



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

FACULTAD DE LETRAS Y CIENCIAS HUMANAS  
ESPECIALIDAD DE GEOGRAFÍA Y MEDIO AMBIENTE

## **REVALORIZANDO EL BOSQUE SECO DE ALGARROBO**

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD, DISTRIBUCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS  
BOSQUES SECOS EN LAMBAYEQUE

Tesis para optar el título de Licenciada en Geografía y Medio Ambiente que presenta la Bachiller:

MARÍA ALEJANDRA CUENTAS ROMERO

ASESOR: MARTÍN TIMANÁ DE LA FLOR, PHD

SAN MIGUEL, AGOSTO, 2015



***Dedicada a***  
*mis padres,*  
*mi hermana, 'hermano',*  
*y mis cuatro abuelos.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por, simplemente, todo. A mis padres, Ana María Romero Wissel y Guillermo Cuentas Scott, por ser el mayor apoyo en mi vida, sin ellos no sería lo que soy ahora. A mi hermana, Ana Gabriela Cuentas, por estar a mi lado e insistirme hasta al cansancio terminar esta tesis. Asimismo dedico esta tesis a toda mi familia por haber estado a mi lado siempre.

Agradezco de forma muy especial a mi asesor, Dr. Martín Timaná de la Flor, por apoyarme en todo el proceso de la elaboración de esta investigación, por sus consejos, aportes y conocimientos, que sin lugar a duda han contribuido enormemente, no solo para la tesis sino para mi formación como profesional. A la Dra. Ana Sabogal, quien desde un inicio me apoyó y mostró un gran interés en mi proyecto de investigación, por sus recomendaciones y comentarios y la gran disposición para ayudarme, además de que gracias a ella pude realizar mi segunda salida de campo, donde obtuve datos muy valiosos.

Agradezco al Dr. Roberto Chiarella, por sus aportes y apoyo a lo largo de los cursos de investigación y el seminario de tesis, ya que gracias a él pude organizar y mejorar la calidad de mi investigación. A Fabian Drenkhan, quien sin dudarlo me apoyó con sus conocimientos, y porque gracias a sus enseñanzas incluí las técnicas de teledetección y los SIG en mi trabajo. A la profesora Miriam Nagata y Javier Ramírez, porque ambos siempre tuvieron el tiempo y la disposición de apoyarme en todo asunto relacionado a mi tesis.

Agradezco a mis amigos y compañeros que siempre me dieron ánimos para culminar esta fase de mi vida profesional. Agradezco especialmente a mis colegas y grandes amigos Fiorenza Del Águila Patroni, José Luis Zuloaga, Andrea Rey, Daniela Larrabure y Arturo Salazar, pues todos ellos se aventuraron a acompañarme en mis trabajos de campo, a sufrir los fuertes calores del desierto y a conseguir toda la información posible y también imposible de encontrar. Agradezco además a mis amigas Karen Villanueva, Gabriela Flores, Fiorella Vadillo, Romina Castagnino, Romina Calderón, Stefanie Korswagen, Luciana Vásquez, Ximena Tejada, Krisse Meza, Lorena Cárdenas, quienes tuvieron un importante aporte o detalle para que esta tesis pueda finalmente salir a la luz; y a mis amigas de toda la vida: Grace Palacios, Kelly Chávez, Alejandra Meléndez, Milagros Suárez, Claudia Yañez, Minyi Wong, Sofía Begazo, Fátima Benavides, Fresia Vargas y Vanessa Gáloc, y a muchos más, quienes han estado a mi lado dándome apoyo y ánimos.

Un enorme agradecimiento y muy especial para el GORE de Lambayeque, particularmente al Ingeniero César Bernabé Orellano, jefe del ACR Huacrupe La Calera, quien me recibió de la manera más cordial, tuvo toda la disposición de ayudar y me dio todo el apoyo para realizar exitosamente mi trabajo de campo. Asimismo, agradezco al Sr. Juan Mayanga, Presidente de la Asociación de agricultores, ganaderos y guardaparques voluntarios para la conservación del bosque seco del ACR Huacrupe La Calera – Olmos, así como a su familia, pues sin su hospitalidad, amabilidad y conocimientos mis resultados no hubieran sido tan fructíferos. Muchas gracias por todo.

## RESUMEN

En nuestro planeta, gran parte del área continental ha estado cubierta de bosques por millones de años. En el Perú, tanto la costa, la sierra como la selva poseen grandes bosques, que en conjunto ocupan el 51% del territorio. Los bosques secos son ecosistemas característicos de la costa norte peruana, siendo su especie clave el algarrobo (*Prosopis pallida*), la cual que no solo representa un valor ecológico sino también económico para las comunidades aledañas a dichos ecosistemas. Esta investigación se centra en los bosques de Lambayeque, siendo definidos como representaciones de bosques secos de algarrobo los que se ubican en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, el ACP Chaparrí y el ACR Huacrupe La Calera.

Actualmente, es evidente que los procesos de deforestación son las causas más fuertes de la reducción de muchas especies forestales. Esto en conjunto con los bruscos cambios de uso de suelo, los incendios forestales de origen antrópico y el cambio climático vienen afectando a las comunidades humanas y muchas poblaciones de especies animales y vegetales. Una de las especies que se ve amenazada por estos factores es, precisamente, el algarrobo, por lo que su conservación junto al ecosistema de bosque seco en su plenitud es prioritaria. Por tanto, el objetivo de esta tesis es identificar y plantear qué estrategias son las más adecuadas para conservar y gestionar los bosques secos de manera integrada, de manera que se valoricen los recursos y servicios que ofrecen estos ecosistemas. Se trabajó una metodología basada en biogeografía de la conservación, la cual incluyó métodos de modelamiento de distribución de especies (MDE), sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG). Se utilizó el software Maxent, un programa de modelamiento basado en el principio de máxima entropía, para obtener la distribución potencial presente del algarrobo, así como la distribución potencial futura (para el año 2050) bajo dos escenarios RCP 2,6 y 8,5, resultando en un inesperado aumento en la potencialidad del norte peruano para albergar la especie. Para conocer la dinámica de los bosques secos en cuanto a cambios en cobertura vegetal, frecuencia de incendios y fragmentación del paisaje se utilizaron herramientas SIG y de teledetección (como el NDVI) para realizar un análisis espacial y multitemporal, dando como resultado variaciones en la cobertura vegetal, pero que tienden a la reducción de la vegetación hacia los últimos años.

Además, se evidencia una ampliación de la frontera agrícola debido principalmente a la deforestación. Por otra parte, no se puede omitir el rol de los eventos del ENSO en una zona como esta, pues sus efectos influyen en la regeneración de sus bosques. El trabajo de campo consistió en dos partes esenciales: en primer lugar, obtener el índice de valor de importancia (IVI) del algarrobo en el bosque seco. El método de muestreo realizado fue el punto – centro – cuadrado, obteniendo un valor de 53,01 para el algarrobo, además de conocer la composición florística del bosque, tomando como referencia principal el ACR Huacrupe. En segundo lugar, se aplicaron encuestas y entrevistas a actores clave, guardaparques y a la población local, quienes confirmaron la importancia de la especie para el mantenimiento de los bosques secos y como aporte y hasta sustento económico de diversas comunidades, así como la preocupante situación de la deforestación, principalmente ilegal para fines comerciales, degradación y continua reducción de los árboles de algarrobo.



## ABSTRACT

On our planet, much of the continental area has been forested for millions of years. In Peru, the coast, highlands and jungle, have large forests, which together occupy 51% of the territory. Dry forests are characteristic ecosystems of the northern coast of Peru, and its key species *Prosopis pallida*, which represents not only an ecological but also economic value to communities surrounding these ecosystems. This research focuses on the forests of Lambayeque, being defined as representations of dry forests of carob tree those located in the Pomac Forest Historical Sanctuary, the ACP Chaparrí and ACR Huacrupe La Calera.

Currently, it is clear that deforestation is the strongest cause of the reduction of many forest species. This coupled with the rapid changes in land use, forest fires and climate change are affecting many human communities and populations of animals and plants. One species that is threatened by these factors is, precisely, carob tree, so conservation along the dry forest ecosystem in its fullness is a priority. Therefore, the objective of this thesis is to identify and propose what strategies are most appropriate to conserve and manage the dry forests in an integrated manner so that resources and services offered by these ecosystems could be valorized. A methodology based on conservation biogeography, which included methods of species distribution modeling (MDE), remote sensing and geographic information systems (GIS), was worked. The Maxent software, a modeling program based on the principle of maximum entropy, for the present potential of the carob tree distribution, and its potential future distribution (2050) under two scenarios RCP 2,6 and 8,5 was used, resulting in an unexpected increase in the potential of northern Peru to host the species. To understand the dynamics of dry forests in terms of changes in land cover, fire frequency and landscape fragmentation, GIS tools and remote sensing methods (such as NDVI) were used to perform a spatial and multi-temporal analysis, resulting in variations in coverage plant, but they tend to reduce the vegetation to recent years.

Furthermore, there is a clear expansion of the agricultural frontier, mainly due to deforestation. Moreover, one cannot ignore the role of ENSO events in an area like this, since their effects influence the regeneration of forests. The field work consisted of two main parts. In first place, to obtain the importance value index (IVI) of the carob tree dry forest. The sampling method was the point – centered – quarter, obtaining a value of 53,01 for the carob tree, besides knowing the floristic composition of the forest, taking as main reference the ACR Huacrupe. In second place and finally, surveys and interviews with key players, park rangers and local people applied who confirmed the importance of the species to the maintenance of dry forests and as a contribution and economic support to various communities as well as the worrying situation of deforestation, illegal primarily for commercial purposes, habitat fragmentation, degradation and continuous reduction of carob trees.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRACT .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE MAPAS .....	XI
SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	XII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	4
PROBLEMÁTICA Y REALIDAD .....	4
1.1. Preguntas de Investigación .....	4
1.2. Hipótesis .....	5
1.3. Objetivos .....	5
1.4. La conservación y el valor de los bosques como recurso .....	6
CAPÍTULO II .....	8
BOSQUES COSTEROS, NATURALEZA Y BIODIVERSIDAD .....	8
2.1. Bases Teóricas .....	8
2.1.1. Ecología vegetal .....	8
2.1.2. Ecología del paisaje .....	9
2.1.3. Biogeografía aplicada a la conservación .....	10
2.2. Los Bosques: ecosistemas naturales y humanos .....	10
2.2.1. El bosque seco costero del Perú .....	11
2.2.2. Gestión integral de los bosques .....	12
2.2.3. Bosques y bienestar humano .....	13
2.3. Amenazas actuales a los bosques naturales .....	14
2.3.1. La deforestación .....	14
2.3.2. El cambio climático y los bosques .....	15
2.3.3. Incendios forestales .....	16
2.4. Factores para el funcionamiento del ecosistema .....	17
2.4.1. Clímax de fuego .....	17
2.4.2. El Niño Oscilación del Sur .....	17
CAPÍTULO III .....	18
ESTUDIOS PREVIOS SOBRE BOSQUE SECO Y ALGARROBO .....	18
CAPÍTULO IV .....	23
MARCO METODOLÓGICO .....	23
4.1. Metodología .....	23
4.2. Esquema metodológico de la investigación .....	24
4.2.1. Primera Etapa de Gabinete .....	26

4.2.2. Salida de Campo.....	26
4.2.3. Segunda Etapa de Gabinete .....	28
<b>4.3. Métodos .....</b>	<b>29</b>
4.3.1. Aplicando la percepción: uso de las encuestas.....	29
4.3.2. Modelamiento de Distribución de Especies: Maxent.....	29
4.3.3. Técnicas de análisis espacial: los SIG y teledetección .....	36
4.3.4. Métodos de campo: muestreo de la vegetación .....	39
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>40</b>
<b>LAMBAYEQUE: RIQUEZA BIOLÓGICA Y PAISAJÍSTICA .....</b>	<b>40</b>
5.1. Representatividad de los bosques naturales en el SINANPE.....	40
5.2. Ubicación geográfica y características físicas .....	41
5.3. Biodiversidad y paisaje.....	49
5.4. Características socioeconómicas y dinámicas territoriales .....	53
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>64</b>
<b>DISTRIBUCIÓN DE BOSQUES Y SU BIODIVERSIDAD .....</b>	<b>64</b>
6.1. Resultados de las encuestas: percepción ambiental de la población .....	64
6.2. Distribución potencial del algarrobo.....	72
6.3. Evaluación forestal por métodos de teledetección .....	90
6.4. Valor de importancia ecológica en el bosque seco.....	106
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>112</b>
<b>DISCUSIÓN: EL BOSQUE DE ALGARROBO PARA LA VIDA .....</b>	<b>112</b>
7.1. Diagnóstico y análisis .....	112
7.2. Síntesis.....	135
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>137</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>137</b>
8.1. Conclusiones .....	137
8.2. Recomendaciones, propuestas y aportes.....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°1:</b> Esquema metodológico de la investigación .....	25
<b>Figura N°2:</b> Encuestas realizadas en la 1°salida.....	27
<b>Figura N°3:</b> Visita al SHBP en la 1°salida .....	27
<b>Figura N°4:</b> Visita al SHBP en la 2°salida .....	27
<b>Figura N°5:</b> Visita al ACP Chaparrí en la 2°salida .....	27
<b>Figura N°6:</b> Visita al ACR Huacrupe La Calera .....	28
<b>Figura N°7:</b> Atardecer en Huacrupe La Calera.....	28
<b>Figura N°8:</b> Esquema de flujo para la realización y validación de modelos de distribución de especies .....	31
<b>Figura N°9:</b> Ventana de trabajo de Maxent .....	32
<b>Figura N°10:</b> Ubicación de cada archivo en Maxent.....	32
<b>Figura N°11:</b> Puntos de ausencia determinados por Maxent .....	33
<b>Figura N°12:</b> Opciones de Maxent para un modelamiento básico.....	33
<b>Figura N°13:</b> Obtención de mapa binario (ausencia – presencia) .....	34
<b>Figura N°14:</b> Ejecución del programa Maxent.....	34
<b>Figura N°15:</b> Escenarios de emisión RCP.....	35
<b>Figura N°16:</b> Esquema del muestreo punto – centro - cuadrado.....	39
<b>Figura N°17:</b> Muestreo realizado en campo .....	39
<b>Figura N°18:</b> Reservorio de Tinajones .....	47
<b>Figura N°19:</b> Reservorio de Tinajones (2) .....	47
<b>Figura N°20:</b> Criadero de animales en HLC .....	55
<b>Figura N°21:</b> Huerto en HLC .....	55
<b>Figura N°22:</b> Área del proyecto Olmos .....	61
<b>Figura N°23:</b> Flujos económicos en la región de Lambayeque .....	62
<b>Figura N°24:</b> Partes del algarrobo más utilizadas .....	65
<b>Figura N°25:</b> Usos del algarrobo .....	65
<b>Figura N°26:</b> Frecuencia de extracción de árboles de algarrobo.....	66
<b>Figura N°27:</b> Mercados de destino de los productos de algarrobo.....	67
<b>Figura N°28:</b> Causas y amenazas a los bosques secos de algarrobo .....	68
<b>Figura N°29:</b> Impactos de reducción de la cobertura vegetal .....	69
<b>Figura N°30:</b> Razones para la conservación de bosques .....	69
<b>Figura N°31:</b> Participación en programas de conservación.....	70
<b>Figura N°32:</b> Reforestar o deforestar .....	71
<b>Figura N°33:</b> Métodos más adecuados para iniciar proyectos de gestión de bosques .....	72
<b>Figura N°34:</b> Ejemplo de puntos atípicos en relación a una variable bioclimática .....	74
<b>Figura N°35:</b> Mapa de probabilidad de presencia del algarrobo ( <i>Maxent</i> ) .....	75
<b>Figura N°36:</b> Gráfico de <i>Jackknife</i> (primera prueba) .....	76
<b>Figura N°37:</b> Curva de omisión .....	76
<b>Figura N°38:</b> Curva ROC.....	77

<b>Figura N°39:</b> Tasa de omisión de los datos de entrenamiento y datos de test.....	77
<b>Figura N°40:</b> Curva ROC de los datos de entrenamiento y datos de test .....	78
<b>Figura N°41:</b> Distribución de <i>Prosopis pallida</i> en Lambayeque mostrada en Google Earth .....	83
<b>Figura N°42:</b> Distribución potencial de algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) mediante un DEM- Visualización vertical 86	
<b>Figura N°43:</b> Porcentaje de cobertura vegetal por año en Lambayeque .....	94
<b>Figura N°44:</b> Cobertura vegetal en diferentes años en el departamento de Lambayeque .....	97
<b>Figura N°45:</b> Composición RGB 4-3-2 .....	101
<b>Figura N°46:</b> Composición RGB 5-4-1 .....	102
<b>Figura N°47:</b> Imágenes del mosaico y parches del paisaje en Lambayeque .....	104
<b>Figura N°48:</b> Composición del paisaje con elementos linales naturales (ríos) y antrópicos (vías) .	105
<b>Figura N°49:</b> Fragmentos forestales en una matriz agrícola en SHBP .....	105
<b>Figura N°50:</b> Modelo de distribución del mesquite en Australia .....	113
<b>Figura N°51:</b> Control de mesquites ( <i>Prosopis sp.</i> ) en Australia.....	113
<b>Figura N°52:</b> Distribución aproximada del género <i>Prosopis</i> a nivel global .....	114
<b>Figura N°53a:</b> Mapa de distribución tradicional de <i>Prosopis</i> en el Perú.....	114
<b>Figura N°53b:</b> Distribución de <i>Prosopis pallida</i> en la costa norte del Perú usando Maxent .....	114
<b>Figura N°54:</b> Producción de algarrobina por parte de una familia campesina.....	118



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1:</b> Fases de la primera etapa de Gabinete .....	26
<b>Tabla N°2:</b> Fases de la segunda etapa de Gabinete .....	28
<b>Tabla N°3:</b> Valores de AUC e interpretación.....	36
<b>Tabla N°4:</b> Características principales de Landsat 5 TM y 8 OLI.....	37
<b>Tabla N°5:</b> Áreas Naturales Protegidas en Lambayeque.....	41
<b>Tabla N°6:</b> Ubicación y características de las ANP de Lambayeque .....	41
<b>Tabla N°7:</b> Clima en las ANP de Lambayeque .....	45
<b>Tabla N°8:</b> Hidrografía de las ANP de Lambayeque.....	46
<b>Tabla N°9:</b> Flora de las ANP de Lambayeque .....	51
<b>Tabla N°10:</b> Fauna de las ANP de Lambayeque .....	52
<b>Tabla N°11:</b> Actividades económicas en el SHBP y ZA.....	56
<b>Tabla N°12:</b> Situación demográfica y socioeconómica de los distritos de Lambayeque.....	57
<b>Tabla N°13:</b> Situación de pobreza en los distritos de Lambayeque.....	57
<b>Tabla N°14:</b> Características de la población encuestada .....	64
<b>Tabla N°15:</b> Tipo de necesidades para la distribución del algarrobo .....	73
<b>Tabla N°16:</b> Puntos eliminados para el modelamiento .....	74
<b>Tabla N°17:</b> Tabla con valor del percentil 10 .....	78
<b>Tabla N°18:</b> Tabla de probabilidad para distribución del algarrobo .....	78
<b>Tabla N°19:</b> Lugares de interés según la distribución del algarrobo.....	83
<b>Tabla N°20:</b> Variación en el área de la distribución potencial del algarrobo bajo tres escenarios ....	89
<b>Tabla N°21:</b> Área de cobertura vegetal en Lambayeque .....	95
<b>Tabla N°22:</b> Ocurrencia de sequías en el departamento de Lambayeque .....	96
<b>Tabla N°23:</b> Ocurrencia y registro de algunos incendios forestales en Lambayeque .....	98
<b>Tabla N°24:</b> Primer transecto de muestreo en bosque seco.....	107
<b>Tabla N°25:</b> Segundo transecto de muestreo en bosque seco.....	107
<b>Tabla N°26:</b> Tercer transecto de muestreo en bosque seco.....	107
<b>Tabla N°27:</b> Cuarto transecto de muestreo en bosque seco .....	108
<b>Tabla N°28:</b> Quinto transecto de muestreo en bosque seco.....	108
<b>Tabla N°29:</b> Sexto transecto de muestreo en bosque seco.....	109
<b>Tabla N°30:</b> Séptimo transecto de muestreo en bosque seco .....	109
<b>Tabla N°31:</b> Octavo transecto de muestreo en bosque seco.....	109
<b>Tabla N°32:</b> Tabla de índice de valor de importancia final.....	110
<b>Tabla N°33:</b> Productos derivados de la algarroba producidos a nivel investigativo y comercial .....	121
<b>Tabla N°34:</b> Ingresos familiares por venta de algarroba en el asentamiento “El Algarrobo El Papayo”, Piura.....	122
<b>Tabla N°35:</b> Rentabilidad proyectada de tres opciones productivas de una ha de bosque de algarrobos en dos períodos en el asentamiento “El Algarrobo El Papayo”, Piura .....	122
<b>Tabla N°36:</b> Áreas afectadas por incendios forestales en la costa norte del Perú.....	125



## ÍNDICE DE MAPAS

<b>Mapa N°1:</b> Ubicación de Lambayeque con límites provinciales.....	43
<b>Mapa N°2:</b> Ubicación de las ANP de Lambayeque.....	44
<b>Mapa N°3:</b> Mapa hidrográfico de Lambayeque.....	48
<b>Mapa N°4:</b> Zonas de vida de Holdridge en Lambayeque.....	50
<b>Mapa N°5:</b> Capacidad de uso mayor en Lambayeque.....	54
<b>Mapa N°6:</b> Proyecto Olmos - Tinajones.....	60
<b>Mapa N°7:</b> Concentración de centros poblados en Lambayeque .....	63
<b>Mapa N°8:</b> Presencia – ausencia del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) en la costa norte peruana.....	80
<b>Mapa N°9:</b> Distribución potencial actual del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) o en la costa norte peruana	81
<b>Mapa N°10:</b> Distribución local del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) en Lambayeque .....	82
<b>Mapa N°11:</b> Distribución potencial del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) en Lambayeque con la variable de índice de vegetación.....	85
<b>Mapa N°12:</b> Distribución potencial actual del zorro y algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) en la costa norte peruana .....	87
<b>Mapa N°13:</b> Distribución potencial futura del algarrobo ( <i>Prosopis pallida</i> ) ante el impacto del cambio climático en la costa norte peruana.....	88
<b>Mapa N°14:</b> Diferencia de NDVI en el SHBP, RVSL, ACP Chaparrí y entorno entre 1985 - 2014 ...	91
<b>Mapa N°15:</b> Diferencia de NDVI en las ACR Huacrupe La Calera y Moyán Palacios y entorno entre 1985 - 2014.....	92
<b>Mapa N°16:</b> Frecuencia de incendios en el departamento de Lambayeque.....	99
<b>Mapa N°17:</b> Cartografía de áreas quemadas en Lambayeque entre 1985 – 2014.....	100
<b>Mapa N°18:</b> Análisis del paisaje de Lambayeque .....	103
<b>Mapa N°19:</b> Propuesta de corredores ecológicos del el zorro costero en Lambayeque.....	140

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACP	Área de Conservación Privada
ACR	Área de Conservación Regional
ANP	Área Natural Protegida
AUC	Area under the curve
BES	Bosques Estacionalmente Secos
CCSM	Community Climate System Model
DAP	Diámetro a la Altura del Pecho
DEM	Modelo Digital de Elevación
ENSO	El Niño Oscilación del Sur
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FONAM	Fondo Nacional del Ambiente
FONDEBOSQUE	Fondo de Promoción del Desarrollo Forestal
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GPS	Global Positioning System
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IVI	Índice de Valor de Importancia
MDE	Modelamiento de distribución de especies
MINAM	Ministerio del Ambiente
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
PCC	Programa de Compensaciones para la Competitividad
PROFONANPE	Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú
OSINFOR	Organismo Supervisor de Recursos Forestales
RCP	Representative Climate Pathways
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
ROC	Relative Operative Characteristic
RVSL	Refugio de Vida Silvestre Laquipampa
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
SHBP	Santuario Histórico Bosque de Pómac
SIG	Sistemas de Información Geográfica
ZA	Zona de Amortiguamiento

## INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta, gran parte del área continental ha estado cubierta de bosques por millones de años. Hoy en día, debido al crecimiento poblacional, la globalización económica y el desarrollo social y cultural, los bosques suponen un rol para el desarrollo y progreso de la humanidad.

El Perú es un país megadiverso biológica y culturalmente, y debe esta riqueza a tres factores determinantes: el Océano Pacífico, la Cordillera de los Andes y la gran cuenca Amazónica. Tanto la costa, la sierra como la selva poseen grandes bosques, que en conjunto ocupan el 51% del territorio, y que no solo albergan especies vegetales y animales, sino que al ser uno de los ecosistemas con mayor abundancia de recursos naturales, convierten a nuestro país en uno de los más grandes contribuyentes a la alimentación y la medicina a nivel mundial (Brack, 2008). Por tanto, en esta investigación se tomará como objeto de estudio los bosques secos de algarrobo (*Prosopis sp*), propios de la región costera.

En primer lugar, los bosques secos de la costa norte del Perú se distribuyen entre los departamentos de Piura, Tumbes, Lambayeque y partes más reducidas en Cajamarca y La Libertad. Por su parte, el algarrobo, conocido botánicamente como *Prosopis pallida*, es un árbol leguminoso que crece en zonas donde puede llegar a aguas subterráneas con raíces de hasta 60 metros de profundidad.<sup>1</sup> Su distribución se restringe a los países de Sudamérica como Perú, Ecuador y Colombia, especialmente cerca a zonas costeras (Skolmen, 1990), a diferencia de *Prosopis juliflora*, cuya distribución se extiende a zonas áridas de Norteamérica, llegando a algunas regiones áridas y semiáridas de Centro y Sudamérica, incluso hasta Perú (CONAPIO, s.f.). En épocas de lluvias, esta especie suele regenerarse y se recubren áreas que han sido víctimas de deforestación por actividad humana. Por otro lado, representa una planta de mucha utilidad y de gran importancia económica.

Este estudio consistirá, en una primera parte, en mapear la distribución del *Prosopis pallida* en el departamento de Lambayeque, además de analizar los cambios en el índice de vegetación, los usos de suelo y la composición paisajística de los bosques de esta región costera. Es así como se tendrá en cuenta los roles que cumplen el cambio climático y la altitud, y junto a esto el plantear posibles restablecimientos de los hábitats de algarrobo, lo cual no solo beneficiaría a la biodiversidad sino también a la población local que depende en gran parte de los recursos de este árbol, es decir buscar un espacio de desarrollo sostenible para el bien natural y humano. Además, el algarrobo es símbolo de los bosques secos de la costa norte, ya que no solo es una fuente de ingresos económicos en la actualidad, sino que lo ha sido desde los tiempos de las culturas precolombinas como Moche y Chimú (MINAM, 2011c).

Tanto su madera como sus frutos son y siguen siendo recursos tradicionales y fuente de sustancias importantes para la población. Por tanto, la reconstrucción social y cultural de estos bosques viene a ser una fundamental tarea a seguir desarrollando hacia el futuro y en conjunto con la conservación, el cual viene a ser un proceso vital y necesario, ya que puede realizarse a partir del uso sostenible y moderado de los recursos naturales.

---

<sup>1</sup> PERÚ ECOLÓGICO. (2009). *Algarrobo (Prosopis pallida): Generando vida en el desierto*. Obtenido de [[http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_algarrobo\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm)]

Desde el punto de vista científico, la conservación de la flora y la fauna mantiene y renueva registros genéticos, que representará material muy útil para fines productivos y económicos. Por otro lado, la importancia cultural e histórica, incluyendo los aspectos éticos y sociales, forman un conjunto de conocimientos que se utilizan para la protección de todo espacio natural, por más mínima superficie o diversidad que posea. Cabe destacar, además, que la conservación viene a ser una estrategia para la planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial.

Pero, ¿por qué es imprescindible la conservación de estos bosques? De por sí, los bosques ya son considerados una base de la conservación, ya sea por su función como refugio biológico o por los distintos procesos ecológicos que ahí se desarrollan. Lamentablemente, los bosques secos están pasando una situación de degradación en la costa. En el caso de Lambayeque se sabe que, a la fecha, existen más de 700 mil hectáreas de bosques entre áreas naturales protegidas, tierras de comunidades campesinas, predios privados y del Proyecto Olmos (Mendoza, 2013). Es dentro de estas zonas naturales donde se realizó la investigación biogeográfica y ecológica, tomando como eje principal el Área de Conservación Regional Huacrupe La Calera y el Santuario Histórico Bosque Pómac, siendo este último parte del corredor biológico característico de la región.<sup>2</sup> Por otro lado se tuvo en cuenta dentro del análisis bosques con similar biodiversidad y que también son considerados bosques secos: el Área de Conservación Regional Moyán-Palacios y el Área de Conservación Privada Chaparrí, así como parte del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa. Estos son bosques que conforman aproximadamente 60 000 hectáreas en Lambayeque, siendo considerados ecosistemas que albergan y comparten especies de plantas y animales y que mantienen relaciones naturales, materiales y afectivas con el medio humano.

Como reto para esta investigación, se busca un mayor interés en la conservación del bosque seco de algarrobo, con fines sostenibles y de preservación para la biodiversidad, y para esa construcción social y cultural que incluya una relación armoniosa entre la población de Lambayeque y sus ecosistemas forestales. Además, se han hecho recomendaciones a futuro que promuevan el desarrollo del ecoturismo, así como propuesta de zonas propicias para forestación y reforestación por medio del modelamiento, todo esto con el fin de valorizar el paisaje y los ecosistemas, concientizar y educar ambientalmente a la población y darle un mayor reconocimiento nacional e internacional a los bosques secos como una riqueza natural del norte peruano.

A partir de lo anterior, la investigación se desarrolla en ocho capítulos. El primer capítulo se adentra a la problemática que se genera por la pérdida de los recursos de los bosques secos de Lambayeque, en particular del algarrobo, y junto a esto los cuestionamientos formulados, la hipótesis y los objetivos a lograr, concluyendo con la justificación y relevancia del estudio. Para una mayor comprensión y perspectiva del tema, el segundo capítulo abarca las bases teóricas, desde conceptos generales como biogeografía y ecología, hasta la aproximación de la situación del bosque seco y los servicios ecosistémicos que ofrece, además de los problemas forestales a enfrentar. Por otro lado, los antecedentes y visión global del tema se presentan en el capítulo tres, basándonos en los estudios hechos de los bosques secos y del algarrobo en años anteriores y en otras zonas geográficas.

---

<sup>2</sup> SERNANP. (2006). *Establecen Corredor Biológico de Lambayeque*. Obtenido de [<http://legislacionanp.org.pe/establecen-corredor-biologico-de-lambayeque/>]

El acercamiento metodológico que comprende a la metodología general, los métodos y los procedimientos realizados en trabajos de gabinete y de campo, se explican en el capítulo cuatro; mientras que la importancia, el conocimiento y las características sociales, económicas, ambientales y geográficas del área de estudio son trabajados en el capítulo cinco. A partir de lo anterior se obtienen los resultados, enfatizando en el algarrobo y su distribución a nivel local y regional, así como la importancia económica que la sociedad de Lambayeque le otorga, todo esto contenido en el capítulo seis. El siguiente capítulo se enfoca en el diagnóstico y análisis, así como en la síntesis del estudio. Por último, las conclusiones y recomendaciones adecuadas al tema, sobre todo en cuanto a conservación y sostenibilidad, son lo que finalizan la investigación.





## CAPÍTULO I

### PROBLEMÁTICA Y REALIDAD

Muchas zonas áridas en el Perú son explotadas de manera extrema, por lo que los problemas que se generan son, en primer lugar, la desertificación, es decir la transformación total de la tierra en un desierto. Esto termina por completo con la capacidad productiva y la fertilidad de los suelos, siendo esto perjudicial para los animales silvestres que subsisten de los recursos del bosque; además, yendo hacia consecuencias más extremas, la posible migración o extinción de estos. Hoy en día, diversas especies se ven en situación de peligro de extinción por la depredación de los bosques secos en la región de Lambayeque. La importancia y preocupación de la desaparición de estas especies es que se acaba con la vida de flora y fauna que es clave para el funcionamiento de este bosque, y por ende, para su posterior utilidad.

En toda la costa norte los grandes bosques primarios han ido desapareciendo, quedando casi intactos solo algunos espacios forestales en donde no llega la influencia del ser humano. Esta situación de drama ya se vivía hace más de una década entre los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, donde, por ejemplo, los bosques de algarrobo solo ocupaban 1 873 000 hectáreas, superficie que con el tiempo ha ido retrocediendo (Meier, 1996). Según la información presentada por el Proyecto Algarrobo (1997), cada año se perdieron alrededor de 7 000 ha de bosques, por la misma sobreexplotación de los recursos en conjunto con prácticas de deforestación inadecuadas sin considerar la capacidad de recuperación de esta área natural. Debido a esta situación tendencial, es objetivo de esta investigación estudiar el cambio del ecosistema a partir de un análisis espacial en el área de estudio, así como el estado actual teniendo en cuenta las tendencias y las nuevas causas de la desaparición de los bosques de algarrobo.

El problema central a enfrentar recae en ***cómo la reducción progresiva del algarrobo y otras especies forestales del bosque seco está afectando actualmente a los ecosistemas y comunidades de Lambayeque, cuya estabilidad y economía depende en parte de estos recursos, significando entonces una pérdida natural y socioeconómica.*** Por último, si estos bosques desaparecen afectaría al ingreso económico que ofrece el turismo para la población de Lambayeque ya que se consideran atractivos turísticos del departamento.

#### 1.1. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es el estado actual de los bosques secos de Lambayeque y la distribución potencial del algarrobo en estos?
- ¿Cómo es la composición y estructura poblacional de los bosques secos en estudio?
- ¿Cuál es la importancia ecológica y económica de los bosques secos de algarrobo, y qué medidas y estrategias deberían tomarse para su conservación?
- ¿De qué forma la intervención humana influye en la reducción del algarrobo, en la fragmentación de hábitats y en la fauna silvestre que depende esta especie clave para el ecosistema seco?



- ¿Es posible aplicar un modelo de gestión adecuado para los bosques secos en Lambayeque, y en general de la costa norte peruana, para un manejo y uso sostenible de los recursos de forma integrada?

## 1.2. Hipótesis

El departamento de Lambayeque es escenario de distintos eventos naturales y humanos que están definiendo el nuevo estado de sus bosques secos y su composición vegetativa. Fenómenos como el cambio climático, fenómenos naturales y desastres, o incendios forestales influyen en los constantes cambios en los ecosistemas secos y, principalmente, es la deforestación o tala indiscriminada lo que degenera a estos bosques costeros. Con el tiempo, la densidad de los bosques en cuanto a vegetación y potencial forestal ha ido reduciéndose, y con esto la degradación y fragmentación de hábitats donde habita fauna silvestre, lo cual está influyendo en su extinción (Mendoza, 2013). Por otra parte, el algarrobo aporta ciertos beneficios tanto en el mismo ecosistema como para las comunidades locales, las cuales utilizan sus recursos para producción, consumo y comercialización.

La reducción de esta especie clave traería efectos negativos para la economía local, ya que sus diversos usos han aportado desde tiempos pasados a la sobrevivencia de las comunidades. Por tanto, ***el bosque seco, además del valor natural y cultural que posee, también tiene un valor económico por los recursos forestales que ofrece, entre ellos la especie de algarrobo, muchas veces clave en este ecosistema. En tal sentido, se proponen estrategias de manejo y gestión de los bosques secos de algarrobo para impulsar el desarrollo territorial a través de la conservación de los mismos.***

## 1.3. Objetivos

### Objetivo general

Identificar y plantear estrategias para una mejor gestión de los bosques secos de algarrobo en Lambayeque, con la finalidad de preservar y valorizar los recursos forestales para beneficio ecológico y económico.

### Objetivos Específicos

- Realizar un análisis multitemporal y espacial, con la finalidad de identificar los mayores cambios y alteraciones en los bosques secos de Lambayeque.
- Obtener la distribución potencial del algarrobo, con la finalidad de conocer su extensión actual y futura y definir los bosques secos en donde dicha especie sea clave.
- Medir parámetros como densidad, cobertura y frecuencia en el bosque seco, con el fin de obtener el valor de importancia ecológica del algarrobo y de las otras especies presentes.

- Evaluar las causas y los efectos de la reducción de los bosques de algarrobo para la economía local y para la fauna cohabitante, con el fin de valorizar los bienes y servicios que proporciona la especie.

#### 1.4. La conservación y el valor de los bosques como recurso

La costa presenta como parte de su riqueza ecológica gran singularidad en su biodiversidad y en los diferentes paisajes que la constituyen, ya sean zonas litorales, islas o sus bosques secos. Este último componente conforma el objeto de estudio en sí y los factores físicos y humanos que lo determinan, enfatizando en su composición biológica, sobre todo en la presencia del algarrobo y los organismos que en él habitan o que lo perjudican. A su vez, esta investigación se complementa con un análisis espacial del ecosistema. Por tanto, se requiere hacer este tipo de análisis en las áreas forestales que comprende, en primer lugar y de manera general, el norte costero peruano. Al considerar, además, a Piura, Tumbes, La Libertad, Cajamarca y Lambayeque, se tendrá una base inicial de la distribución de los bosques de algarrobo.

En términos generales, la razón por la que se eligió el tema propuesto es por la vitalidad que representa el bosque para cualquier sociedad. Es, en primer lugar, un espacio lleno de servicios ambientales, como el de hábitat y refugio de una diversidad enorme de especies; son ecosistemas clave para la adaptación al cambio climático, así como a la contribución a la mitigación de este fenómeno global. Además, son imprescindibles en la provisión de agua en cantidad y calidad, y su pérdida produciría una liberación de carbono lo que influiría aún más al cambio climático. Sin embargo, actualmente es considerado también un espacio de interacción humano-naturaleza, para lo cual se ve necesario darle una importancia social como un espacio que debe ser aprovechado pero también valorado.

Por otro lado, si bien ahora los bosques de la costa norte peruana están siendo objeto de estudio de muchos investigadores, en diversas fuentes bibliográficas podemos encontrar que consideran a los bosques costeros ecosistemas propios de los departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes (Jara, 1990). El especial interés por este lugar no es solo el beneficio a un mayor estudio por ser una zona más accesible, sino que va más allá, pues sus bosques son, con mayor frecuencia, escenarios de degradación para la biodiversidad, con una necesidad de planes de reforestación y de apoyo de la población en la reducción de los daños que pueden ser irreversibles. Estudios del potencial forestal que se ha hecho en los departamentos de Lambayeque, Piura y Tumbes, a cargo del Centro de Investigación y Promoción del Campesinado de Piura, entre otros trabajos como el Proyecto Algarrobo, realizado por el INRENA en el año 1997, son ejemplos de la importancia que se les da a estos bosques y la presencia del algarrobo; sin embargo, aún no hay un énfasis significativo en Lambayeque, ya que el enfoque principal ha sido la denominada zona Grau – Tumbes y Piura – y los temas a tratar en relación a la especie del algarrobo en la zona son muy generales, mayormente informativos, con miras hacia una mayor investigación y una sostenibilidad en su uso en el futuro.

El algarrobo viene a ser para los pobladores de los distritos de Ferreñafe, desde tiempos antiguos, un árbol vital por sus múltiples usos, entre los cuales se pueden resaltar el control de los avances de los desiertos y las dunas para moderar los vientos, la producción de sombras, de excelente leña y carbón de leña, de la algarroba, además de que sus hojas sirven como abono orgánico y de forraje, y por último, es muy apreciada como especie melífera y planta ornamental, a parte del gran valor y uso que se le da a su

madera.<sup>3</sup> A pesar de estas utilidades vitales para la humanidad aún se mantiene la poca consideración mostrada en la depredación humana para la obtención de sus diferentes productos. El algarrobo es una especie clave pues otros organismos dependen de esta especie – brinda hábitats, modifica el suelo y la disponibilidad de agua – además de la diversidad de usos que de ellos se obtienen para beneficio económico (Campos, 2012; De la Rosa, 2013; Mendoza.edu.ar, 2015). El lograr la conservación y uso sostenible de los bosques, en especial del algarrobo, es un objetivo comunitario, por lo que para lograr la subsistencia se debe demostrar que el mantener y restaurar los bosques de algarrobo, a partir de la “ciencia de la reforestación” (Whaley, 2009), puede ser mucho más rentable que la deforestación misma.

Por último, se busca dar una aplicación adecuada, es decir la iniciativa a la conservación, proceso que ya está en proyecto por diversas instituciones de las comunidades locales. En esta investigación se plantearán estrategias de conservación con el apoyo de nuevas herramientas geográficas que determinen la distribución y ubicación de estos bosques en el territorio de acuerdo a factores físicos y humanos, obteniendo además información para un mayor acceso y posteriores usos. El mantener y conservar estos bosques secos permitirá a futuro una mayor investigación de los posibles servicios ecosistémicos aún escondidos. Esta iniciativa puede dar mayor abertura al ecoturismo, es decir a un turismo sin mayor impacto a la biodiversidad y al ecosistema, lo cual puede aportar al aspecto económico, pues siempre será una actividad que suele mover mucho a la ciudad y que es importante encontrarle un equilibrio y sostenibilidad. Por su parte, esto se relaciona también al tema ético y estético, pues debe promoverse la concientización y educación sobre la protección de la flora y fauna nacional, así como conservar la belleza paisajística de estos ecosistemas, la protección de los hábitats y de las mismas especies que habitan en ellos.

---

<sup>3</sup> Perú Ecológico [[http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_algarrobo\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm)]

## CAPITULO II

### **BOSQUES COSTEROS, NATURALEZA Y BIODIVERSIDAD**

La costa del Perú es una región que presenta gran biodiversidad y agradables paisajes que pueden atraer a la investigación científica en general, así como al turismo nacional e internacional. Para comprender con mayor claridad y por tanto dar un mayor valor a esta región y su importancia geográfica, biológica y ambiental, se realizará en esta sección una breve explicación de los conceptos que envuelven el marco teórico de esta investigación, tocando en primer lugar las ramas científicas que se enfocan en el objeto de estudio, como son la ecología y la biogeografía. En segundo lugar, la teoría se adentrará al objeto de estudio en sí, que es el bosque seco costero del Perú, cómo se gestionan de forma integral estos bosques y que servicios ecosistémicos proporcionan para el bienestar humano. Por último, se explicarán las amenazas que asechan hoy en día a los bosques y que por ende forman parte también de esta investigación.

#### **2.1. Bases Teóricas**

El marco teórico, en una primera parte, se basa en la ecología, tanto en su rama de ecología vegetal como ecología del paisaje, y la biogeografía, además de su aplicación a la conservación, siendo estas las ciencias que engloban a la investigación. Se detallará a continuación las características principales de cada definición y su relevancia en el estudio de especies vegetales desde un enfoque geográfico y de desarrollo.

##### **2.1.1. Ecología vegetal**

La ecología vegetal es el estudio de la cobertura vegetal y su relación con el medio ambiente, el cual puede comprenderse desde los individuos, la población, comunidades y los ecosistemas. Por otro lado, se le considera dentro de las ciencias modernas pues abarca también manejo y gestión de ecosistemas naturales con fines de preservación y conservación (Van Der Maarel & Franklin, 2013). Cabe explicar que la diferencia entre la preservación y conservación se basa en que el primero es hacer cualquier ecosistema no disponible, desde el marco legal, para sobreexplotación u otro tipo de intervenciones, es decir, proteger a los ecosistemas de las influencias externas; mientras que la conservación consiste en intervenir para el mantenimiento y mejoramiento del sistema ecológico, como pueden ser los procesos de reforestación, regeneración vegetal, introducción de nuevas especies, entre otros.<sup>4</sup>

Según Patta Pillar (2002), el objetivo de la ecología vegetal es identificar las relaciones entre los organismos vegetales, ya sea en los diferentes niveles de organización biológica y escalas espacio-temporales, con los diversos procesos de desarrollo y evolución. Esta ciencia, además, presenta ciertas divisiones en cuanto a áreas de especialización, como por ejemplo la autoecología, que es, por una parte, el estudio de las relaciones entre el individuo con su medio, y por otra, las relaciones entre los individuos de la misma especie dentro de las poblaciones que conforman. Las investigaciones de este tipo de estudio se basan en cómo los organismos se adaptan a las restricciones, cambios y alteraciones que se imponen en el medio (Burel & Baudry, 2002). Otra rama de la ecología vegetal es la que se enfoca en los ecosistemas, ya que se

---

<sup>4</sup> Preservación de un ecosistema vs. Conservación por Bailey Schoemaker [[http://www.ehowenespanol.com/preservacion-ecosistema-vs-conservacion-hechos\\_182860/](http://www.ehowenespanol.com/preservacion-ecosistema-vs-conservacion-hechos_182860/)]

estudian los diversos factores ambientales y las respuestas fisiológicas de las especies frente a dichos factores, así como también a los aspectos funcionales en las comunidades vegetales (Patta, 2002).

### 2.1.2. Ecología del paisaje

La ecología del paisaje, cuya unidad de análisis es el paisaje en sí y que representa al ecosistema en términos geográficos, se define como el estudio de la relación entre los patrones espaciales y los procesos ecológicos en una determinada escala. En otras palabras, estudia las dinámicas espaciales dentro del sistema compuesto por la sociedad y la naturaleza, ya que al combinar ambas en un análisis pueden reducirse los impactos humanos en las modificaciones o nuevas configuraciones paisajísticas (Etter, 1991; Bennet, 1998; Burel & Baudry, 2002; Moizo, 2004; Gurrutzaga & Lozano, 2008; Matteucci, 2012). Desde un contexto histórico, la definición de ecología del paisaje fue introducido por Carl Troll en el año 1939, quien, además de definir al paisaje como una entidad integradora entre los componentes naturales y humanos, tenía la finalidad de fusionar la ecología, es decir los procesos ecológicos que ocurren en el ecosistema, y la geografía, en cuanto a estructuras espaciales que se dan en un determinado lugar (Etter, 1991; Burel & Baudry, 2002; Morláns, 2005; Gurrutzaga & Lozano, 2008; Benedetti et al., 2010; González, 2012). Ante el énfasis que da esta ciencia a la complejidad de los paisajes, se ha ido separando con el tiempo de la ecología en sí, dándole mayor importancia a la presencia del ser humano en la modificación de los paisajes naturales y formación de los culturales, siendo considerado incluso como una herramienta para planificación estratégica (Merchán et al., 2009).

Si bien pueden existir diferentes definiciones, es necesaria la comprensión de sus elementos básicos: la escala y estructura. La primera se refiere a las dimensiones en las cuales se comparan dos o más sistemas a partir de sus diferencias y cambios, siendo la escala espacio – temporal la más utilizada en análisis de paisaje. Por su parte, la estructura se compone de los parches, la matriz y los corredores. Los parches son el resultado de la disposición espacial de las partes del terreno, diferenciadas según un criterio ambiental. Un punto importante es que, originalmente, estos elementos no son parte de la composición biológica del ecosistema en estudio, por lo que al ir aumentando en tamaño y cantidad se va reduciendo y perdiendo el espacio natural. La matriz, por otro lado, es el elemento básico y predominante, ya que aparte de ser el más extenso, es también el que mayor conectividad presenta y mayor control ejerce en la dinámica del paisaje (Etter, 1991; Durán et al., 2002; Benedetti et al, 2010).

Es importante considerar tanto las problemáticas y aplicaciones que surgen de la ecología del paisaje. El principal problema a trabajar es la fragmentación del hábitat y los impactos ambientales que generan modificaciones en las estructuras paisajísticas. La fragmentación representa un peligro para la biodiversidad a nivel global, donde destacan los procesos de pérdida de hábitat, que influyen negativamente en el funcionamiento del paisaje, y el de aislamiento o separación progresiva de los fragmentos de hábitat. Dentro del contexto de ecosistemas forestales, la fragmentación se considera como el fenómeno que reduce amplias áreas boscosas que han formado parte de un todo continuo hasta convertirlo en un mosaico, y esto se debe principalmente a factores antrópicos, es decir la utilización de espacios naturales para beneficio humano que generan los cambios de uso de suelo para la expansión agrícola y crecimiento de la urbanización, y, por otro lado, procesos de deforestación y sobreexplotación de recursos. Es a partir de esto que surge la necesidad de conectar estos espacios dispersos en el territorio, es decir, la conectividad como



solución eficiente para los problemas antes mencionados (Europarc, 2009; Valencillo, 2009; Cabezas & Ospina, 2010; Valdés, 2011; Soba, 2012).

Es así como es tan importante el rol de los corredores ecológicos, ya que estos permiten la interconexión entre los distintos fragmentos o parches, facilitando así los desplazamientos de los organismos entre estas zonas divididas dentro de una matriz. Su origen puede ser natural, ya que pueden surgir como redes de drenaje o rutas migratorias; o puede ser cultural cuando incluyen infraestructura o espacios delimitados por el ser humano (Etter, 1991; Vila et al., 2006). Estos elementos pueden clasificarse en corredores ecológicos de ronda, corredores viales, caminos verdes de hábitat o ambientales y corredores de borde (Remolina, 2006). Para los estudios ecológicos y forestales los corredores adecuados son los de ronda y caminos verdes, ya que estos proveen hábitat y facilitan la comunicación a una variedad de especies. Los corredores constituyen redes, y estos forman rutas de dispersión para las especies que viajan entre las manchas de hábitats y, además, contribuye al restablecimiento de poblaciones (Smith & Smith, 2007).

### 2.1.3. Biogeografía aplicada a la conservación

La biogeografía es el estudio de la distribución de los seres vivos sobre la superficie terrestre y de los factores que causan e influyen en dicha distribución. Esta disciplina se relaciona con otras como la geografía, la botánica, la zoología, la edafología y climatología, ya que debe estudiar una amplia serie de fenómenos para alcanzar sus objetivos de definir y analizar los patrones de distribución de los seres vivos en el espacio. Esto se sustenta con lo descrito por la UNESCO, donde se dice que *“la biogeografía se integra dentro de la geografía física aunque también le interesa a la biología, apoyándose en conocimientos procedentes de especialidades como la botánica, la zoología, la edafología u otras ciencias de la naturaleza. En todo caso, se trata de una disciplina de carácter transversal que ocupa una posición “puente” entre las ciencias naturales y el resto de la geografía”* (García, s.f.).

Dentro de su estudio es recomendable la priorización de áreas bajo mayor amenaza que pueda afectar a la supervivencia de los seres vivos. Por otra parte, los métodos biogeográficos pueden formar parte de las estrategias de conservación, ya que permite proponer, a partir de criterios científicos, nuevas zonas de protección de biodiversidad dentro de los sistemas de áreas protegidas de cada país, y sirve además para la planificación y desarrollo del territorio (Lacoste, 1978; Escalante, 2003; Escalante et al., 2007; García et al., 2008; Luna & Contreras, 2010). Finalmente, el estudio de la biogeografía y sus procesos han estado sujetos en los últimos años a nuevos avances tecnológicos, no solo a partir de métodos cartográficos y uso de imágenes satelitales, sino también los métodos de modelamiento que en los últimos años están siendo muy utilizados para determinar áreas potenciales de nicho ecológico y predecir distribuciones futuras, y son precisamente estos métodos los que servirán como instrumentos de manejo y conservación de ecosistemas y el uso sostenible de los recursos naturales (Escalante, 2009).

## 2.2. Los Bosques: ecosistemas naturales y humanos

Los bosques son el objeto de estudio central, siendo específicamente el bosque seco costero al cual se dedicará el énfasis. Se presentará por tanto las características e importancia del bosque seco costero en el Perú, Por su parte, será de suma importancia detallar lo que hoy en día se conoce como gestión integral de bosques, ya sea a nivel nacional como internacional, y finalmente, cuáles son los recursos forestales que los bosques ofrecen y que aportan a la calidad de vida humana.



### 2.2.1. El bosque seco costero del Perú

“Los bosques secos en su sentido más amplio han sido definidos de diversas maneras. Según Murphy & Lugo (1995), estos bosques han sido definidos basándose en su fisonomía (bosques, monte, matorral, etc.), monto de lluvia recibido (seco o sub-húmedo), estacionalidad (bosques estacionalmente húmedos o estacionalmente secos), longevidad del follaje (bosques siempre-verdes, semi siempre-verdes, semi-decíduos, decíduos) y sustrato (bosques sobre piedra caliza). Los bosques secos han sido muchas veces considerados como componentes degradados de formaciones vegetales más densas, ricas y exuberantes. Esto ha influenciado la percepción que se tiene de su valor como objetos de conservación y de investigación” (Linares, 2004).

Para Linares (2004), los bosques estacionalmente secos del Perú deben definirse a partir de las palabras de Pennington et al. (2000), quien dice que los bosques secos son aquellos donde la precipitación anual está por debajo de los 1 600 mm, y su temporada seca llega a durar hasta casi seis meses y su precipitación disminuye hasta menos de 100 mm. A partir de esto, los procesos ecológicos son estacionales de una forma muy marcada, mientras que la productividad neta es mucho menor que la de los bosques húmedos, ya que solo se da en épocas de lluvias. Además de esto, los bosques secos también tienen menor estatura y área basal que los tropicales húmedos. Finalmente, deben tomarse en cuenta los límites altitudinales y la calidad de los suelos (Linares, 2004).

Los bosques estacionalmente secos, conocidos comúnmente como bosques secos, son uno de los ecosistemas bajo mayor amenaza en el mundo, como sucede en países como Colombia, Ecuador y Bolivia, donde solo quedan algunos remanentes aislados de bosques con poca extensión y densidad boscosa. Por otra parte, la amenaza evidente de los bosques se manifiesta en el impacto humano por, en primer lugar, la cada vez mayor presencia de zonas de agricultura, ya que por la misma biomasa vegetal, que al ser comparada con la de bosques lluviosos es mucho menor, vienen a ser áreas más simples de limpiar para estas actividades económicas primarias; y en segundo lugar, la tala ilegal con fines maderables y no maderables, además de los incendios forestales antrópicos. A pesar de esta situación aún no hay los suficientes estudios sobre estos, siendo solamente en los últimos años donde ha surgido un interés por estos bosques a nivel mundial (Linares, 2005; MINAM, 2011c). En el Perú, el bosque seco se ha visto afectado en el tiempo por la intervención humana, lo cual ha afectado la reproducción natural de especies animales y vegetales por medio de actividades de expansión agrícola, de sobrepastoreo, de urbanización y minería. Haciendo un énfasis en la expansión de la agricultura, podría decirse que los bosques secos han tenido un retroceso al mismo ritmo que el avance de la agricultura en el Perú (Hocquenghem, s.f.).

La distribución de los bosques secos en Sudamérica comprende desde el norte de México en el Neotrópico hasta el norte argentino y sur brasilero, y representa el 22% de áreas boscosas. En el caso nacional, los bosques secos se distribuyen principalmente en la región noroeste peruano y en ciertos valles interandinos, ubicándose desde zonas próximas al nivel del mar, donde hay mayor predominancia de planicies costeras hasta áreas de lomas, colinas bajas y altas y laderas montañosas, llegando hasta casi 2 200 msnm, ocupando aproximadamente 3 millones de hectáreas, es decir casi el 2,8% del territorio nacional y el 50% de Lambayeque, Piura y Tumbes, donde habitan más de 400 000 personas de familias campesinas. Se encuentran en las áreas con mayor aridez del mundo y, por ende, con un alto grado de vulnerabilidad frente a la desertificación (Otivo, 2008; MINAM, 2011b).

Para el caso de su composición biológica, las especies más importantes de flora son el algarrobo, huarango, palo santo, hualtaco y jacarandá, y en cuanto a fauna, el zorro costero, gato de las pampas,

venado de cola blanca, oso de anteojos – que hoy en día se encuentran en zonas restringidas – el sajino, gavián, pájaro carpintero, canastero y cortarrama. Una de las formaciones vegetales más importantes son los bosques secos de algarrobo, los cuales ofrecen una serie de beneficios a las comunidades de las zonas próximas como hojarasca para alimentar ganado, así como sus productos maderables y los frutos de algarroba para uso doméstico y comercial (FMAM, 2005; MINAM, 2011c).

### 2.2.2. Gestión integral de los bosques

La gestión integral de bosques consiste en aprovechar, de una forma sustentable, los diversos recursos del bosque y reconocer las diferentes funciones de estos ecosistemas para beneficio multisectorial, ya que ofrecen y generan riqueza para el desarrollo económico local y regional, reducen los índices de pobreza de las poblaciones dependientes de sus recursos y otorgan una serie de servicios ambientales (MDRAYMA, 2008). Por tanto, las propuestas que se dan para la gestión integral forestal busca impulsar la participación y adopción de nuevas acciones por parte de los sectores políticos, económicos, sociales y ambientales para un aprovechamiento sostenible y conjunto de los favores que nos ofrecen los bosques y a la vez conservarlos y protegerlos ante las evidentes amenazas que los asechan.

En el país ya se cuentan con fondos de apoyo a la conservación y manejo forestal. Ejemplos de estos son el Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú (PROFONANPE), el cual es un instrumento financiero cuyos fines se enfocan en la conservación de la diversidad biológica; el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM), que busca promover la inversión pública y privada para el desarrollo de planes, programas y proyectos dirigidos hacia el uso sostenible de los recursos naturales y a fortalecer las capacidades para una buena gestión ambiental; y el Fondo de Promoción del Desarrollo Forestal (FONDEBOSQUE), apoyado por el Estado y fondos internacionales con fines de mejorar la gestión forestal. Además, hay iniciativas para promover el manejo adecuado de bosques como lo es el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNBC), el Programa de compensaciones para la competitividad (PCC) y el proyecto “Apoyo a la implementación de REDD+ en el Perú” (UICN, 2012).

Dentro del marco internacional, los bosques secos son ecosistemas únicos y un albergue de gran diversidad biológica, pero también son ecosistemas en peligro y que demandan alta prioridad de conservación. Para el caso de bosques secos del Perú, la gestión forestal sostenible de estos se basa, por una parte, en la población involucrada con ellos, es decir, familias campesinas que dependen de sus recursos, principalmente las que están en situación de pobreza o pobreza extrema (INEI, 2010). Si bien hay cierto apoyo estatal a partir del marco legal y normativo, las comunidades y familias campesinas vienen a cumplir un rol crucial, pues por el mismo interés en mejorar sus condiciones de vida buscan soluciones prácticas para el funcionamiento sostenible de los bosques secos, sustentando así sus actividades productivas y extractivas y, finalmente, generar un ingreso para su crecimiento socioeconómico (Otivo, 2008).

Por las situaciones que están tomando fuerza en la actualidad como el cambio climático, la deforestación, la desertificación, la pérdida de la biodiversidad, la inseguridad alimentaria y la pobreza, los bosques requieren fuertemente enfoques integrados de gestión de recursos y del paisaje. Lamentablemente, en nuestra realidad, la gestión de los bosques suele darse de manera aislada, donde los distintos actores buscan beneficiar a ciertos sectores y proteger los elementos que más provecho les otorgue, por lo que se ve necesario crear nuevos sistemas y modelos de gestión que integren todo un conjunto de factores mediante

instrumentos planificadores de uso de la tierra y medidas de adaptación ante amenazas a los bosques, como es el caso del cambio climático (FAO, 2010).

### 2.2.3. Bosques y bienestar humano

Los bosques son los depósitos y albergues naturales de la biodiversidad y de un conjunto de beneficios y aportes al medio natural y humano. A estos se les conoce como servicios ecosistémicos, es decir, las funciones que permiten satisfacer las necesidades de la población humana y que son cruciales para desarrollo económico y bienestar social. A lo largo del tiempo se ha enfocado la visión hacia los bosques como los principales productores de madera y leña, lo cual ha concentrado la valoración económica y social de estos ecosistemas en base a esta función y, por tanto, el desarrollo forestal se ha orientado a plantaciones de rápido crecimiento, dejando de lado la importancia de la conservación de los bosques nativos (Lara et al., 2010; MINAM, 2011c).

Los bosques son ecosistemas claves en cuanto a la adaptación al cambio climático y, además, contribuyentes en la mitigación del mismo, ya que capturan y almacenan el carbono en su biomasa. Por otro lado, cuentan con una gran biodiversidad, de la cual se obtienen beneficios científicos, por lo que también se les denominan a los bosques como “boticas ancestrales”, debido a que sus organismos vivos, es decir las especies vegetales y animales, son parte de las soluciones a las necesidades humanas. Por ejemplo, nos proporcionan productos como aceites, fibras, pigmentos, alimentos y, además, la diversidad de plantas que representan la medicina tradicional utilizada por las comunidades indígenas y rurales es muy amplia, llegando a registrarse más de 1 000 especies de plantas con dicho uso en el Perú (MINAM, 2011c).

Los bosques ofrecen otros servicios como regulación de la temperatura, la purificación del aire, la regulación de los ciclos del agua y la protección y mantenimiento de la calidad de los suelos, que en conjunto protegen la calidad del agua de las cuencas para consumo y producción; y la estética paisajística o servicios culturales, donde destacan los servicios ecoturísticos y recreación, es decir, el turismo sostenible en base al respeto al medio ambiente. Esta modalidad ha ido incrementándose considerablemente en los últimos años, reflejado en las grandes cantidades de visitantes que viajan a disfrutar de la naturaleza y de los diversos paisajes con gran biodiversidad. Además, se aprecia parte de la cultura, cosmovisión e historia del uso de estos bosques por otras civilizaciones, fomentando así los servicios de educación, creando un sistema de conocimientos más amplio (Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica, 2010; Ojea, s.f.; MINAM, 2011c; Balvanera, 2012). Además, los bosques, a nivel mundial, conforman un sector dinámico con gran potencial para aportar a la economía nacional (Rodríguez, s.f.) siempre y cuando el uso y aprovechamiento de sus recursos sea equilibrado con su protección.

Los servicios relacionados con la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (REDD+) son, hoy en día, los de mayor promoción en muchas partes del mundo, ya que se vinculan con actividades de restauración, conservación y manejo adecuado de los ecosistemas forestales (UICN, 2012). En los bosques secos de Piura y Lambayeque, los REDD+ fueron empleados como mecanismo para retribución por servicios ambientales para la mitigación al cambio climático, donde se obtuvieron beneficios económicos, como implementación de actividades productivas sostenibles y valoración de servicios y bienes del bosque seco; beneficios sociales, como equipo técnico con capacidades para gestión de bosques; y

beneficios ambientales, como evitar los gases de efecto invernadero y conservación de la biodiversidad (MFS, s.f.).

### 2.3. Amenazas actuales a los bosques naturales

Los bosques hoy en día se están viendo afectados por diferentes situaciones. Parte de la situación negativa de los bosques y sus comunidades, a nivel nacional y mundial, se debe principalmente a factores humanos, que inciden en los cambios concurrentes en el clima como son el calentamiento global y efecto invernadero, ya que los bosques no solo significan fuente de vida y de recursos, sino también son medios de adaptación de los efectos del cambio climático, por lo que su desaparición intensifica los efectos de este fenómeno mundial a un mayor nivel. Son diversas las causas que generan esta situación, siendo la principal en el contexto de los bosques secos de Lambayeque, la deforestación o tala excesiva de árboles, además de los incendios forestales de origen antrópico, lo cual influyen no solo en potenciar los cambios en el clima, sino también en la degradación forestal, fragmentación de hábitats y migración o extinción de especies, además de la disminución de recursos para aprovechamiento humano.

#### 2.3.1. La deforestación

La deforestación significa no solo la pérdida de bosques, sino convertirlos a otro uso de tierra o suelo, afectando así el funcionamiento de los ecosistemas forestales (Aguilar et al., 2000; Cabrera et al., 2011; Montenegro et al., s.f.). La deforestación es un problema grave y que afecta a muchas poblaciones a nivel mundial. Sus consecuencias perjudican tanto al medio ambiente como a la humanidad en cuanto a su desarrollo económico y bienestar social. Sin embargo, es precisamente el factor humano, el cual busca mayores beneficios económicos, el que impulsa a esta práctica devastadora. Por ejemplo, cuando los productos agrícolas o cambios en la tecnología llegan a altos valores económicos, se encuentran los momentos favorables para expansión agrícola en tierras que antes eran bosques, situación que se da por lo general en países en vías de desarrollo (Aguilar et al., 2000; Montenegro et al., s.f.).

La deforestación extensiva es la actividad más amenazante para la biodiversidad, ya que deja fragmentos del propio espacio natural dispersos en el territorio. Esta actividad está vinculada con el uso del ecosistema, el cual a lo largo del tiempo ha tenido diferentes utilidades relacionadas a la tecnología disponible para la fragmentación del área natural y el uso de suelo. Por tanto se considera que la deforestación junto con la fragmentación son las principales causas de la pérdida de biodiversidad y la salud ambiental (Aguilar et al., 2000; Guevara, et al., 2004).

Las causas de la deforestación cambian a lo largo del tiempo y de acuerdo al lugar. Surge con los sistemas agrícolas nómadas y, más adelante, aparece el monocultivo de especies introducidas, el cultivo de pastos para alimentación de ganado y el cultivo tecnificado de grandes extensiones. En nuestro tiempo, según Geist & Lambin (citado por González, 2013), las causas de la deforestación son la explotación forestal, la ampliación de áreas de cultivo, la expansión y el desarrollo de la urbanización y de infraestructura de transporte y para comunicaciones – como carretera, presas, caminos, explotación petrolera, viviendas – y los fenómenos naturales como incendios, inundaciones, deslizamientos de tierra, huracanes, entre otros.

La deforestación, además de afectar a la biodiversidad, genera otras consecuencias como son el deterioro de los servicios ambientales por la perturbación del hábitat y el aislamiento de los fragmentos entre sí, tanto a nivel local, regional y global. Los servicios forestales son diversos; sin embargo, económicamente no se le



ha otorgado el valor que merecen; sin embargo, esto es diferente para el caso de usos de suelo alternativos en una misma área forestal, por lo que la tala es una práctica inevitable en la realidad actual. Un primer impacto de la deforestación, a escala local, es la reducción de la vegetación natural, lo cual ha ido incrementando considerablemente la erosión del suelo, especialmente en colinas y laderas, tierras bajas y planicies. A escala regional, el impacto mayor es la reducción de la disponibilidad del agua, así como el aumento de escorrentía, dando lugar a inundaciones. Por último, a escala global, el mayor problema que genera la deforestación lo constituye el cambio climático, ya que genera el 17% de las emisiones de carbono en el mundo, disminuyendo la capacidad de captación de CO<sub>2</sub> y otros gases de la atmósfera. (Kanninen et al., 2008; Guevara et al., s.f.; CONAFOR et. al, s.f.).

Estamos ante un fenómeno complejo donde se involucra a la calidad de la cubierta forestal y tenemos como resultados devastadores la fragmentación del espacio y pérdida de biodiversidad, efectos que en muchos casos podrían no ser reversibles, entre otros efectos como menores precipitaciones y mayores temperaturas, pérdida de productos alimenticios, medicinales y de combustible, escasez de nutrientes en el suelo y pérdida del valor estético y cultural (Guevara et al., s.f.; PRB, s.f.). Si en el mundo los índices de deforestación son preocupantes (más de 2,3 millones de km<sup>2</sup>), en el Perú es igual de alarmante, ya que aproximadamente son 9,5 millones de ha de bosques las que han sido deforestadas para el 2012, con una razón de pérdida de 150 000 ha por año, y la situación ha llegado a ser considerada de urgencia tanto para la NASA como para la ONU (Marapi, 2013). Actualmente se tiene el dato, en el departamento de Lambayeque, que el ritmo de deforestación anual de los bosques secos está entre 7 000 a 10 000 ha (Perú21, 2009; El Comercio, 2015), sin embargo, no hay información con mayor precisión respecto al tema. Ante esto, es importante la mención de las plantaciones forestales, es decir aquellas formaciones forestales que sembradas o reforestadas con especies introducidas o nativas, creando así un ecosistema establecido por la siembra de árboles. En la presente investigación, se busca promover la plantación de enriquecimiento con manejo de la regeneración natural, ya que además de incorporar individuos a través de la plantación también se pretende favorecer el crecimiento de individuos del bosque que posean valor comercial (Cabrera, 2003).

### 2.3.2. El cambio climático y los bosques

El cambio climático es uno de los principales factores que conforman la problemática que se vive a nivel global. Es el cambio o alteración del clima y de los patrones meteorológicos normales en todo el mundo durante un período de tiempo amplio, principalmente a causa del incremento de la concentración en la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Esto genera un aumento en las temperaturas globales, los cambios en las precipitaciones y la reducción de superficies cubiertas de nieve y capas de hielo que son derretidas en los polos, además de indicar cambios en el nivel de los océanos en el mundo. De por sí, los bosques son importantes para el bienestar mundial, cubriendo el 30% de la superficie de la Tierra y donde viven gran cantidad de especies y, además, donde hay una serie de recursos de los cuales depende en gran parte la subsistencia de la humanidad. Por tanto, el papel de los bosques es imprescindible para la mitigación de los efectos climáticos, ya que estos absorben el carbono de la atmósfera y lo almacenan como si fueran un tipo de reservorios; sin embargo, con su continua degradación y posible desaparición en el futuro, las variaciones en clima podrían tomar más fuerza y causar mayor daño en la vida humana, sin la presencia de estas áreas naturales cuyo rol es el control del clima y el mantener el ciclo de carbono, entre

otros procesos. Se convierten, por tanto, en emisores de CO<sub>2</sub>, debido principalmente por los bruscos cambios en los usos de suelo (FAO, 2010; CONAFOR, s.f.; CONAFOR et al., s.f.).

El cambio climático podría causar alteración en el crecimiento de los árboles, la cantidad y la intensidad de los incendios, así como sequías, inundaciones y tormentas. Por tanto, los enfoques de adaptación de la gestión forestal sostenible aportarán a reducir la vulnerabilidad de los bosques, manteniendo la capacidad productiva de las áreas forestales y fomentando la adaptación de las comunidades que dependen de estas áreas (FAO, 2010).

El rol de los bosques puede ser primordial en cuanto a la mitigación de los efectos de catástrofes como inundaciones, deslizamientos, oleajes de tormenta, etc. En cuanto a la biodiversidad, esta engloba la variedad de formas de vida existentes, las funciones ecológicas realizadas y la diversidad genética que poseen. La biodiversidad es clave para la resistencia del ecosistema del bosque y la adaptación de sus especies al cambio climático, asegurando la función de mitigación de los bosques, sin embargo, su pérdida progresiva debilita esta capacidad de respuesta (FAO, 2010; Vallejo et al., 2013).

### 2.3.3. Incendios forestales

*“El incendio forestal es el fuego que se expande sin control sobre especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, siempre y cuando no sean características del cultivo agrícola u objeto del mismo, y que además no sean parte de terrenos urbanos”*.<sup>5</sup> Un incendio forestal se da cuando hay una propagación extensa del fuego sin control alguno, afectando a los bosques y sus recursos, ya sean en zonas selváticas, áridas y semiáridas (Plan Nacional de Manejo del Fuego & Jefatura de Gabinete de Ministros, 2006; CONAFOR, 2010; CONAFOR, s.f.; Alaejos, 2013; Moscovich et al., s.f.). En muchas ocasiones causan daños ecológicos en amplias extensiones de terreno sobre la flora, la fauna, los recursos hídricos y los suelos. Además, generan daños económicos sobre productos madereros y no madereros, destruyendo el paisaje, lo cual es significativo para las zonas de turismo. Los incendios forestales se originan por causas naturales como las tormentas eléctricas o, en ciertas ocasiones, por la actividad volcánica. El otro tipo de causas son las de origen antrópico, ya que la presencia humana en montes y bosques significa presencia de elementos, actividades o instalaciones que puedan ocasionar los incendios (Manta & León, 2004). Por otro lado, los accidentes o negligencias en el uso de los recursos forestales y mal manejo en la aplicación del fuego, determinan que en todo el mundo gran parte de los incendios sean causados por actividades humanas (Manta & León, 2004; CONAFOR, 2010).

Es importante medir la influencia negativa de los incendios para los bosques y su biodiversidad y compararlo con otras causas y amenazas a los bosques secos. Como se dijo anteriormente, los incendios son causados, en su mayoría (más del 90%) por el factor humano, principalmente por actividades agropecuarias y urbanas, además de ciertos descuidos de visitantes y cazadores (Alaejos, 2010; CONAFOR, 2010; BoletínParamostar, s.f.). En el Perú, y específicamente en las zonas donde se desarrollan ecosistemas secos, los incendios son resultado de la fuerte presión por parte de la población humana, donde se utiliza el fuego como herramienta para la preparación de la tierra y convertirla en terreno con capacidad agrícola, extracción de miel de las abejas, entre otras actividades (INRENA, 2004). Sin

---

<sup>5</sup> Fenómenos antrópicos.blog [http://losfenomenosantropicos.blogspot.com/p/incendios-forestales.html]



embargo, debe considerarse que los incendios son también parte de la dinámica de los bosques, siendo su papel en estos ecosistemas muy complejo. En parte, los incendios pueden significar daños y destrucción, pero el fuego forma parte del funcionamiento de los ecosistemas, pues muchos de ellos se han adaptado con el tiempo para depender de sus efectos, como lo son por ejemplo la incorporación de nutrientes y germinación de algunas semillas (CONAFOR, 2010). En esta investigación se tendrá en cuenta el rol de los incendios, las causas antrópicas que los generan y en qué medida afectan y se relacionan a los bosques.

## 2.4. Factores para el funcionamiento del ecosistema

Respecto a los dos puntos anteriormente definidos, cabe mencionar y describir aquellos que son conocidos como los factores que rigen el funcionamiento de los ecosistemas secos: el clímax del fuego y el ENSO. Ambos aportan para el crecimiento y desarrollo de las comunidades vegetales en los ecosistemas forestales y generan un equilibrio frente a las potentes amenazas.

### 2.4.1. Clímax de fuego

Al definir los incendios forestales como amenaza de los bosques, se mencionó también que estos forman parte de la dinámica de dichos ecosistemas, y es dentro de este caso donde se incluye el clímax de fuego. Este término se enmarca en el contexto de las continuas quemaduras en las áreas forestales y cómo éstas, supuestamente, generan la “limpieza” del campo. Sin embargo, se ha llegado a demostrar que en zonas con climas húmedos y secos el fuego no afecta el establecimiento de especies forestales leñosas, y además que la densidad de los árboles en dichos ecosistemas no se basan en el fuego. Desde tiempos antiguos se consideran a los incendios forestales como un proceso de gran relevancia en los bosques, pues su impacto cumple un rol importante en la fisonomía y composición de la flora en las comunidades vegetales dentro los ecosistemas naturales. Es así que diferentes especies han desarrollado mecanismos de adaptación y las diversas comunidades se han consolidado por medio de la sucesión gracias a la presencia del fuego (De las Salas, 1987; Iglesias, 1993). Por tanto, en la investigación se obtendrá el nivel de efecto negativo hacia los bosques y de qué forma se cumple el clímax de fuego como parte de la dinámica del desarrollo de estos.

### 2.4.2. El Niño Oscilación del Sur

Si bien se describió anteriormente la relación entre los bosques y el cambio climático, resulta interesante mencionar un fenómeno de variabilidad climática que por su historia y efectos en el territorio peruano es considerado un factor más en la dinámica y desarrollo de los bosques. El Niño Oscilación del Sur (ENSO) es un evento físico natural donde entran en relación el océano y la atmósfera y donde, además, las condiciones meteorológicas en el espacio se ven alteradas, provocando anomalías en el comportamiento de las lluvias y temperatura del aire. Para el caso de la costa norte, los ENSO con mayor intensidad fueron el de 1982 – 1983 y 1997 – 1998, siendo este último el que mayores efectos tuvo en Lambayeque por sus intensas lluvias. El principal impacto positivo del evento de El Niño en el Perú es debido a que, por la intensidad de las lluvias, se hace posible la regeneración natural de los bosques secos de la costa norte y además permite y favorece la recarga de acuíferos (SENAMHI, 2014).

### CAPITULO III

#### **ESTUDIOS PREVIOS SOBRE BOSQUE SECO Y ALGARROBO**

A lo largo de la historia los recursos del bosque seco han sido la principal fuente de subsistencia de recolectores, cazadores, pastores y campesinos. En los últimos años, el bosque ha experimentado procesos de degradación por la destrucción de la cobertura vegetal a causa de la tala, quema y sobrepastoreo. Es por tanto que en este capítulo se explicará, de forma general, los precedentes de la investigación, enfatizando en los estudios sobre bosques secos, tanto a nivel nacional como mundial, y sobre los métodos para conocer la distribución del algarrobo en estos ecosistemas.

La existencia de los bosques secos en la costa peruana merece total preocupación científica y mayor atención profesional con respecto a la reducción de su biodiversidad y las modificaciones que han ido sufriendo, pero aún más para tener conocimiento sobre su funcionamiento, energía, dinámica, productividad y su relación con los grupos humanos (Novoa, 2011). Ante esto, se han hecho una serie de estudios nacionales destacables, encabezados por las investigaciones de Reynaldo Linares.

Los trabajos realizados por Linares Palomino, en conjunto con otros investigadores, se basan principalmente en estudios de vegetación de los bosques estacionalmente secos en el norte peruano. Uno de estos es el trabajo realizado en el bosque seco de Cerros de Amotape, ubicados en Piura y Tumbes. En esta investigación, Linares no solo realiza muestreo de vegetación a partir de la metodología de parcelas, sino también lo enfoca desde el punto de vista biogeográfico, ya que estudia los patrones de distribución espacial de cuatro especies de árboles<sup>6</sup> propias del bosque seco, identificando finalmente que las condiciones edáficas, micro climáticas, disturbios antrópicos y la herbívora son los factores que más contribuyen a la expansión de las especies en estudio (Linares, 2005).

Un estudio que también incluye métodos de muestreo por parcelas y métodos geográficos, es el realizado en los bosques secos de Piura, con el fin de obtener la composición florística de las llanuras costeras de Piura y realizar así mapas de clasificación de la vegetación. La investigación muestra resultados de una clasificación propia de los BES de Piura según criterios de composición vegetal – por debajo de los 100 m, entre los 100 y 400 m, entre 200 y 350 m, entre 220 y 470 m, entre 280 y 350 m, entre 390 y 750 m – siendo en las dos primeras clasificaciones donde hay presencia de *Prosopis pallida*. Estos resultados fueron analizados y comparados con las formaciones propuestas por Weberbauer entre 1922 a 1930, comprobándose las similitudes entre ambas clasificaciones tanto en composición como en ubicación. Finalmente, se recomienda trabajar la metodología de esta investigación para los departamentos vecinos de Piura: Lambayeque y Tumbes, con el fin de mejorar la eficiencia de los mapas de bosque secos (La Torre & Linares, 2008).

Otro estudio de importancia fue el realizado por la doctora Ana Sabogal, cuyo objetivo en su libro “*Estudio de la vegetación y el pastoreo en los bosques secos del norte del Perú, con énfasis en la distribución de Impomoea Jacq*” (2011), es el de brindar una visión conjunta de la vegetación, su dependencia de las condiciones locales naturales y socioculturales, así como su deterioro progresivo. En este caso, el área de estudio es el Parque Nacional Cerros de Amotape, el coto de caza El Angolo, el Bosque de Tumbes y el

---

<sup>6</sup> Las especies estudiadas fueron: *Bursera graveolens*, *Caesalpinia glabrata*, *Cochlospermum vitifolium*, *Eriotheca ruizii*

Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, que juntos conforman la “Reserva de la Biósfera del Noroeste”, creada particularmente para la regeneración de lo que aún queda en el bosque seco. Por otro lado, la investigación se basó en tres aspectos del bosque, es decir sus ejes de análisis: la vegetación y su distribución, la intensidad del daño por mordida producido por las cabras y, finalmente, la distribución de *Impomoea carnea* Jacq (Sabogal, 2011).

En la misma zona de estudio, la RBNO (Reserva de la Biósfera del Nor Oeste) se realizó un estudio sobre los patrones de estructura y diversidad arbórea, así como su estado de conservación, a partir de bases de datos de inventarios forestales. También se trabajaron parcelas, en las cuales se comprobó la variación de la riqueza de especies y, por ende, la poca homogeneidad de los factores ambientales del lugar. Como parte de la metodología se trabajaron los índices de Simpson y Sorensen, el primero para determinar riqueza y diversidad y el segundo para determinar la similitud entre las diferentes parcelas muestreadas. Por otra parte, en cuanto a la evaluación de la conservación del bosque, se tomaron en cuenta factores que influyen en la disminución, fragmentación y desaparición de los bosques secos – agricultura, deforestación, sobrepastoreo, entre otros – así como la presión humana en los recursos regionales. Finalmente, se recomienda el uso de estrategias de conservación y a la vez opciones para beneficio al poblador local a partir del aprovechamiento de recursos no maderables así como formas de protección del bosque seco (Leal & Linares, 2005).

Otro estudio con enfoque en los bosques secos, pero desde otra perspectiva, es el Proyecto Algarrobo, el cual contiene una serie de publicaciones y entre las que se encuentra el “Sistema de monitoreo y evaluación del Proyecto Algarrobo mediante el uso de indicadores en bosques secos” (2004). La experiencia de este proyecto buscó definir, cuantificar e implementar el uso de indicadores que permitan evaluar adecuadamente la conservación y el manejo sostenible del bosque seco en la costa norte. Para esto se aplicaron estrategias y se realizaron diversas actividades, entre las que destaca la capacitación participativa de la población (Dávila, 2004).

Como muestra de la importancia de estos ecosistemas, en el año 2008 se realizó el III Congreso Internacional de Ecosistemas Secos, a partir del cual se obtuvo una publicación que contenía los resúmenes de cada ponencia. No solo se presentaron investigaciones internacionales que incluyen los bosques secos y sabanas neotropicales en Brasil, Paraguay, Argentina, Bolivia, Colombia y Perú, sino que también una variedad de temas, perspectivas y metodologías trabajadas, como por ejemplo, la estructura y diversidad vegetal, estudio de patrones biogeográficos para la distribución de ciertas especies animales y vegetales, así como de ecosistemas, los recursos naturales, los conflictos ambientales y el estado de conservación de las especies, y temas culturales en relación a las riquezas naturales. En cuanto a metodología, aparte de los ya conocidos métodos de muestreo, se valora mucho el uso de imágenes satelitales, técnicas de teledetección y cartografía digital para identificar el nivel de deforestación y cambios de uso de suelo (Rodríguez et al., 2008).

Siendo Lambayeque la región donde se hará el actual estudio, es de interés y relevancia comentar acerca de investigaciones hechas en esta zona. En primer lugar, desde el punto de vista biológico y ecológico, se puede destacar el Proyecto 110010 Inventario Forestal, que presenta el potencial forestal de Lambayeque. En esta publicación se da a conocer que las medidas protección y recuperación de los bosques secos no ha frenado la acción depredadora de estos, sino que aún están bajo la fuerte presión de las poblaciones rurales que utilizan estos recursos y, por tanto, la solución estaría en el análisis de estas poblaciones. Aparte de

esto, presenta también que, en ese entonces, los bosques ya estaban en estado de recuperación con árboles relativamente jóvenes y provenientes de la regeneración natural por el ENSO de 1983, especialmente de algarrobos y sapotes (Jara, 1990).

Desde una mirada más socio – ambiental, y continuando con los antecedentes de la zona de estudio – bosques secos de Lambayeque – Angulo (2008) presenta una investigación respecto a la gestión por parte de la población local en una de las ANP de mayor importancia: Santuario Histórico del Bosque de Pómac. El análisis que trabajó se basó en cómo el factor humano influye en el funcionamiento de un bosque bajo estado de protección, qué medidas de conservación se aplican, qué beneficios económicos obtienen y qué estrategias para el desarrollo planifican. El autor no solo refleja en su descripción la evidente conservación que tiene el santuario, sino que abarca una variedad de utilidades que deben ser aprovechadas por la población que habita en su zona de amortiguamiento. Sin embargo, para garantizar una buena calidad ambiental y un desarrollo socioeconómico se deben tener en consideración para el análisis las diferentes herramientas de gestión, es decir se promueve la necesidad de una gestión integral del bosque seco, tomando como ejemplo una de las áreas. La amplia investigación en esta tesis y su trabajo basado en la percepción aportará a identificar las principales amenazas a esta ANP y poder comprobarlas bajo una metodología de gabinete como de campo, y servirá además para proponer similares modelos de gestión a áreas protegidas futuras con las mismas características (Angulo, 2008).

Dentro de un marco internacional, el *Prosopis pallida* ha sido objeto de estudio en Hawaii, donde se le conoce como Kiawe. El artículo presentado por Roger Skolmer (1990) inicia con una introducción sobre su historia en Hawaii como especie introducida, para luego explicar el área de distribución natural y de naturalización, factores como el clima, los suelos y topografía así como la cobertura forestal asociada. Luego de explicar el entorno y el hábitat, profundiza a detalle de la especie en cuanto a su ciclo vital y finalmente los usos que se le da (Skolmer, 1990). Otro estudio importante a nivel global en formato de monografía sobre la especie se realizó en el Reino Unido, a cargo del Departamento de Desarrollo Internacional. Dentro del contenido de esta monografía puede resaltarse los sitios de desarrollo rural donde habita este árbol, la especie como recurso, sus productos principales, la historia de su explotación como tal, la situación de deforestación, sus usos tradicionales y las introducciones intencionales. Una segunda parte presenta temas sobre morfología, biología y ecología, finalizando en su valor como recurso y el manejo para su conservación (DFID, et al., 2001).

Entre los estudios realizados de esta especie en el marco nacional puede mencionarse la realizada por la Universidad de Piura, que buscaba promover en su investigación el desarrollo sostenible de los bosques secos del noroeste del Perú, proponiendo como alternativa la industrialización del fruto del algarrobo, además de lograr el desarrollo socioeconómico de estas zonas y evitar la deforestación por las condiciones de extrema pobreza. Ante esto, se presentan dos productos industrializables con un gran potencial de mercado: la algarrobina y la harina de algarroba. La Universidad de Piura propuso técnicas de forestación en zonas desérticas con algarrobo y la industrialización de la algarroba como impulso al desarrollo de la región noroeste peruana, promoviendo así la conservación de los bosques secos. Para entonces ya se contaban con estudios de caracterización químico – nutricional del fruto y sus distintas partes, al igual que las tecnologías para producir nuevos derivados. Por otro lado, se ha dado un manejo de plantaciones de casi 60 ha de algarrobos junto a un programa de mejoramiento genético de especies forestales del bosque seco (Grados et al., 2000). Otra investigación realizada también por la Universidad de Piura es la



comparación de la morfología, composición y valor nutricional entre los frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*, y sus resultados prueban que las características de ambos son similares y que podrían tener idénticos usos industriales (Prokopiuk et al., 2000).

Distintas organizaciones y programas se enfocaron en el estudio de la morfología y fenología del algarrobo a partir del proyecto “Manejo Sostenible en el Bosque Seco de Algarrobo en el caserío de Progreso Bajo, II Etapa Tambogrande-Piura” (2005), donde se introduce sobre los bosques secos de la costa norte del Perú, y luego se enfatiza en los bosques secos de algarrobo, y específicamente en los de Piura, presentando los beneficios que ofrece a las poblaciones de la zona como la hojarasca para alimentación ganadera, el fruto de la algarroba como alimento del ganado y para consumo humano por su alto contenido de carbohidratos y proteínas, además de sostener que es fuente de ingresos adicionales al ser comercializada. Más adelante, se presenta una descripción sobre la distribución geográfica, su morfología – raíz, tallo, corteza, hojas, flores y frutos – así como su fenología – floración, fructificación y defoliación – siendo estos datos e información necesarios para toda investigación respecto a la especie. Además, se explican cómo se dan las formaciones de algarrobales y del ecosistema y, finalmente, detallan las virtudes que ofrecen los bosques de algarrobos en cuanto a sus productos primarios, apicultura, madera, como combustible y como función protectora y de mantenimiento del medio ambiente (FMAM, 2005).

Como discusión acerca de los precedentes, se tiene como perspectiva de interés la importancia del género *Prosopis* como recurso forestal en las zonas áridas y semiáridas de América, Asia y África, y de forma más particular, la presencia, distribución y situación actual del mesquite (*Prosopis pallida*) en Australia. En el primer caso, se menciona que hasta el 70% de las necesidades de leña en las comunidades rurales en zonas secas de India lo proveen formaciones de *Prosopis*, mientras que en Hawái y Sudán la especie *Prosopis pallida* es el árbol introducido más valioso, así como en el oeste de África es una especie importante en la estabilización de dunas, y en el caso particular de la región de Sahel donde es productora de combustible. Por otra parte, en las áreas donde los *Prosopis* son nativos hay respeto por este y sus productos, además de que han sido objeto de mayores estudios. Sin embargo, su cualidad productiva ha conllevado a mayor sobreexplotación y agotamiento de sus formaciones naturales. En las zonas donde estas especies son introducidas no hay aún un conocimiento sobre su potencial, y mucho menos responsabilidad en su uso y manejo, lo cual provoca una subutilización de la especie y desperdicio de los recursos (Barros, s.f.).

En distintos artículos respecto al tema, además de presentar la biología, historia de extensión, la significancia y valor a nivel nacional de esta especie, es curioso señalar que el algarrobo en Australia, y sobre todo en el estado de Queensland, es considerado una especie invasora, por su condición de especie introducida hace más de 100 años.<sup>7</sup> Se menciona que las estrategias que se han realizado en el tiempo en este país son con el fin de controlar su extensión y distribución y evitar que se convierta en una plaga.

Entre los diferentes objetivos de las estrategias se encuentra el mantener y coordinar el manejo del algarrobo a nivel nacional, definir la cobertura de invasión o el rango de distribución, utilizando herramientas de información geográfica, introducir agentes biológicos de control y reducir el impacto en los diferentes sectores (National Weeds Strategy Executive Committee, 2001). Sin embargo, ante este caso cabe identificar los aspectos similares que se dan en ese estudio y en la presente tesis, particularmente en el ámbito

---

<sup>7</sup> Department of Land Resource Management [[http://www.lrm.nt.gov.au/weeds/find/mesquite#.Uypqn\\_l5Pg8](http://www.lrm.nt.gov.au/weeds/find/mesquite#.Uypqn_l5Pg8)]



biogeográfico y metodológico, ya que se han utilizado diferentes herramientas de distribución geográfica y se puede estimar un área determinada de la presencia de algarrobos, en este caso concentrados mayormente en Queensland. (Anexo 1)

Según otro artículo se asegura que la extensión del algarrobo en Australia tiene impactos en la industria primaria y sobretodo en el medio ambiente, ya que su potencial para expandirse genera la exclusión de plantas nativas y genera cambios substanciales en la estructura de la comunidad vegetal y, además, puede afectar a poblaciones de fauna. Por otra parte, también se identifican las estrategias y métodos actuales de control más eficaces, como son las opciones químicas, las opciones mecánicas, el fuego, el control biológico, sistemas de manejo del pastoreo y la explotación comercial (Csurhes et al., 1996),

Según un punto de vista personal, si comparamos el caso australiano con el caso del norte peruano, se puede ver que los diferentes métodos de control utilizados en el primero son usados o evitados en el segundo. Si bien se requiere de un control biológico para evitar el crecimiento excesivo de los algarrobos en Australia, en el Perú se requieren proyectos de reforestación para regenerar los bosques de algarrobo. Se busca incrementar el pastoreo como un método de control de la vegetación, pero en el bosque seco del norte peruano se evidencia un sobrepastoreo que llega a ser perjudicial. Por tanto, se considera como opción la explotación comercial exterior, sobre todo a las zonas norte y sur de América, donde se aprovechan los usos del algarrobo y que puede generar ingreso económico. Por el lado contrario, en el Perú se requieren de estos bienes y servicios forestales del algarrobo, pero lamentablemente se presencia un escenario de agotamiento y sobreexplotación de los recursos, y eso debido a su inadecuada gestión.

Cabe mencionar también que la distribución tan fuerte que presenta el algarrobo en Australia se debe, además de su clima árido y semiárido, a que su clima es parecido al de Lambayeque, y a la disponibilidad de agua subterránea por su localización, lo cual difieren en el caso de Perú por su relieve y suelos, que en este país, a diferencia del propio, la especie de algarrobo no es una especie nativa sino introducida y que ha tenido la capacidad de propagarse en zonas con dichas condiciones climáticas favorables para su crecimiento. Además, el factor socioeconómico y humano también influye, ya que en Australia no hay una demanda significativa de los recursos y productos del algarrobo, siendo innecesaria su extracción excesiva, hecho que no ocurre en el Perú por su alta demanda de productos y sobre todo de leña y carbón vegetal de parte de las grandes ciudades. Esto genera que se den procesos de deforestación, quema de bosques y, posteriormente, consecuencias devastadoras como la fragmentación de hábitats y degradación de los suelos y vegetación. Por tanto, si bien en otras zonas se controla y gestiona de manera que la presencia del algarrobo disminuya para beneficio ambiental, ecológico y social, se debe integrar e implementar una gestión adecuada que busque mantener, conservar y proteger al algarrobo y su hábitat en el Perú.

## CAPITULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se describirán los aspectos metodológicos que se seguirán para realizar la tesis. En primer lugar, se mostrará la metodología, detallando el enfoque, las estrategias y el modo de abordaje. Luego, a partir del esquema metodológico de trabajo de la investigación, se describirán las fases de la misma o los procedimientos a seguir para la obtención de resultados y alcance de los objetivos. Finalmente, se explicarán los métodos utilizados, tanto en campo como en gabinete.

#### 4.1. Metodología

La investigación se desarrolla en el ámbito de acción de la ciencia de la biogeografía. Por otro lado, la metodología se alinea a los principios establecidos por Candolle (1820), quien fue el que distinguió las dos tradiciones de la disciplina biogeográfica: la biogeografía histórica y la biogeografía ecológica, las cuales analizan las causas en el pasado y el presente, respectivamente, y cómo afectan en la distribución de los seres vivos (Crisci & Katinas, 2009). Por otro lado, también hay un acercamiento a los principios de Richardson y Whitaker, quienes identifican a los modelos de distribución de especies y ecosistemas como un requerimiento clave para la biogeografía de la conservación (Pliscoff & Fuentes-Castillo, 2011).

La biodiversidad viene a ser un punto crucial para la funcionalidad de los ecosistemas y en especial para su resiliencia, siendo por tanto el mejor instrumento a usar el diseño de políticas y reformas que hagan énfasis en su protección y el mantenimiento de sus áreas naturales. Por tanto, el enfoque de estudio es hacia la conservación, es decir la atención se centrará en lograr una conservación integrada en el área de estudio para frenar la pérdida de especies provocada por la destrucción del hábitat y la degradación del territorio (Guevara & Laborde, 2008).

La investigación también se desarrolla desde la geografía económica y de distribución de los recursos naturales, pues se toma en cuenta al objeto de estudio, que es el bosque seco de algarrobo, como fuente de recursos y sustento económico para las comunidades. Por tanto, se incluirá parte de la metodología de geografía de la percepción, en donde la población local pueda expresar su opinión y conocimientos respecto a la importancia económica del algarrobo y del ecosistema en general.

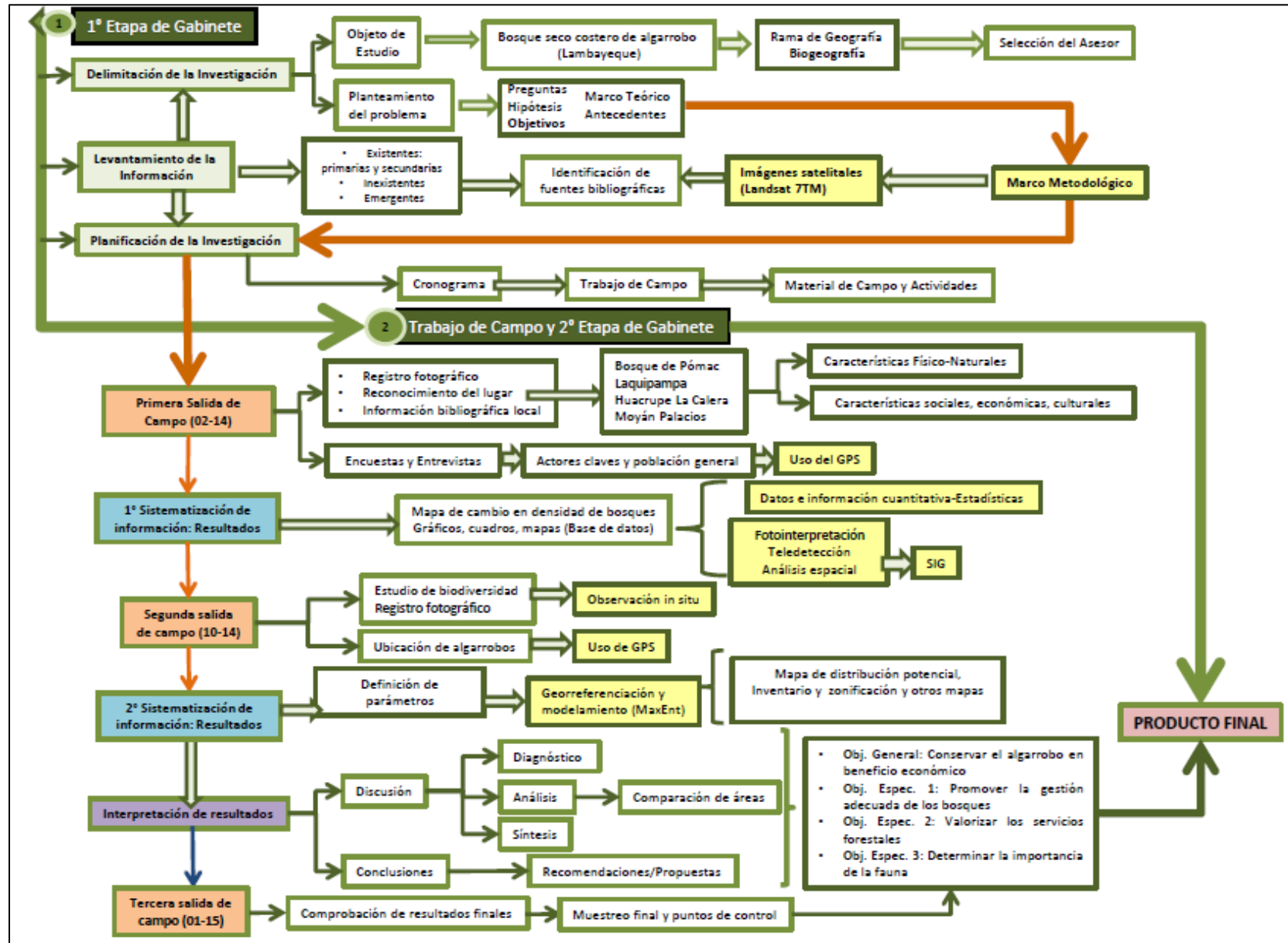
El conjunto de acciones a realizar busca tener una información y conocimiento completo sobre el tema y concientizar a la población a partir de la educación ambiental y ecológica, y estas serán parte de las estrategias utilizadas. En un primer lugar, en el caso de las estrategias de tipo **cualitativo**, esta se dará en el análisis de imágenes satelitales, junto a su interpretación y descripción para obtener un conocimiento completo y más profundo, y en el caso de la percepción de la población tener una noción la significancia son los bosques y las especies para la vida, aplicando la educación ambiental y la organización hacia la conservación a nivel local. Las estrategias del tipo **cuantitativo** se combinan con las cualitativas, ya que se procederá a la recolección de información y sistematización de la misma en una base de datos para generar modelos de distribución o cambios espacio – temporales sobre determinado espacio, y a partir de lo obtenido por fuentes humanas a través de conversaciones y cuestionarios. Por otra parte, se calculará el porcentaje de presencia de vegetación en diferentes años por medio de técnicas de teledetección para comprobar el aumento o reducción de un año respecto al otro.

Por último, la forma de abordaje de la problemática se da a partir del estudio de patrones de distribución de las especies a través de los modelamientos espaciales, utilizando diferentes software que permitan explicar la distribución actual y la proyección de lugares con potencial para albergar las especies en estudio, lo cual implica el trabajo de los investigadores pero a la vez de la participación de la población regional.

#### **4.2. Esquema metodológico de la investigación**

El esquema metodológico de la investigación es el esquema de flujos que determina la organización sobre cada fase que se realizará para que la tesis se culmine de manera exitosa. Este esquema presenta una primera fase de gabinete, en donde se tratarán las informaciones obtenidas y cuáles son las distintas decisiones y acciones tomadas para armar un tema de investigación, como es la delimitación del tema, la planificación de la investigación y el levantamiento de la información, siendo este último una retroalimentación de los dos anteriores. Por otra parte, dentro del primer punto hay un primer acercamiento al marco metodológico que se relaciona de manera continua tanto con la planificación como con la fase de campo. Luego, yendo a la segunda parte de la elaboración de la investigación, se intercala entre salida de campo y fase de gabinete, siendo en total tres salidas de campo, en las cuales se realizan distintas actividades, cada una con sistematización de la información e interpretación y discusión de los resultados, siendo esta la parte más compleja, pero que junto a las conclusiones y recomendaciones se obtendrá un producto final.

Fig. N°1: Esquema metodológico de la investigación  
Fuente: Elaboración propia



#### 4.2.1. Primera Etapa de Gabinete

La primera etapa de gabinete es el punto de partida para armar el tema de investigación. Esta etapa cuenta con los pasos de delimitación de la investigación, el levantamiento de la información y la planificación de la investigación.

**Tabla N°1: Fases de la primera etapa de Gabinete**

Fase	Actividades
<b>Delimitación de la investigación</b>	Definición del objeto y área de estudio: bosque seco de algarrobo en Lambayeque. Rama de la geografía: biogeografía, por ser el interés central la conservación de los bosques y el estudio de la distribución de la especie y los patrones que la determinan. Otras ciencias involucradas: ecología vegetal y ecología del paisaje. A partir del planteamiento del problema se formularon las preguntas de investigación, las hipótesis y se trazaron los objetivos.
<b>Levantamiento de la información</b>	Investigación sobre el estado actual del tema, profundizando en estudios hechos anteriormente. Fuentes bibliográficas primarias: en bibliotecas físicas y virtuales, revistas, artículos científicos o artículos de periódicos. Fuentes bibliográficas secundarias: fuentes de estadística y blogs. Material cartográfico digital: <i>shapes</i> para trabajar con el software <i>Arcmap</i> <sup>8</sup> , para la posterior realización de mapas; imágenes satelitales <i>Landsat 5 TM</i> y <i>8 OLI</i> , para estudiar los cambios en los bosques; localidades de presencia de la especie en herbarios físicos y digitales, y las variables bioclimáticas, para determinar la distribución potencial.
<b>Planificación de la investigación</b>	Cronograma para las fechas de salidas de campo, duración de cada una de ellas, cantidad de personas que aportaron y trabajo de campo que se realizó (materiales y actividades). Punto de partida para la fase de salida de campo.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. Salida de Campo

La salida de campo se divide en tres salidas que se realizaron en diferentes momentos. Cada salida tiene sus respectivos objetivos y actividades que se definieron con anterioridad, y posteriormente la información obtenida se trabajó en la etapa de gabinete.

##### **Primera salida de campo**

Se realizó entre el 28 de febrero al 4 de marzo del 2014, la cual tuvo como objetivo principal hacer un reconocimiento general del lugar de estudio. Entre las actividades que se llevaron a cabo estuvieron la visita al SHBP para conocer la extensión del lugar, sus características topográficas y ambientales, identificar las especies biológicas más importantes y, principalmente, registrar puntos de presencia de la especie de algarrobo con GPS. Por otra parte, se conversó con los actores clave del Gobierno Regional de Lambayeque, tanto con el Director de Recursos Naturales y Áreas Naturales Protegidas como con el jefe del ACR Huacrupe La calera, sobre la situación actual de los bosques secos del departamento. Además, se realizaron una serie de encuestas a la población entre las provincias de Ferreñafe y Chiclayo. Finalmente,

<sup>8</sup> El material vectorial se obtuvo de fuentes como MINAM, MINEDU, CAEG, y otros fueron elaborados a partir de los datos presentes en Google Earth, convirtiendo archivos kml a shapes.



se visitó la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ubicada en la provincia de Lambayeque para una mayor búsqueda bibliográfica.

**Fig. N°2 (izquierda):** Encuestas realizadas en la 1° salida **Fig. N°3 (derecha):** Visita al SHBP en la 1° salida



### **Segunda salida de campo**

La segunda salida fue la más corta – del 17 al 19 de octubre del 2014 – y se realizó como parte del trabajo de campo del curso de Ecología vegetal de la especialidad de Geografía y Medio Ambiente. En esta salida se visitó tanto en SHBP y el ACP Chaparrí, con el fin de conocer la biodiversidad y registrar nuevas localidades de presencia del algarrobo, así como observar la relación flora – fauna en estas áreas naturales protegidas.

**Fig. N°4 (izquierda):** Visita al SHBP en la 2° salida **Fig. N°5 (derecha):** Visita al ACP Chaparrí en la 2° salida



**Tercera salida de campo**

La tercera salida de campo fue la más larga – del 20 al 27 de enero del 2015 – pues sus objetivos, además de continuar con el registro de la especie con GPS, fue el de obtener información de uno de los bosques con mayor importancia en la región: el ACR Huacrupe La Calera. Luego de una previa conversación con el jefe del área para obtener los permisos necesarios y con su apoyo se visitó el ACR ubicado en Olmos y se acampó tres días, en los cuales se trabajó el muestreo de punto – centro – cuadrado para hallar posteriormente el índice de valor de importancia de dicho bosque. Adicionalmente se realizaron encuestas en la zona de Olmos y Ferreñafe.

**Fig. N°6 (izquierda):** Visita al ACR Huacrupe La Calera **Fig. N°7 (derecha):** Atardecer en Huacrupe La Calera

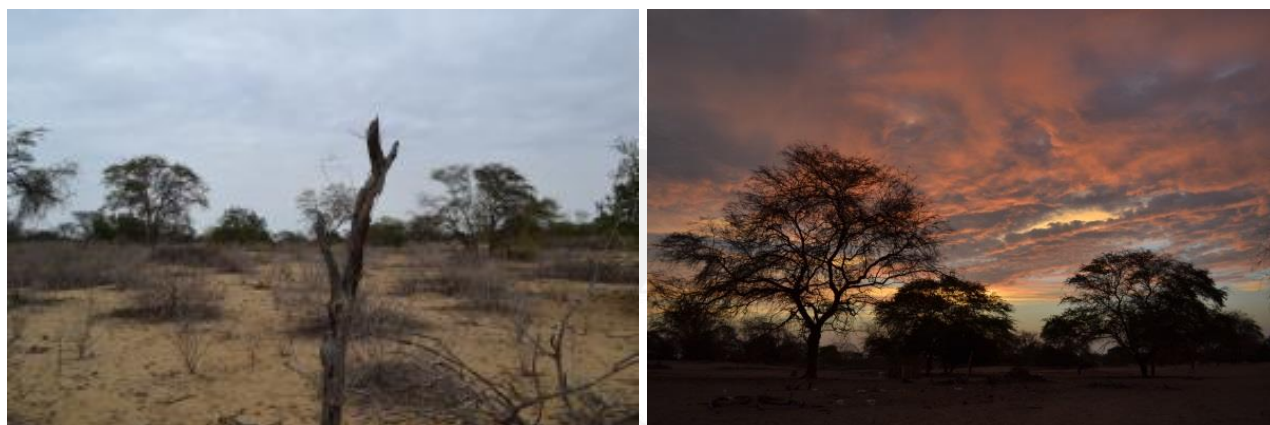


Foto: Arturo Salazar

**4.2.3. Segunda Etapa de Gabinete**

La segunda etapa de gabinete se basa en la información obtenida en las tres salidas de campo. A partir de los trabajos realizados en el área de estudio se obtuvo diversas bases de datos que son analizadas posteriormente para lograr un producto final.

**Tabla N°2: Fases de la Segunda Etapa de Gabinete**

Fase	Actividades
<b>Sistematización de la información: Resultados</b>	La información recolectada en las salidas de campo, por medio de las encuestas y entrevistas, se representó en gráficos y tablas. A partir de los métodos de modelamiento de distribución de especies (MDE) se obtuvo el mapa de distribución potencial del algarrobo. Se obtuvo el índice de valor de importancia (IVI) de uno de los bosques con mayor representatividad en el departamento y con gran biodiversidad. Se realizaron mapas de cambio de vegetación y composición paisajística de los bosques, a partir de imágenes satelitales con técnicas de teledetección, complementado con el registro fotográfico.
<b>Interpretación de los resultados</b>	Se realizó la discusión de los resultados obtenidos. A partir del análisis de los resultados se cumplen los objetivos y se presentaron las conclusiones y recomendaciones respecto a ellos, para aportar a investigaciones futuras.

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Métodos<sup>9</sup>

#### 4.3.1. Aplicando la percepción: uso de las encuestas

Más allá de tener en claro que el concepto del espacio para un geógrafo está dentro de los términos espaciales y análisis espacial, y como parte de sus instrumentos la cartografía y las imágenes aéreas o satelitales, se debe tener en cuenta la dimensión humana y cómo la sociedad actúa, participa y percibe su realidad espacial (Reques, s.f.). La geografía de la percepción, conocida como la “geografía del mundo vivido” propone una metodología rigurosa, siendo sus principales técnicas las encuestas, el mapa mental, la entrevista y análisis complementario de otras fuentes, con el fin de aproximarse a la realidad con el mayor cuidado y respeto, permitiendo, además, elaborar estrategias de desarrollo para entender las dinámicas territoriales. Hoy en día, se le reconoce ya como una subdisciplina de la geografía que se basa en el comportamiento y valores de la sociedad y el entorno frente a su realidad ambiental. Parte de los instrumentos que utiliza esta rama geográfica son los talleres de percepción, y no solo por parte de los programas de desarrollo sino por la participación misma de las poblaciones, ya que a partir de su propio diagnóstico y análisis pueden encontrar las medidas adecuadas en busca de su sostenibilidad ambiental (Bernex, 2008, Morales, 2012; Millán, 2004).

La encuesta es el método que más destaca cuantitativamente y que es compatible con el empleo de varias técnicas e instrumentos para recolección de datos (entrevistas, cuestionarios, observación, test, etc.). Por tanto, la encuesta es un método que indica que el investigador no se guía únicamente de sus propias suposiciones y observaciones, sino que busca también opiniones, actitudes y preferencias del público para obtener ciertos conocimientos.<sup>10</sup> Dentro del contexto de la investigación, se busca armar una base de datos a partir de las encuestas y entrevistas realizadas a los pobladores y actores clave de Lambayeque. Se realizaron encuestas en distintas partes del departamento, y adicionalmente los encuestados brindaban información importante a ser considerada en los resultados finales. (Anexo 2)

#### 4.3.2. Modelamiento de Distribución de Especies: Maxent

El concepto de nicho se abordó en la ecología, tanto desde su concepción matemática como experimental, siendo este una propiedad de la especie y no del medio ambiente, con capacidad evolutiva y cuya estructura se constituye por el comportamiento de una especie medido en términos de adecuación (Martínez, 2010). Por su parte, los modelos de distribución se han convertido en una de las áreas de investigación de mayor desarrollo en la biogeografía de la conservación, y estos modelos pueden agruparse en dos amplias clases: los que simulan procesos de interacción entre las especies y su entorno ambiental y los que utilizan características del hábitat para correlacionar las variables ambientales y la distribución potencial de la especie (Hurtado, 2007). La capacidad de predicción de estos modelos en la proyección del espacio geográfico y condiciones ecológicas en diferentes épocas ha resultado en nuevas técnicas e instrumentos y, junto a esto, nuevas dinámicas a la biogeografía (Pliscoff & Fuentes- Castillo, 2011).

---

<sup>9</sup> Cada método fue trabajado con un sustento bibliográfico, es decir se buscó información sobre el potencial de cada uno de ellos

<sup>10</sup> El método de la encuesta [<https://tymas.wordpress.com/2007/10/04/el-metodo-de-la-encuesta/>]



En los últimos años ha tomado fuerza el uso de técnicas para modelamiento de datos espaciales basados en algoritmos, y es aquí donde destaca el software Maxent<sup>11</sup> (versión 3.3.3k) (Phillips, et al., 2006), el cual, usando un algoritmo de máxima entropía, logra amplios resultados en cuanto a proyección espacial de la distribución, sobre todo cuando no se tienen muchos datos de presencia de especies. A pesar de esto, la importancia de las variables ambientales así como su evaluación estadística siguen siendo objeto en discusión (Pliscoff & Fuentes- Castillo, 2011). El principio de máxima entropía se refiere principalmente a la máxima probabilidad de que ocurra algo, en términos geográficos, la máxima probabilidad de que ocurra un objeto en el espacio y, en este caso en particular, la máxima probabilidad de presencia de una especie, la cual surge como un modelo resultante de la asociación entre las localidades o puntos de presencia y las variables ambientales (Torres & Jayast, 2010).

Para el trabajo con Maxent<sup>12</sup> se utilizan dos tipos de variables: las variables independientes, que son los indicadores ambientales, y las variables dependientes que son los datos de presencia de la especie. Su condición de dependencia se debe a que las variables ambientales tienen un efecto, ya sea directo o indirecto sobre su distribución, y depende de la importancia de cada una para considerarlas o para prescindir de ellas en el estudio (Mateo et al., 2011). Para el presente estudio se tuvieron en cuenta, como parte de las variables ambientales, a las 19 variables bioclimáticas de WorldClim<sup>13</sup> (Hijmans et al., 2006), los cuales son escenarios climáticos elaborados por el IPCC, con una resolución espacial original de 30 arco – segundos (aproximadamente 900 m x 900 m, dependiendo de la zona latitudinal), más la variable de altitud, con la misma resolución y obtenida de la misma fuente (Anexo 3); mientras que la distribución probable que se obtenga será en base a, únicamente, los datos de presencia de la especie y las características ambientales elegidas (Phillips & Dudík, 2007).

Los datos de presencia son los datos de entrenamiento para el modelamiento de especies, los cuales registran los lugares donde la especie ha sido observada, mas no dónde se ha observado su ausencia (Santillán, 2013). Una forma de registrar datos de presencia es a partir del uso del GPS, u otros tipos de herramientas de adquisición de datos directas, fuentes físicas como museos o herbarios o bases de datos virtuales de libre acceso.<sup>14</sup> Este programa, a comparación de otros como *Domain*, *GARP*, *ENFA*, *Bioclim*, ha mostrado un mejor desempeño con datos de presencia y muestras pequeñas (Posada et al., 2010).

Las ventajas de utilizar Maxent, además de que solo requiere datos de presencia, también puede utilizar tanto datos continuos como categóricos, la sobrestimación se evita y el resultado es continuo, lo que permite distinguir cambios en la adecuación modelada en diferentes áreas (OSINFOR, s.f.). El uso de la aplicación del Maxent junto a herramientas SIG ayuda a generar productos finales como los mapas de distribución potencial actual y futura de especies nativas o endémicas, siendo de gran importancia para la evaluación del estado de conservación de las mismas, así como para evaluar lugares potenciales en las que puedan iniciarse proyectos de conservación y restauración. Por otro lado, se puede predecir cómo será la distribución futura de una especie utilizando modelos de proyección en el software frente a los cambios climáticos en temperatura superficial terrestre y precipitaciones en los períodos secos y lluviosos, así como

<sup>11</sup> Maxent software for species habitat modeling [<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>]

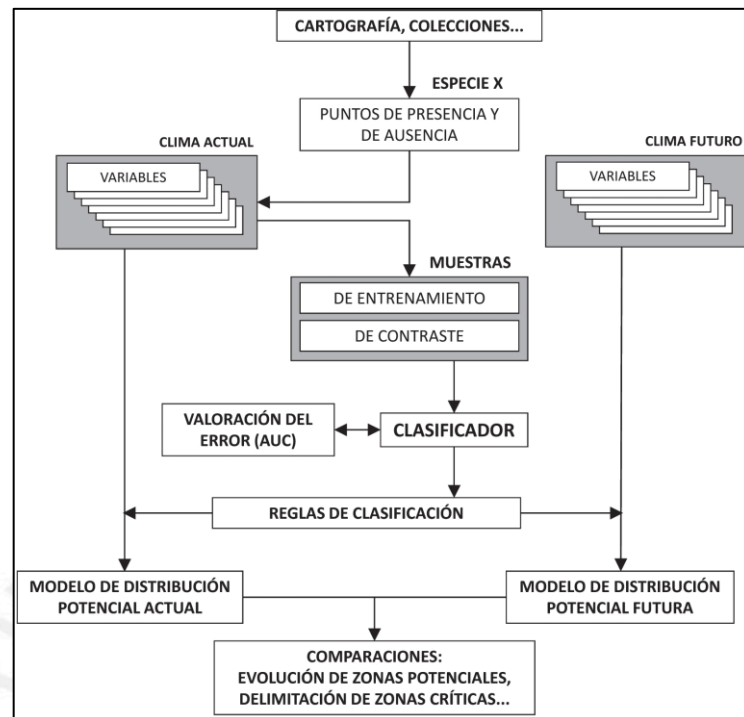
<sup>12</sup> Para que el software Maxent funcione debe estar instalado necesariamente el JAVA [<https://www.java.com/es/download/>]

<sup>13</sup> WorldClim-Global Climate Data [<http://www.worldclim.org/download>]

<sup>14</sup> Para obtener datos de presencia se utilizó el registro con GPS *in situ*, bases de datos como el Herbario de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Trópicos [<http://www.tropicos.org/>] y GBIF [<http://www.gbif.org/>]

variables correlacionadas a estas, y ver las variaciones y cambios con la distribución potencial actual (Morales, 2012).

**Fig. N°8:** Esquema de flujo para la realización y validación de modelos de distribución de especies



Fuente: Mateo et al., 2011

Los pasos para trabajar modelamiento de especies son los siguientes:

#### Para obtener y descargar la información:

- Descargar las variables bioclimáticas de *Worldclim Current conditions* (*interpolations of observed data, representative of 1950-2000*)
- Elegir el formato con el que se trabajará. Para este caso se eligió *bil*, un esquema de almacenamiento de archivos ráster.
- Extraerlos y guardarlos para utilizarlos posteriormente y realizar lo mismo con las variables bioclimáticas futuras.

#### Para la preparación de los datos de presencia

- Preparar un archivo Excel con los puntos de presencia, únicamente con tres columnas en este orden: **Especie/Longitud/Latitud**.
- Cambiar el formato Excel (xlsx) al delimitado por comas (csv).
- Verificar los datos a partir del control de calidad con *Divagis* y *Arcmap*.

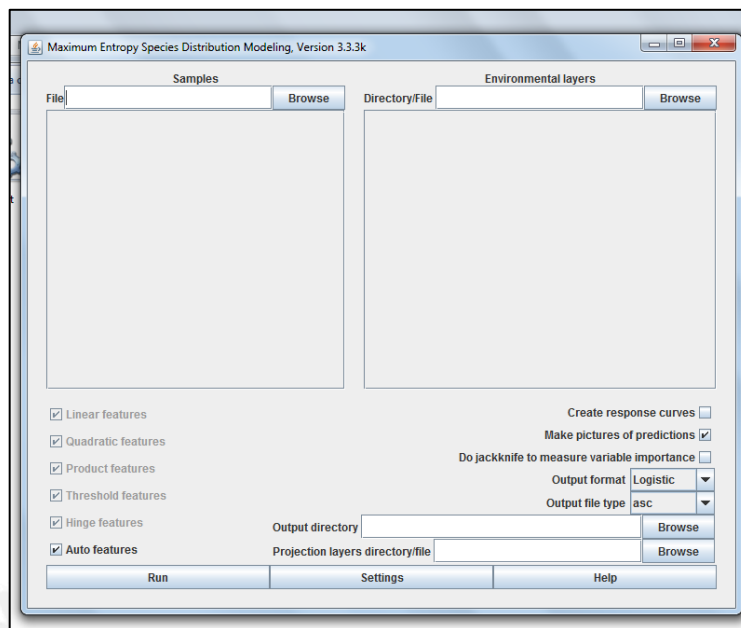
#### Para la preparación de las variables ambientales

- Agregar las variables ambientales a un archivo nuevo de *Arcmap*.
- Recortar todas las variables al área de estudio. En este caso se recorta a la costa norte peruana.
- Todas las variables recortadas se convierten a formato ASCII (asc).



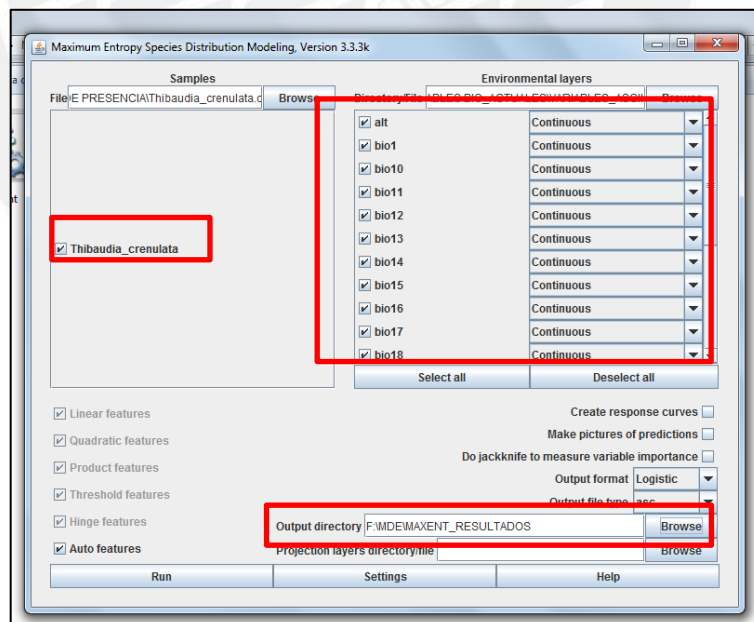
Modelamiento con Maxent

Fig. N°9: Ventana de trabajo de Maxent



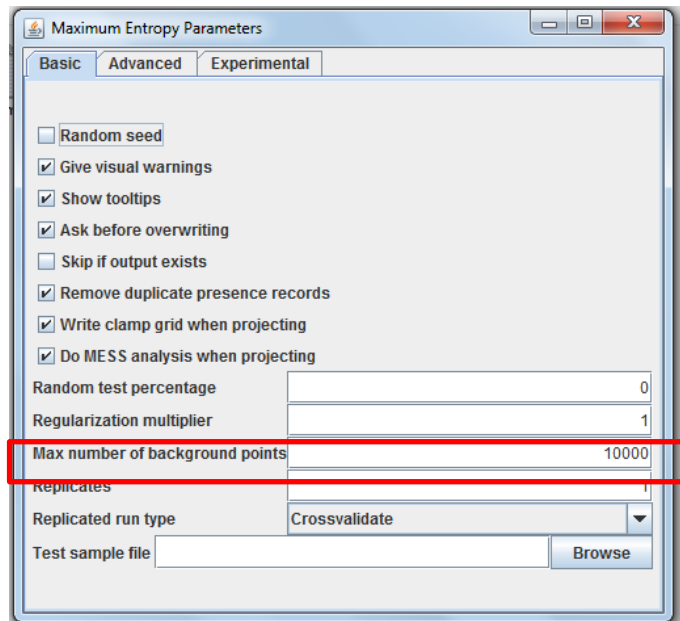
- a) En la sección *Samples*, abrir el archivo csv, mientras que en la sección *Environmental layers* abrir todos los archivos ASCII.
- b) En *Output directory*, ubicar la carpeta donde se van a guardar los resultados.

Fig. N°10: Ubicación de cada archivo en Maxent



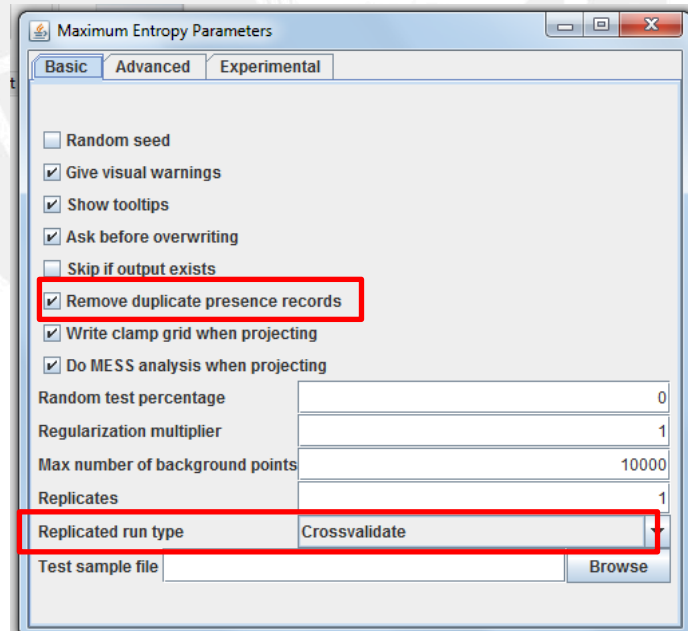
- c) En la pestaña *Settings*, se puede observar que Maxent coloca al azar sus propios puntos de ausencia en la opción *Max number of background points* para que pueda resultar el modelo.

Fig. N°11: Puntos de ausencia determinados por Maxent



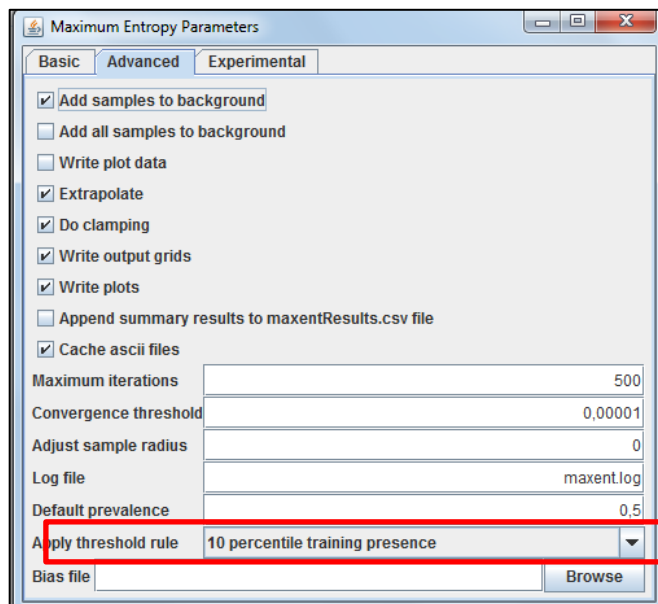
- d) En la pestaña *Settings*, verificar que esté activada la opción *Remove duplicate presence records* y en *Replicate run type* elegir la opción *Crossvalidate*.

Fig. N°12: Opciones de Maxent para un modelamiento básico



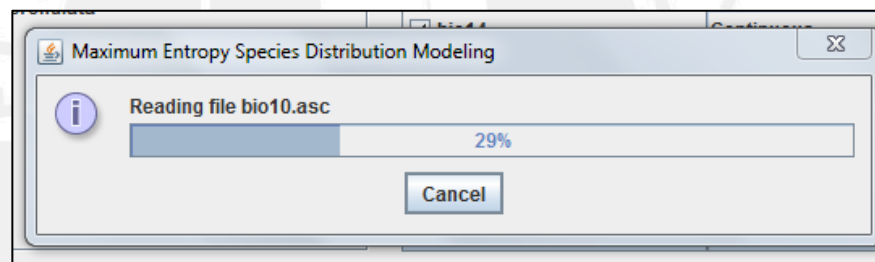
- e) Para obtener un mapa binario (ausencia – presencia), en la pestaña *Advanced*, en la opción *Apply threshold rule*, elegir *10 percentile training presence*.

Fig. N°13: Obtención de mapa binario (ausencia-presencia)



- f) Luego de tener todas las opciones activadas y los archivos en su lugar correspondiente, se procede a ejecutar el programa con la opción **Run**.

Fig. N°14: Ejecución del programa Maxent



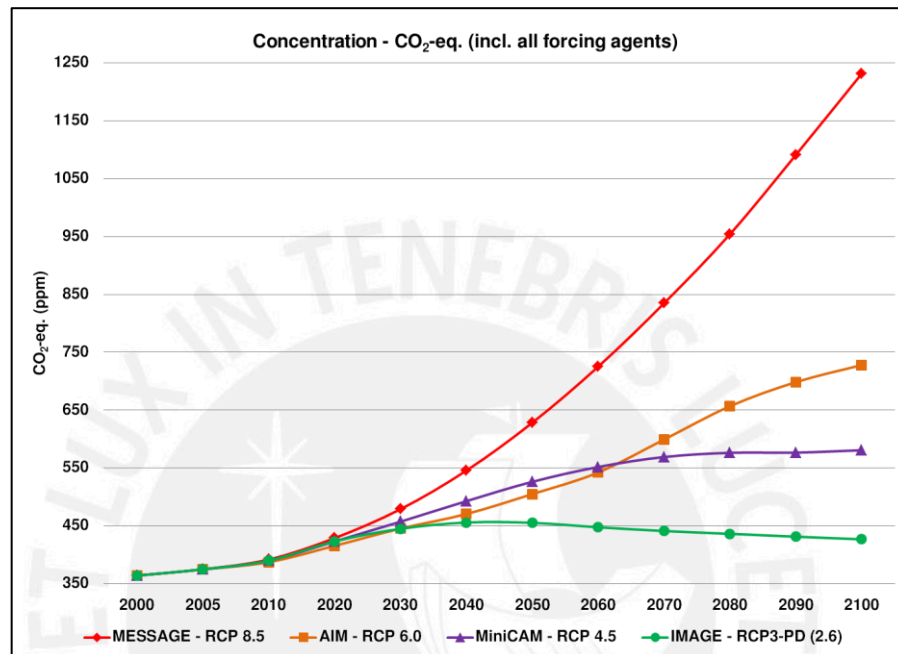
- g) Para modelar la distribución potencial de la especie a futuro se debe ubicar la carpeta con las variables bioclimáticas futuras en la casilla *Projection layers directory/file*, y con los mismos nombres que las presentes para determinar el impacto del cambio climático.

El modelo seleccionado para obtener la distribución potencial futura del algarrobo fue el CCSM4 (*Community Climate System Model* versión 4), ya que es el que se aplica con mayor frecuencia en los trabajos de modelamiento en Estados Unidos. Este es un sistema doble de modelamiento que contiene cuatro componentes importantes que representan a la atmósfera, el océano, la superficie terrestre y el hielo marino, y estos intercambian información por medio de la ejecución del modelo. Se diseñó para obtener simulaciones realistas del clima promedio de la Tierra a partir de un rango amplio de resoluciones espaciales, y fue desarrollado por medio de colaboraciones internacionales que van desde la *National Science Foundation* (NSF), *Department of Energy* (DOE), así como the *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) y, finalmente, the *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (Hoffman et al., 2006).

Los RCP (*Representative Concentration pathways*) son cuatro escenarios de concentración de gases de efecto invernadero (2,6; 4,5; 6,0 y 8,5) adoptados por el IPCC, los cuales son utilizados para modelamientos

climáticos e investigaciones sobre cambio climático. Los RPC describen cuatro posibles futuros en el contexto del clima y en relación estrecha a la cantidad de GEI que podrían ser emitidos en los próximos años (IPCC, 2007). El RCP que se consideró fue el 8,5 ( $8,5 \text{ W/m}^2$ ), cuyas suposiciones se centran en la combinación de un crecimiento de la población alto y un crecimiento del PBI bajo, además de tasas moderadas en cuanto a cambios en la tecnología y pocas en cuanto a eficiencia energética. Esto conlleva, finalmente, a demandas de energía y al incremento de GEI (Riahi et al. citado por SENAMHI, 2013).

Fig. N°15: Escenarios de emisión RCP



Fuente: IPCC

### Resultados de Maxent

A partir del modelamiento realizado en Maxent se obtienen una serie de resultados, siendo los más importantes el archivo *html*, donde se explican y muestran los resultados del modelo, no solo el mapa de distribución potencial, sino un conjunto de gráficos que sostienen al modelo en sí; y los dos archivos en formato *ASCII*, los cuales pueden trabajarse más adelante en diferentes SIG para realizar los mapas finales de distribución. Lo que el programa crea son los siguientes gráficos:

- 1) **Curva de omisión:** Es una estadística del modelo que presenta la matriz *Omission and Predicted Area*, y consta de tres elementos:
  - a. La Omission on training samples: son las fracciones de los puntos de presencia que se encuentran fuera del área potencial basados en el modelo *Fraction value*, que está determinado por los valores del umbral de probabilidad que limita el área predicha de distribución (*Cumulative threshold*). Las *Training samples*, por su parte, son los puntos de entrenamiento.
  - b. Fraction of background predicted: que muestra las fracciones de los puntos aleatorios del área de estudio que son incluidos en el área predicha y por medio de distintos umbrales acumulativos.

- c. Predicted omission: que es la línea de referencia para interpretar los resultados.

Para este gráfico, la *omission on training samples* no debe estar muy por debajo de la línea referencial (*Predicted omission*), ya que en caso contrario habría un evidente sobreajuste por dependencia de los puntos de presencia de la especie (Scheldeman & Van Zonneveld, 2010).

- 2) **Curva ROC y AUC**: Este es uno de los parámetros que más se usan para evaluar la capacidad de predicción de los modelos de Maxent. El Área por *Debajo de la Curva* (AUC, por sus siglas en inglés) de la curva *Característica Operativa Relativa* (ROC, por sus siglas en inglés), es la fracción del área predicha ubicada en el eje "x" (fracción del área total de estudio) y la sensibilidad (*sensitivity*) en el eje "y" (proporción de puntos de presencia en el área de ocurrencia predicha en relación al total de puntos que se utilizaron). El AUC viene a ser la mayor probabilidad de que un punto seleccionado al azar esté en una celda del ráster con un valor alto de probabilidad para distribución y presencia de la especie. La mayor probabilidad se alcanza con el valor de 1, y en ningún caso debe ser menor a 0,5 (Scheldeman & Van Zonneveld, 2010). La eficiencia del modelo entonces se describe de la siguiente forma:

**Tabla N°3: Valores de AUC e interpretación**

Valor de AUC	Interpretación
AUC>0,9	Excelente
0,8>AUC<0,9	Buena
0,7>AUC<0,8	Aceptable
0,6>AUC<0,7	Mala
0,5>AUC<0,6	No válida

Fuente: Scheldeman & Van Zonneveld, 2010

- 3) **Gráfico Jackknife**: Por medio de esta prueba se corre el modelo por cada variable, determinando la ganancia que proporciona cada una para dicho modelo. Es un gráfico de barras donde la parte azul muestra la ganancia obtenida para el modelo únicamente con una variable determinada, mientras que la parte verde muestra la pérdida sin dicha variable. Finalmente la barra roja muestra la ganancia con todas las variables juntas, siendo por lo general el valor total del modelo. A partir de la prueba de Jackknife se puede determinar qué variables importan más para el modelo de distribución espacial y, por lo tanto, cuáles podemos excluir para el modelo final y evitar sesgos (OSINFOR, s.f.).

#### 4.3.3. Técnicas de análisis espacial: los SIG y teledetección

Según Gamir (1995) el análisis espacial se centra en los componentes espaciales, definiendo sus elementos principales y su comportamiento bajo ciertas condiciones (Madrid & Ortíz, s.f.). Deben utilizarse, por tanto, ciertas herramientas técnicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), instrumento utilizado para obtener información como, por ejemplo, mapas de formaciones vegetales en los bosques secos, altitudes de la zona en estudio y recursos hídricos. Estos son potencialmente útiles para los trabajos de gabinete, permitiendo posteriormente que se comprueben en campo, pero con un material base ya trabajado previamente.



## Herramientas en los SIG

Entre las herramientas SIG para realizar los mapas temáticos se utilizaron opciones como:

- Densidad kernel*, la cual permite hallar la mayor concentración de algún elemento en el espacio. Esta herramienta determinó la concentración de centros poblados y frecuencia de incendios.
- Otra herramienta fue crear archivos *TIN* (Triangular Irregular Network), un *layer file* en base a vectores, construido a partir de los modelos digitales de elevación (*DEM*), para ser trabajados posteriormente en *Arcscene* y mostrar en mejores dimensiones la distribución de la especie modelada.
- Para crear variables ambientales adicionales a las obtenidas por fuentes digitales se utilizó la herramienta *spatial analyst* y dentro de esta *superficie* (por ejemplo, pendiente y orientación).
- Para agregar la variable de NDVI al modelamiento de distribución potencial, se re muestrearon los valores de las variables con la opción *resample* y luego se creó una *geodatabase de archivos* con nuevos rásters vacíos y con las mismas propiedades y formato. Finalmente se recortaron a un área rectangular para que el número de celdas sea igual en todas las variables.
- Para crear las propuestas de conectividad (corredor ecológico), se utilizó la caja de herramientas externa *Corridor designer*<sup>15</sup>, y se crearon y transformaron diferentes variables ambientales a formato ráster con resolución espacial de 100 m.

Entre las aplicaciones de la teledetección están la cartografía de la cobertura vegetal, evaluación de estrés en la vegetación, ya sea por sequía o deforestación, cartografía de áreas quemadas o puntos de calor (incendios), apoyo en la realización de inventarios forestales, entre otros (Chuvieco, 1990). En este caso se utilizaron las imágenes Landsat 5 TM y 8 OLI, las cuales están compuestas por siete y once bandas espectrales respectivamente.

**Tabla N°4: Características principales de Landsat 5 TM y 8 OLI** (Anexo 4)

Características	Landsat 5 TM	Landsat 8 OLI
<b>N° de bandas</b>	7 bandas, con enumeración de la 1 a 7.	11 bandas (9 bandas espectrales y 2 bandas térmicas)
<b>Área que cubre</b>	183 x 183 km.	183 x 183 km.
<b>Resolución geométrica</b>	30 m (en las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7). La banda 6 tiene una resolución de 120 m.	30 m (bandas de la 1 a la 7 y 9). La banda 8 es de 15m.

Fuente: NASA, 2015<sup>16</sup>; Ariza, 2013; INPE, s/n<sup>17</sup>

Al combinarse tres bandas genera una gama de imágenes de falso color y luz visible (rojo, verde, azul – RGB) que incrementan las aplicaciones a utilizar (INEGI, s.f.). Entre las combinaciones que se utilizaron están RGB 321 (Landsat 5 TM) o RGB 432 (Landsat 8 OLI) para color natural y RGB 432 (Landsat 5 TM) o RGB 543 (Landsat 8 OLI) para falso color (Fernández & Herrero, 2006). Por otra parte, la teledetección satelital se emplea para estudios de series temporales de índices de vegetación y analizar así la evolución del estado de la vegetación considerada como elemento protector del suelo e indicador de la productividad del mismo, así como su relación con las variables climáticas (Meléndez, et al., s.f.).

<sup>15</sup> Corridor designer [<http://corridordesign.org/>]

<sup>16</sup> Landsat science [<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>]

<sup>17</sup> INPE. Los satélites LANDSAT 5 y 7 [[http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57\\_ES.php](http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_ES.php)]

### **Normalized Difference Vegetation Index**

Esta metodología permite, en primer lugar, hallar el vigor de la vegetación, y a partir de esto, otras aplicaciones como cambios de la cobertura vegetal de un área determinada. Es decir, tiene la capacidad de estimar la cobertura de la vegetación, ya que se relaciona con la actividad fotosintética de esta (Gobierno del Estado de Querétaro, 2002). Un primer objetivo de este método es observar e interpretar los cambios a partir de un análisis multitemporal entre los años 1985 al 2014. Para dicho análisis el procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) Descargar las imágenes de la página de USGS<sup>18</sup>, tanto de Landsat 5 TM como de Landsat 8 OLI.
- b) Todas las imágenes tienen una serie de bandas. Se trabajaron para el NDVI las bandas del rojo e infrarrojo (bandas 3 y 4 en Landsat 5 y las bandas 4 y 5 en Landsat 8). La fórmula para hallar el NDVI es  $(B4 - B3) / (B4 + B3)$ , siendo el rango del resultado entre -1 a 1. Si el área de estudio ocupa más de una imagen se debe calcular el índice de vegetación para cada una.
- c) Luego de obtener el índice de vegetación de cada imagen se unen por mosaico ráster.
- d) Finalmente se obtiene la diferencia restando ambos índices: 2014 – 1985 para observar los cambios en la cobertura vegetal de una forma general.

El segundo objetivo que se quiere obtener con el método del NDVI tiene un carácter cuantitativo: medir la superficie que está ocupada por vegetación en cada año que se ha tomado dentro del análisis.

- a) Hallar el índice de vegetación de cada imagen y unir las por mosaico ráster.
- b) Reclasificar el resultado, siendo el rango entre 0,2 a 0,8, la clase que representa a la vegetación.
- c) Extraer dicha clase con la función *CON()* en ráster calculator.

### **Identificación de incendios**

Para la elaboración del mapa de incendios se trabajó, al igual que en el caso del NDVI, con imágenes satelitales Landsat 5 TM y 8 OLI, entre los años 1985 a 2014. Los pasos para obtener este mapa fueron:

- a) Realizar la composición de bandas con *Análisis de imagen* eligiendo la siguiente: RGB 743 (Landsat 5 TM) y RGB 754 (Landsat 8 OLI).

Esta combinación se realiza para observar rastros de incendios, ya que muestra en los tonos verdes la vegetación, en los tonos rojos y magentas las zonas tras haberse producido el fuego, lo cual se debe al aumento de la reflectividad en la banda 7 y por el descenso de las bandas 3 y 4 (Pérez & Del Riva, 1998). Aparte de este método, se utilizó otra fuente de datos de incendios: *Desinventar*<sup>19</sup>.

### **Análisis de paisaje: Fragmentación y usos de suelo**

El método trabajado para el análisis de paisaje de los bosques de Lambayeque fue la clasificación de los elementos del paisaje a partir de la interpretación de imágenes satelitales y generación de un mosaico de paisaje. El objetivo fue determinar la fragmentación de las áreas de vegetación natural más representativas ante la expansión de la frontera agrícola y actividades de deforestación. El proceso seguido fue el siguiente:

<sup>18</sup> USGS, Glovis [<http://glovis.usgs.gov/>]

<sup>19</sup> Desinventar [<http://online.desinventar.org/>]

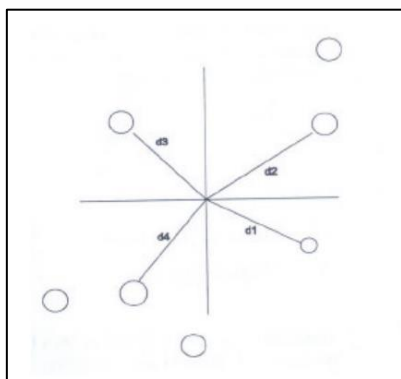
- Se realizó la composición de bandas para su corrección geométrica, y de esta la combinación RGB 432 o 543 la cual determina los límites de la vegetación.
- Se realizó la combinación RGB 654 o 765 para diferenciar las zonas de cultivo y pastoreo.
- Se trabajó la combinación RGB 541 o 652, que permite visualizar de forma más exacta un contraste entre la matriz y los parches de vegetación.
- Luego se utilizó el método de *Clasificación No Supervisada*. Se ubicaron las zonas con las mismas características tanto en vegetación natural como zonas de cultivo y pastizales de ganado.
- Se usó la opción *Multivariante – Cluster ISO*, la cual crea un archivo que trabaja con las firmas espectrales de los píxeles, el archivo *gsc*.

#### 4.3.4. Métodos de campo: muestreo de la vegetación

El método punto – centro – cuadrado es uno de los más utilizados para el muestreo de árboles, siendo sus ventajas la rapidez, el poco equipo y mano de obra requerida y la flexibilidad de medición. Está basado en la medida de cuatro puntos a partir de un centro y consiste en ubicar puntos a través de una línea cada cierta distancia (50 o 100 m). A partir de cada punto de muestreo se cruzan dos líneas imaginarias con las cuales se obtienen cuatro cuadrantes con ángulos de 90°. En cada cuadrante se debe medir la distancia y el DAP del árbol más cercano al punto central, por lo que al final en cada punto de muestreo se toman en cuenta solo cuatro árboles. A partir de esta metodología se podrá hallar el índice de valor de importancia (I.V.I.) el cual mide el valor de las especies en base a tres parámetros principales: dominancia, densidad y frecuencia, siendo el I.V.I. la suma de estos tres, mostrando así importancia o relevancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal o dentro de la estructura de un bosque (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Walsh, s.f.; Humano, 2013).

En el trabajo de campo que se realizó, se hicieron ocho transectos de 100 metros cada uno en el ACR Huacrupe – La Calera. Para dicha labor se utilizaron herramientas como estacas, soguilla, cintas de colores para diferenciar las estacas, cintas métricas para medir distancia del centro a los árboles más cercanos, cinta métrica especial para medir el DAP (diámetro a la altura del pecho) de cada árbol, y libreta de notas para anotar todas las medidas y los nombres de las especies. El trabajo de muestreo se realizó en un período de tres días de campo y con un grupo de apoyo de 7 personas.

**Fig. N°16:** Esquema del muestreo punto centro cuadrado. **Fig. N°17:** Muestreo realizado en campo



Fuente: Mostacedo & Fredericksen, 2000



Foto: Arturo Salazar

## CAPITULO V

### LAMBAYEQUE: RIQUEZA BIOLÓGICA Y PAISAJÍSTICA

Lambayeque es en la actualidad un referente en economía y cultura en el norte del Perú. Los diferentes ecosistemas en su territorio y la importancia geopolítica que posee la han convertido en una zona cada vez más industrializada y con cada vez más altos niveles de contaminación y deforestación (Epiquién, 2013). Este departamento se ubica en la costa norte del Perú, a 765 km de Lima y 574 km de la frontera con Ecuador en su lado costero. Limita con el departamento de Piura por el norte, con el departamento de La Libertad por el Sur, con Cajamarca por el Este y con el Océano Pacífico por el Oeste (Antúnez de Mayolo, 1990).

En cuanto a su superficie, Lambayeque tiene 14 231 km<sup>2</sup>, que representa el 1,1% de la superficie nacional, siendo el departamento más pequeño después de Tumbes (INEI, 2010). Dentro de su territorio, el 96,1% es región costera, mientras que el 3,9% es región natural de la sierra, siendo casos especiales el distrito Cañaris, asentado en las elevaciones cordilleranas a una altitud superior a los 2 000 msnm, e Incahuasi, ubicada en la ceja de selva flanco oriental de la cordillera (PNUD & INDECI, 2003). Por otro lado, en cuanto a su población, Lambayeque tiene aproximadamente 1 239 882 habitantes, una densidad poblacional de 85 hab/km<sup>2</sup> y una tasa de crecimiento promedio anual poblacional, entre el censo de 1993 y 2007, de 1,3% (INEI, 2010).

#### **5.1. Representatividad de los bosques naturales en el SINANPE**

El SERNANP es un organismo público técnico especializado adscrito al MINAM, cuyos objetivos son dirigir y establecer los criterios técnicos y administrativos para la conservación de las ANP, además de ver por el mantenimiento de la diversidad biológica. El SERNANP es el ente rector del SINANPE (Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado) y realiza su trabajo en coordinación con gobiernos regionales, locales y propietarios de predios reconocidos como áreas de conservación privada, como el caso del ACP Chaparrí.<sup>20</sup>

Hoy en día, Lambayeque disfruta y se beneficia de distintas categorías de áreas naturales protegidas o generalmente llamadas áreas de conservación. Estas fueron establecidas debido al esfuerzo de personas e instituciones que buscaban conservar los principales ecosistemas y especies presentes en el departamento. Las áreas administradas por el gobierno nacional por medio del SERNANP son el Santuario Histórico Bosque de Pómac, una de las cuatro áreas con la denominación de Santuario, creada en el año 2001, cuyo objetivo es la conservación de la unidad paisajística – cultural del bosque seco ecuatorial y el complejo arqueológico de la cultura Sicán (Historias y leyendas del bosque de Pómac, 2005); y el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, el primer refugio de vida silvestre en el Perú y que se estrenó en dicha categoría en el año 2006, luego de ser por más de 20 años una zona reservada (Medina, 2014). Las áreas de conservación regional (ACR) han sido establecidas en el año 2011 y hasta el momento son el Bosque Huacrupe-La Calera y el Bosque Moyán Palacios, mientras que se cuenta con un Área de Conservación privada, la ACP Chaparrí, creada en diciembre del 2001, siendo la primera Área de Conservación Privada

---

<sup>20</sup> MINAM [<http://www.minam.gob.pe/el-ministerio/organismos-adscritos/sernanp/>]



del Perú y que inicia sus proyectos de conservación, como por ejemplo el proyecto de reintroducción de la pava aliblanca a su ambiente natural (MINCETUR, s.f.).

**Tabla N°5: Áreas Naturales Protegidas en Lambayeque**

Área Natural Protegida	Base Legal	Ubicación Política	Extensión
Área de Conservación Regional Bosque Huacrupe-La Calera	D.S.N°012-2011-MINAM	Lambayeque	7 272,27 ha
Santuario Histórico Bosque de Pómac	D.S.N°034-2001-AG	Lambayeque	5 887,38 ha
Área de Conservación Privada Chaparrí	R.M. N° 1324-2001-AG R.M. N° 153-2011-MINAM	Lambayeque	34 412,00 ha
Área de Conservación Regional Moyán Palacios	D.S.N°013-2011-MINAM	Lambayeque	8 457,76 ha
Refugio de Vida Silvestre Laquipampa	D.S.N°045-2006-AG	Lambayeque	8 328,64 ha

Fuente: SINANPE [SERNANP, MINAM, 2011a<sup>21</sup>]

### 5.2. Ubicación geográfica y características físicas

En el departamento de Lambayeque la cordillera de los Andes presenta zonas de altitudes bajas orientadas hacia el territorio costero. Si se parte desde el mar, la continuidad del desierto y la planicie de bosques secos alternado con cultivos se frena por la presencia de estribaciones de la Cordillera de los Andes, lo cual le da al territorio una ligera inclinación desde la cordillera en dirección al mar. Por otra parte, Lambayeque comparte el desierto de Sechura con el departamento de Piura, conformando la superficie más extensa de tierras áridas del Perú con casi 1 500 000 ha. En el caso de las Pampas de Olmos, al norte del departamento abarcan aproximadamente 7 000 km<sup>2</sup> (Epiquién, 2013).

#### Ubicación geográfica de las Áreas Naturales Protegidas

**Tabla N°6: Ubicación y características de las ANP de Lambayeque**

ANP	Ubicación	Otras características
<b>ACR Huacrupe-La Calera</b>	En la jurisdicción del distrito de Olmos, provincia de Lambayeque.	Muestra representativa del bosque seco de sabana o llanura en la región, especialmente de la asociación algarrobo-sapote.
<b>Santuario Histórico Bosque de Pómac</b>	En la cuenca baja del río La Leche. La mayor parte del Santuario es parte del distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, mientras que en menor parte en los distritos Pacora, Illimo y Túcume.	Su fisiografía es plana ondulada, con pendientes de aproximadamente 8%. Se encuentran pequeñas elevaciones que corresponde a las huacas de Sicán, y en la zona sureste hay estribaciones del cerro Las Salinas y Gigante, que llegan hasta los 300 msnm. Posee suelos profundos, de textura media a pesada. Sus tipos de suelos predominantes son los francos y areno limosos con materiales cálcicos o de yeso (yermosoles o xerosoles), además de suelos fluviosoles en tierras influenciadas por el río La Leche hacia los cerros.

<sup>21</sup> SERNANP [<http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/#>]



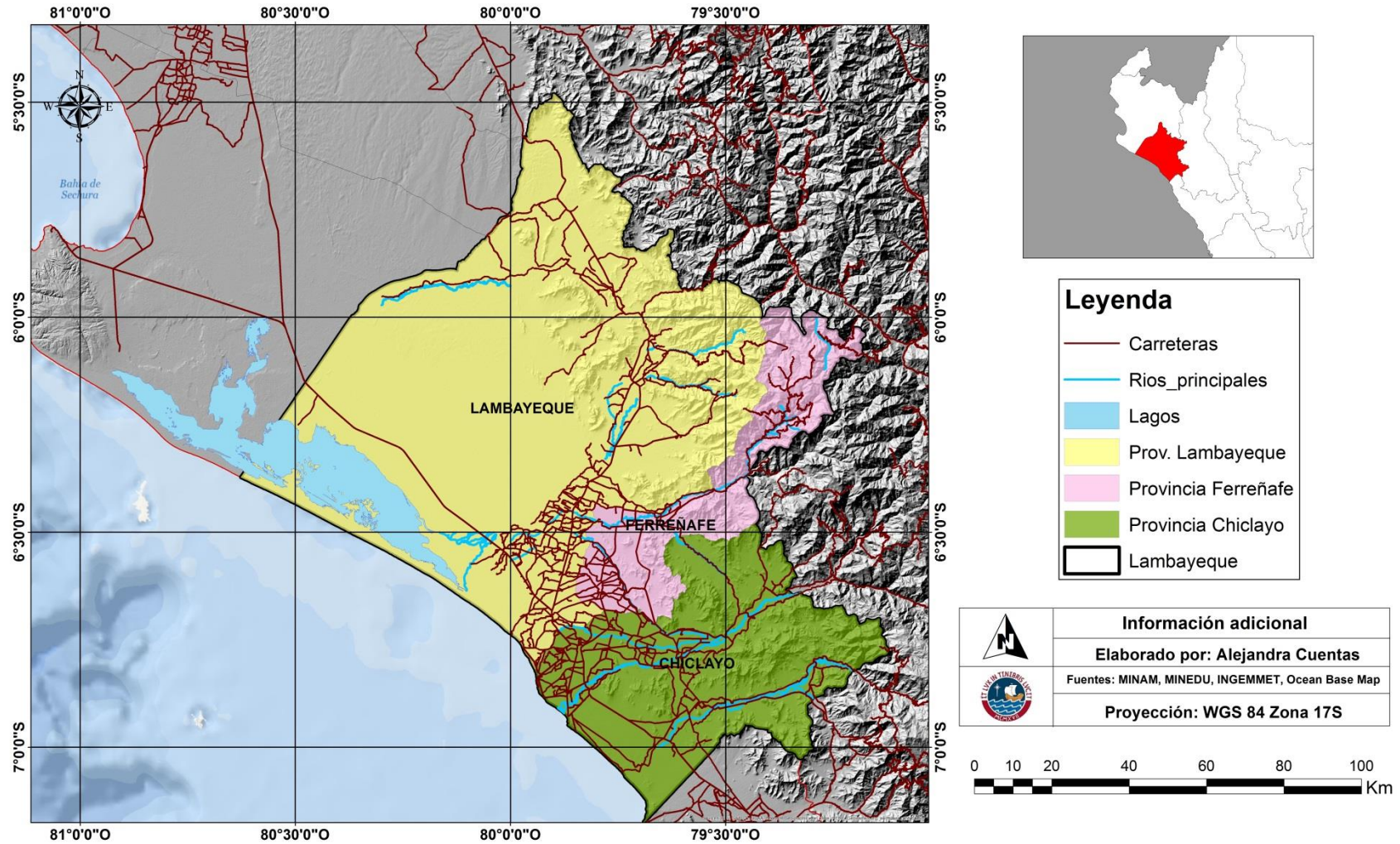
ANP	Ubicación	Otras Características
<b>ACP Chaparrí</b>	<p>En el límite sur de la ecorregión bosque seco ecuatorial. Tiene una posición estratégica por su cercanía al SHBP y el RVSL, y sirve de nexo entre ambos, conformando un corredor biológico.</p> <p>Se ubica totalmente en la comunidad Santa Catalina de Chongoyape, en el distrito de Chongoyape, en la provincia de Chiclayo</p>	<p>Se extiende en ambos márgenes del valle del río Chancay, delimitada por cadenas de cerros que determinan la cuenca de dicho río. Además, dentro hay una zona central agrícola adyacente al río y a las principales quebradas. También hay pampas casi planas con poca pendiente extendidas hasta las faldas de los cerros que rodean el área natural.</p>
<b>ACR Moyán Palacios</b>	<p>En los distritos de Motupe y Salas, en la provincia de Lambayeque.</p>	<p>Muestra representativa de los bosques secos de colina y montaña.</p> <p>Contribuye a conectar los bosques secos en la cuenca del río Motupe, siendo estos los que regulan y proporcionan la calidad de los recursos hídricos a los distritos.</p>
<b>RVS Laquipampa</b>	<p>En el distrito de Incahuasi, en la provincia de Ferreñafe.</p>	<p>Muestra representativa de los bosques secos del noroeste. Posee altitudes entre 240 a 2600 msnm.</p> <p>En la zona existen rocas de la era Paleozoico, las cuales consisten en filitas gris verdosas y esquisto caracterizadas por su intenso metamorfismo, así como cuarcitas de grano grueso a fino, de color rojizo, de estratificación gruesa a fina, formando escarpes</p>

Fuentes: Llúncor, 2011; MINCETUR, s.f.; SERNANP, 2011

El mapa N°1 muestra la ubicación de Lambayeque y su división provincial: Ferreñafe, Lambayeque y Chiclayo. La capital departamental es la ciudad de Chiclayo. Se puede observar además que la concentración de la red vial está en la transición entre Chiclayo y Lambayeque, dejando suponer que Ferreñafe no hay mucha intervención de infraestructura de transporte, teniendo además un carácter más rural.

En el caso del mapa N°2 se muestra la ubicación de cada una de las ANP de Lambayeque. El SHBP se encuentra principalmente en el distrito de Pítipo, el RVS Laquipampa en el distrito de Incahuasi, y el ACP Chaparrí en el distrito de Chongoyape. En el caso de las ACR que se ubican en la provincia de Lambayeque, Moyán Palacios se encuentra en el distrito de Salas, mientras que el ACR Huacrupe La Calera se encuentra en el distrito más grande del departamento: Olmos.

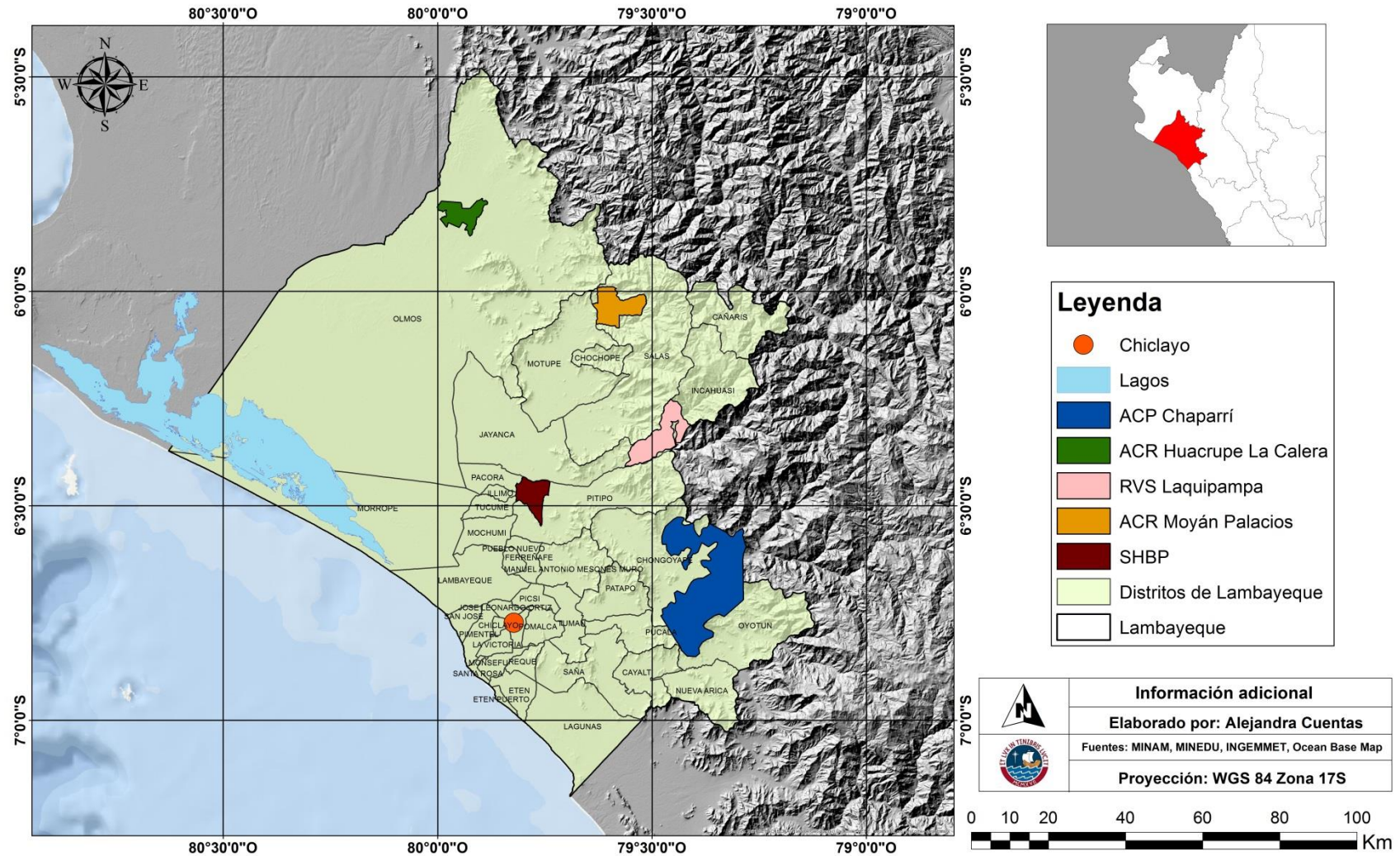
**Mapa N°1: Ubicación de Lambayeque con límites provinciales**



Fuente: Elaboración propia



**Mapa N°2: Ubicación de las ANP de Lambayeque**



Fuente: Elaboración propia

**Condiciones climáticas en Lambayeque**

Gran parte de Lambayeque tiene un clima desértico subtropical, y sus principales características es ser templado buena parte del año y muy caluroso en época de verano. En el sector oriental del departamento, en los distritos Incahuasi y Kañaris, las condiciones son diferentes, pues tienen menores temperaturas y mayor humedad debido al incremento de la altitud (Epiquién, 2013).

En el caso de las lluvias, estas son escasas a excepción de cuando ocurren eventos de El Niño, donde la intensidad y recurrencia de las precipitaciones aumentan drásticamente durante varios meses del año. El ENSO ha sido el causante de muchos desastres, como la desaparición de civilizaciones costeras antiguas, pero a la vez es una importante fuente de vida, ya que el incremento de agua en estas zonas áridas permite la germinación de semillas y el crecimiento de nuevas árboles en los bosques secos. La temperatura, por otro lado, no tiene grandes variaciones, siendo la máxima promedio en un período de 20 años 26,6° C, mientras que la mínima fue de 17,1°C. Finalmente, el promedio para la temperatura media anual es de 21,3°C (Epiquién, 2013).

**Tabla N°7: Clima en las ANP de Lambayeque**

ANP	Condiciones climáticas
<b>ACR Huacrupe- La Calera</b>	Temperatura media anual: 23°C. Precipitaciones estacionales (entre enero a abril): mínimas de 700 mm y máximas de 300 mm. El área se incluye dentro de las tierras con aptitud para cultivos en limpio, con suelos de calidad agrológica alta y con necesidad de riego.
<b>Santuario Histórico Bosque de Pómac</b>	Clima cálido y soleado en la mayor parte del año. Temporada más cálida: diciembre a mayo con temperaturas máximas entre febrero y marzo de 33,1°C de promedio, llegando incluso a los 34,4°C. Las temperaturas más bajas se registran entre julio y agosto con promedio de 11,5°C. Las lluvias se presentan ocasionalmente y solo son frecuentes durante el ENSO. Entre los períodos del ENSO ocurren extremas sequías. La precipitación anual es de 107,8 mm, siendo los meses en donde se presentan las escasas lluvias de marzo a abril (66% de la precipitación anual). En ciertos años, cuando ocurre un ENSO fuerte, las precipitaciones llegan hasta 1449,5 mm (como el caso de 1983), y esto permite que los bosques secos se regeneren. La humedad relativa alcanza valores máximos de 75% entre junio y agosto, los cuales son los meses más fríos.
<b>ACP Chaparrí</b>	Clima característico de bosque seco con una época de lluvias entre enero a abril y una época seca entre mayo a diciembre. Los períodos de lluvias incrementan de forma intensa durante los períodos cálidos, pero sobre todo cuando ocurre el ENSO. Las lluvias son la variable climática más determinante en la región noroeste por su estacionalidad entre períodos húmedos y secos. La precipitación media anual se registra alrededor de 100 mm, y más del 80% de esta cantidad es durante la estación húmeda, por lo que el resto del año se presentan condiciones de aridez. Los promedios de temperatura varían entre 14,7°C y 28,2°C.

ANP	Condiciones climáticas
<b>ACR Moyán Palacios</b>	<p>La temperatura media anual es de 24,5°C (temperatura máxima) y 18,8°C (temperatura mínima).</p> <p>La precipitación media máxima total por año es de 532,8 mm, mientras que la mínima es de 226 mm.</p> <p>La zona posee tierras de calidad agrologica baja y con limitaciones por el clima y la erosión.</p>
<b>RVS Laquipampa</b>	<p>El clima es seco y subtropical ya que está formado bajo los efectos de la corriente fría de Humboldt.</p> <p>La temperatura promedio anual es de 23,8°C, mientras que la precipitación varía de 28 a 220 mm por año.</p> <p>La humedad relativa promedio anual varía entre 67 a 68%, y la evaporación de la superficie libre de agua entre 2 500 a 3 000 mm.</p>

Fuentes: Gobierno Regional de Lambayeque, 2011; MINCETUR, s.f.; SERNANP, 2011.

### Hidrografía

Los ríos en Lambayeque son de caudal variable, con nacientes en la vertiente occidental de los Andes y desembocadura en el Océano Pacífico. A lo largo del año, estos ríos descargan de manera irregular sus aguas, en invierno hay escasez de agua e incrementan de manera notable su caudal en época de verano debido a las precipitaciones abundantes en la parte alta de la cordillera (Equipién, 2013).

**Tabla N°8: Hidrografía de las ANP de Lambayeque**

ANP	Características hidrográficas
<b>ACR Huacrupe- La Calera</b>	<p>Las quebradas Botija y Vega del Padre tienen su origen en esta ACR. El río más importante, y del cual aún no se tiene mucha información es el río San Cristóbal. Este no presenta aguas permanentes y está ubicado al norte del distrito de Olmos.</p> <p>Cuando el río San Cristóbal tiene aguas estas se distribuyen en toda la zona oeste de Olmos, la cual se caracteriza por la siembra y cosecha de plantaciones permanente como limón, mango, palta, maracuyá, etc.<sup>22</sup></p>
<b>Santuario histórico Bosque de Pómac</b>	<p>El principal curso de agua superficial es el río La Leche, el cual nace en las Lagunas Tembladera. Este río tiene un caudal irregular.</p> <p>En la parte baja de la cuenca, el río lleva agua solo entre noviembre a abril y durante algunos días en año regular. En los demás meses está totalmente seco.</p> <p>En épocas de sequía, en todo el año no transcurre agua, a excepción de algún año con ENSO, donde el río tiene agua casi todo el período anual.</p> <p>Otros cuerpos de agua de importancia son el canal Pacora, el cual toma agua del río La Leche; el río Taymi que tiene su origen en épocas prehispánicas (Sicán), y que se ubica en la zona de amortiguamiento y cuyo cauce se ha reconstruido dentro de las obras del Proyecto Tinajones y conduce agua de riego a distritos como Picsi, Mesones Muro, Ferreñafe, Pítipo, Mochumí, Túcume, Íllimo y Mórrope.</p> <p>El agua subterránea es considerada también un recurso hidrológico importante. En el santuario se puede hallar entre los 18 y 20 metros de profundidad. En la ZA existen más de 500 norias o pozos artesanales de donde las familias se abastecen de agua para el consumo familiar y en casos para el riego de pequeños huertos. La extracción de esta agua es a partir de tornos hechos de madera que sirven como polea fija</p>

<sup>22</sup> Distrito de Olmos [<http://www-olmossami.blogspot.com/2010/11/rios.htm>]



ANP	Características hidrográficas
<b>ACP Chaparrí</b>	<p>Casi el 99% de su extensión se encuentra en la cuenca del río Chancay, mientras que el 1% restante está en la cuenca del río Zaña.</p> <p>El curso principal de agua es el río Chancay, y cuenta, además, con otras quebradas que desembocan en este, donde destacan Juana Ríos, Magín y la Montería. Estas quebradas tienen cursos de aguas tanto permanentes como estacionales, lo cual depende de la intensidad de las lluvias.</p> <p>Si bien parte de la hidrología del ACP debería drenar al río Chancay, hoy en día lo hace directamente al reservorio de Tinajones.</p>

Fig. N°18 y Fig. N°19: Reservorio de Tinajones

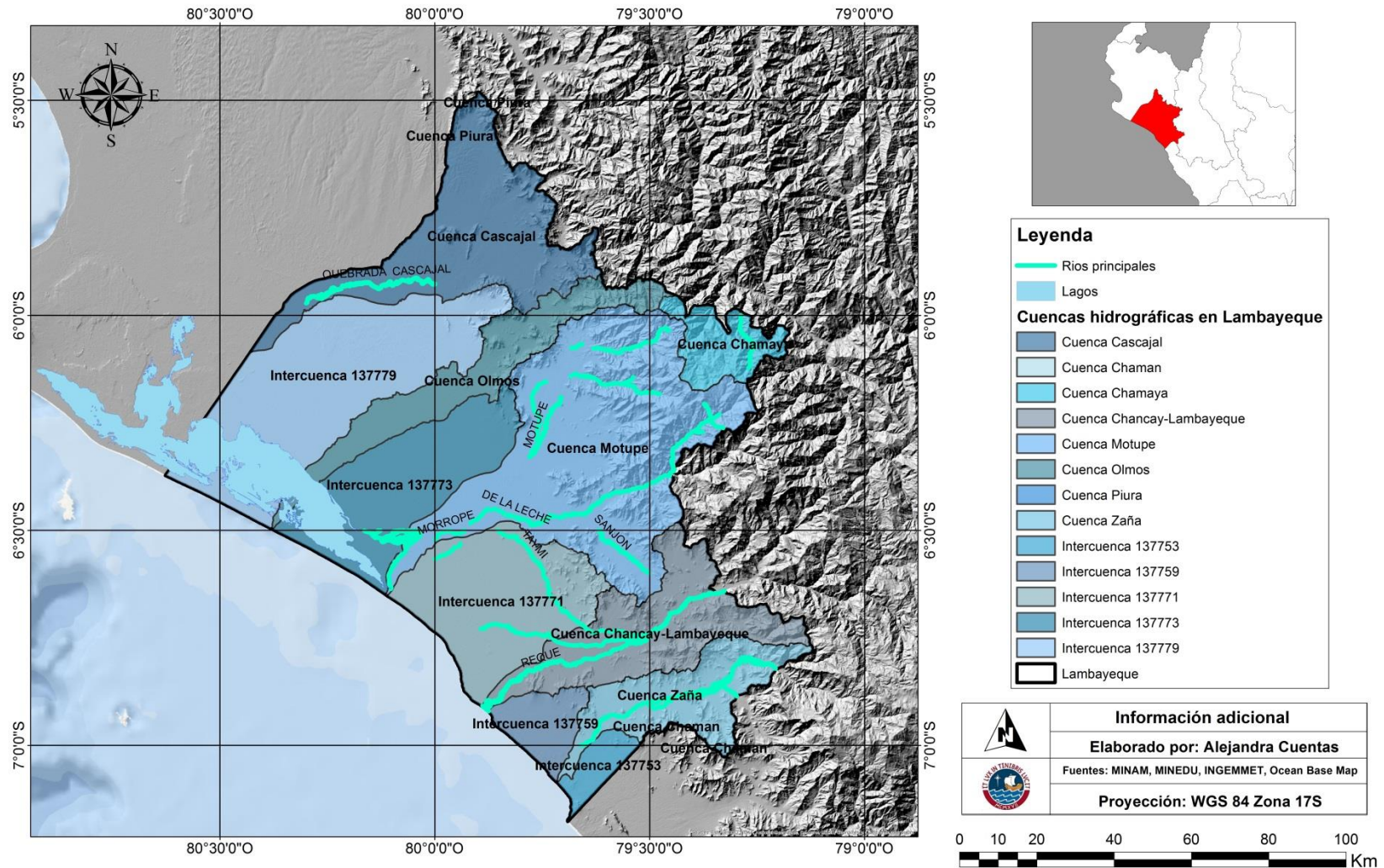


<b>ACR Moyán Palacios</b>	<p>Esta área corresponde a la parte media y alta de las quebradas Chiñama, Yocape y Olos. La quebrada Palacios es tributaria de Yocape, y todas son afluentes del río Choloque.</p>
<b>RVS Laquipampa</b>	<p>Parte de esta área es irrigada por el río La Leche. El valle montañoso de este río desde las costas de 350 a 400 msnm va disminuyendo a medida que pasen los montes.</p> <p>El cauce del río está cubierto de cantos rodados grandes, guijarros y grave. Su pendiente varía entre 60 a 100%, mientras que el caudal medio anual llega a un valor de 6,20 m<sup>3</sup>/s, registrado en la estación de Puchaca.</p>

Fuentes: Gobierno Regional de Lambayeque, 2011; Llúncor, 2011; SERNANP, 2011; MINCETUR, s.f.

El mapa N°3 muestra las subdivisiones hídricas referente a las cuencas en el departamento de Lambayeque. Las cuencas que más relevancia tienen son la cuenca Motupe, la cual influye al SHBP y al RVS Laquipampa; la cuenca Cascajal, cuyos cursos de agua fluyen cerca al ACR Huacrupe La Calera; y la cuenca Chancay Lambayeque que abastece al ACP Chaparrí y parte del reservorio de Tinajones.

**Mapa N°3: Mapa hidrográfico de Lambayeque**



Fuente: Elaboracion propia

### 5.3. Biodiversidad y paisaje

La biodiversidad en el Perú ha sido objeto de estudio con fines de clasificación, por lo que se han realizado varios esfuerzos hacia propuestas sobre la cantidad y tipos de ecosistemas. Para estas propuestas se han utilizado ciertos criterios que están referidos a las formaciones vegetales, las condiciones geográficas y los tipos de clima. Lambayeque, al ser un departamento que posee espacios continentales de tierra firme y marino costeros, el estudio de sus ecosistemas resulta ser aún más interesante (Epiquién, 2013). Es importante decir que aproximadamente un tercio del territorio de Lambayeque se encuentra bajo cultivo, lo que convierte a las zonas agrícolas en un elemento y componente más del paisaje lambayecano que incluso tiene sus propias características ecológicas (Epiquién, 2013).

#### **Clasificación de los ecosistemas en Lambayeque**

Según el mapa de sistemas ecológicos, elaborado por el CDC/UNALM (Tiria et al., 2004), Lambayeque cuenta con un total de diez sistemas ecológicos, de los cuales se destacan los siguientes: *bosque tumbesino deciduo de tierras bajas* (en la base de la cordillera), que colinda con la zona de sabana y el matorral espinoso seco a semidesértico. El *matorral espinoso seco a semidesértico*, ubicado en una zona de transición entre los bosques secos de sabana y los bosques tumbesinos secos deciduos de tierras bajas. El *bosque seco tipo sabana*, que son los bosques de algarrobos y sapotes que se encuentran en su mayoría en el norte del departamento, que si bien antes tenían mayor extensión, han sido desplazados por las tierras de cultivo. El *bosque seco denso de llanura*, el cual corresponde al bosque en donde se ubica el SHBP, y donde la vegetación es muy densa en comparación al bosque de sabana, probablemente haya tenido las mismas características en cuanto a densidad de bosque antes de la intervención humana (Epiquién, 2013).

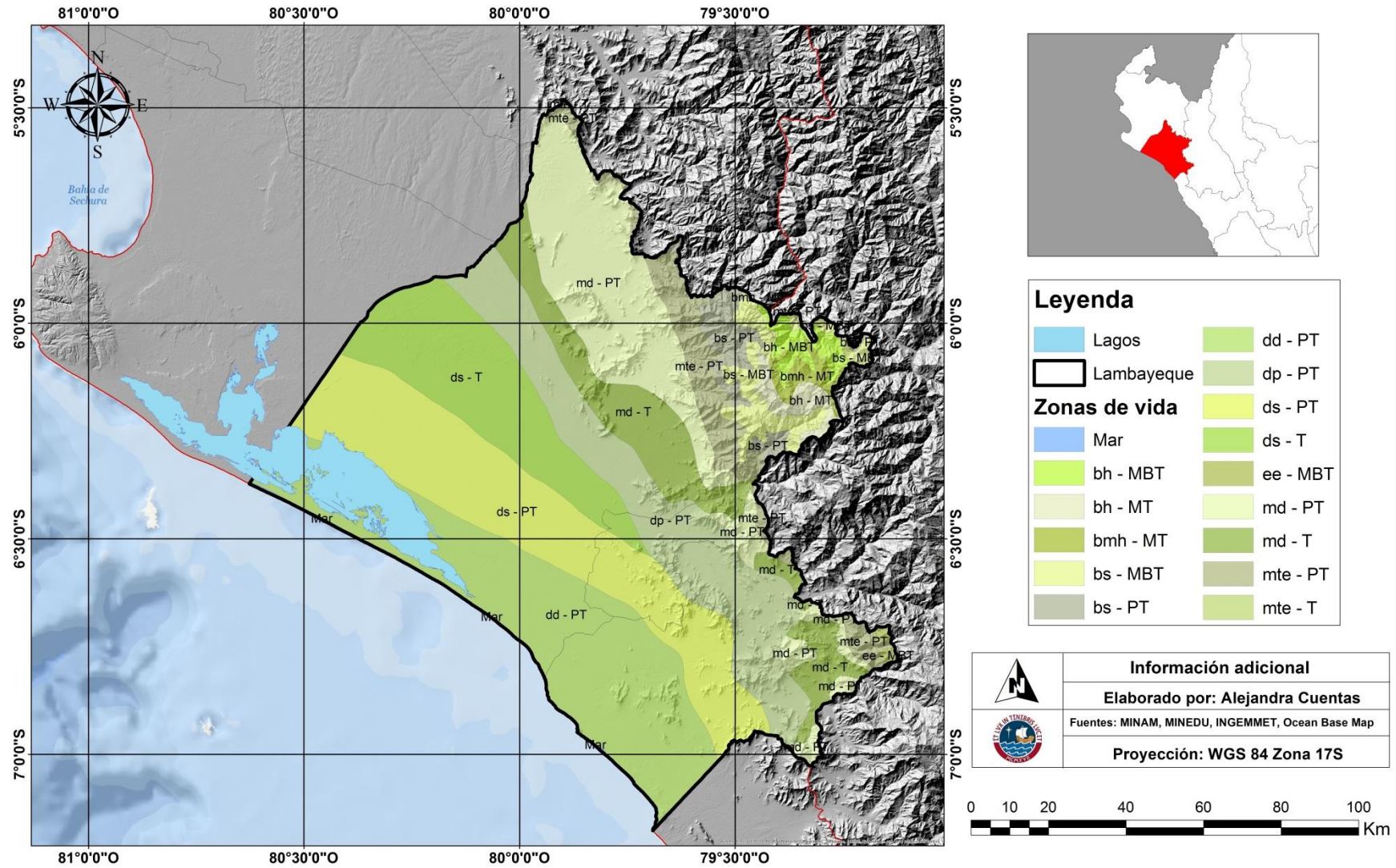
El mapa N°4 muestra las zonas de vida propuestas por Holdridge (INRENA, 1994). Algunas de estas zonas presente en el departamento de Lambayeque son el *desierto desecado – premontano tropical (dd-PT)* la cual se extiende como una franja estrecha que recorre la zona del litoral y cubre localidades como Eten, Monsefú, Pimentel, Chiclayo, Mórrope, entre otras. Su topografía se compone de planicies y ondulaciones de arena y otras de áreas agrícola; mientras que su clima es desértico y su cobertura vegetal es casi nula. Otra zona de vida es el *desierto súper árido – premontano tropical (ds-PT)*, la cual se extiende paralelamente a la primera descrita y comprende, entre otras localidades, a Ferreñafe, Túcume e Íllimo. Su topografía, clima y cobertura vegetal es similar al dd-PT.

Otra zona de vida que resalta en el mapa es el *desierto superárido-Tropical (ds-T)*, la cual se extiende más que todo por el noroeste de Lambayeque, tiene un paisaje de colinas en zona centro sur y tiene planicies y algunas ondulaciones con presencia de arena. Su clima es desértico, mientras que su cobertura vegetal es por lo general vegetación arbórea, principalmente el algarrobo y sapote (Gobierno Regional de Lambayeque, 2012).

El *desierto perárido-premontano tropical (dp-PT)*, comprende, entre otras zonas, a Chongoyape, el distrito que alberga al ACP Chaparrí. Se le reconoce por lo general como desierto costero con altas temperaturas. El SHBP se encuentra dentro de esta zona de vida por su densa cobertura de *Prosopis pallida* (Gobierno Regional de Lambayeque, 2012).



**Mapa N°4: Zonas de vida de Holdridge en Lambayeque**



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°9: Flora de las ANP de Lambayeque

ANP	Flora
<b>ACR Huacrupe-La Calera</b>	<p>Muestra de los bosques secos de Lambayeque (bosques secos de sabana o de llanura), que incluyen como asociación vegetal principal al algarrobal – sapotal y una pequeña muestra de la asociación hualtaco-palo santo. Las cuatro especies mencionadas son parte de las especies de flora amenazadas.</p> <p>La presencia de estas asociaciones está condicionada por la presencia de los cerros Huacrupe y La Calera, ya que entre estos se desarrollan las poblaciones de algarrobo.</p> <p>Se han identificado otras siete especies con cierto grado de amenaza, entre las que se encuentran <i>Colicodendron scabridum</i>, <i>Acacia macracantha</i> y <i>Acacia huarango</i>.</p> <p>El inventario forestal de 1997, realizado por la UNALM, y el Proyecto Algarrobo, identificó tres tipos de bosques y una formación vegetal según densidad y predominancia de especies: Bosques de <i>Prosopis</i>, Bosques de <i>Prosopis</i> y <i>Capparis</i>, Bosque de <i>Capparis</i>, y Chaparral. (Anexo 5)</p>
<b>Santuario Histórico Bosque de Pómac</b>	<p>Por otra parte, el equipo técnico de elaboración del Plan Maestro del Santuario, realizó en el 2007 una actualización del Mapa Forestal donde se determinaron los siguientes tipos de bosques: bosque seco denso, con algarrobos como especie dominante y arbustos como el “cuncuno” <i>Vallesia glabra</i>; bosque seco semidenso, donde hay una proporción equitativa entre algarrobos y sapotes, que cohabitan con vichayo, canutillo o palo negro; y bosque seco ralo, donde predomina el sapote y arbustos como vichayo, cuncuno, entre otros. (Anexo 6)</p>
<b>ACP Chaparrí</b>	<p>Tiene una cobertura vegetal que corresponde a la del ecosistema de bosque seco ecuatorial. Tiene cuatro categorías principales, excluyendo las áreas habitadas y de ocupación agrícola: el Chaparral, cuya vegetación se compone de individuos de especies de crecimiento arbustivo, siendo sus especies más representativas el overo y el vichayo; el bosque arbustivo, cuyas especies más importantes son el algarrobo, el sapote y el canaquil; el bosque arbóreo o denso, donde abundan hualtaco, el palo santo, el pasallo, el angolo y el charán; y el bosque de galería, donde predominan el chaquito, higuérón y cercicillo. (Anexo 7)</p>
<b>ACR Moyán Palacios</b>	<p>Conserva una muestra de la ecorregión de bosques secos de Lambayeque, especialmente de los denominados bosques secos de colina y de montaña, y que según el SINANPE, es una zona considerada como uno de los sitios prioritarios para la conservación. Como asociación vegetal característico está el hualtaco – palo santo – faique.<sup>23</sup></p>
<b>RVS Laquipampa</b>	<p>Se pueden encontrar el palo santo, el overo, el pasallo, el huayrul, el higuérón, el cerezo, el hualtaco, el sapote, el palo blanco, el palo colorado, hierba santa y el faique. Además, se pueden hallar una variedad de especies de flora nativa como hualtaco, palo santo, higuérón, cedro, palo blanco, así como frutales, entre los que se reconocen a la pitajilla y chirimoya; tintes como el nogal y pasallo; y plantas medicinales como el overo y la flor blanca.</p>

Fuente: Gobierno Regional de Lambayeque, 2011; MINCETUR, s.f.; Proyecto Algarrobo, 1997; SERNANP, 2011.

<sup>23</sup> SERNANP [<http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/noticia.jsp?ID=633>]



Fauna de las áreas naturales

Tabla N°10: Fauna de las ANP de Lambayeque

ANP	Fauna
<p><b>ACR Huacrupe-La Calera</b></p>	<p>Están presentes el puma y el venado, lo cual muestra la importancia del sitio como una zona de refugio. Otras especies también presentes son el zorro costeño, iguanas y chiscos, y una gran diversidad de aves. En total se cuenta con un registro de 58 especies de aves, 7 de reptiles, 11 de mamíferos y 1 especie de serpiente (<i>Boa constrictor ortonii</i>).</p>
<p><b>Santuario Histórico Bosque de Pómac</b></p>	<p>En el caso particular de las aves, en el año 1997 se tenía el registro de la presencia de 46 especies en la zona antes reservada Batán Grande. Sin embargo, esta lista se actualizó en el año 2005, mientras se realizaba el proyecto de zonificación del santuario. Ante esto se llegó a registrar un total de 70 especies, y hoy en día se han registrado más de 80 especies pertenecientes a 33 familias. Existen 16 especies endémicas de la región tumbesina y 5 que son endémicas de Perú. Esta ANP es el único lugar donde habitan la Cortarrama peruana y la golondrina de Tumbes. (Anexo 8) Existe un registro de 7 especies de mamíferos en el santuario, los cuales pertenecen a 5 órdenes y 7 familias, siendo el orden de mayor número de individuos el de carnívoros con 3 especies, mientras que la especie considerada casi amenazada es el gato montés. La ardilla de nuca blanca es la única especie que habita en el santuario que viene a ser endémica de los bosques ecuatoriales, tanto de Perú como de Ecuador. Para el caso de los reptiles y anfibios, se han registrado 20 especies de los primeros, de los cuales nueve pertenecen a los saurios y once a las serpientes. La especie considerada en peligro dentro del santuario es la <i>Boa Constrictor ortonii</i>, una especie más está casi amenazada y dos en situación vulnerable. Además, existen seis especies endémicas del bosque seco y ocho especies endémicas del Perú</p>
<p><b>ACP Chaparrí</b></p>	<p>La fauna es típica de los bosques secos del noreste del Perú. Se encuentran especies raras en otras áreas donde se considera este mismo tipo de ecosistema: el oso de anteojos, la pava aliblanca y la bandurria. Parte importante de la fauna del ACP es endémica del bosque seco, que está perfectamente adaptada a las variables ambientales de este ecosistema. Se cuenta con 107 especies de aves, siendo 5 de estas consideradas en amenaza de extinción: la pava aliblanca, la paloma de alas rojas, el atrapamoscas de Tumbes, cortarrama peruano y el loro cabeza roja. En cuanto a los mamíferos se tiene registro de 14 especies, dentro de las cuales están en peligro de extinción el oso de anteojos y en situación vulnerable el oso hormiguero norteño. Finalmente, se cuenta con 19 especies de reptiles y 3 de anfibios, dentro de las cuales se encuentra la boa de costa, la cual está en peligro por la expansión agrícola.</p>
<p><b>ACR Moyán Palacios</b></p>	<p>Se han registrado 95 especies de aves, cuatro especies de anfibios y 12 de reptiles, de los cuales 8 son saurios y 4 serpientes, además de 17 especies de mamíferos.</p>
<p><b>RVS Laquipampa</b></p>	<p>Su fauna se caracteriza principalmente por la pava aliblanca, la cual está clasificada en un estado crítico de amenaza en extinción, siendo además una de las cuatro especies más amenazadas del Perú. Esta, además, es una especie endémica de la región norte del país, y forma parte de la región de endemismo tumbesina y de la ecorregión de bosque seco ecuatorial, que son áreas consideradas como prioritarias para la conservación a nivel mundial.<sup>24</sup></p>

Fuentes: Gobierno Regional de Lambayeque, 2011; MINCETUR, s.f.; SERNANP, 2011;

<sup>24</sup> Es posible que la pava aliblanca haya habitado en los manglares de la desembocadura del río Tumbes, pero por la intervención humana se refugió en las quebradas de los bosques secos del norte.

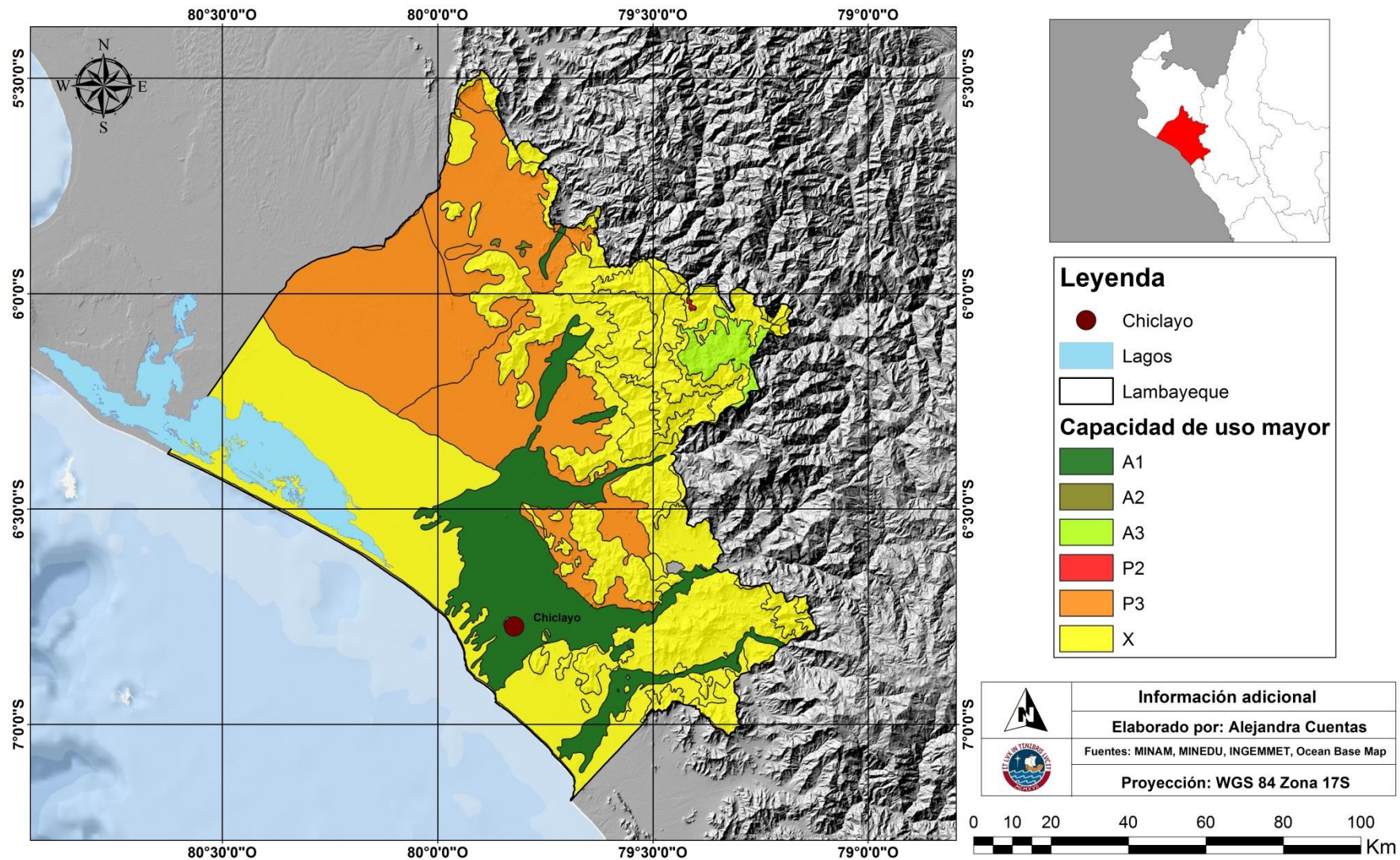
#### 5.4. Características socioeconómicas y dinámicas territoriales

Una de las principales actividades económicas de Lambayeque es la agricultura, y con esta la agro exportación para el desarrollo provincial. El departamento cuenta con un potencial de tierras agrícolas de 270 000 ha, de las cuales se utiliza únicamente el 69,7%. Existen 177 135 ha bajo riego, 11 109 ha en seco y 1 234 886 ha de tierras no agrícolas, esto último debido a la escasez del recurso hídrico. Los cultivos más importantes son la caña de azúcar, arroz, algodón y maíz, los cuales cubren el 70% de la superficie agrícola, mientras que el 30% restante se distribuye en los cultivos de frutales, pan llevar y menestras (Salazar, 2009).

El mapa N°5 presenta la capacidad de uso mayor – según la clasificación hecha por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) – en el departamento de Lambayeque. Se puede observar que entre las provincias de Ferreñafe y Chiclayo, y parte de la provincia de Lambayeque, la capacidad de uso es de tipo A1, es decir son tierras aptas para cultivos en limpio con capacidad agrológica alta. Es por tanto que se ve en esa zona mayormente cultivos y expansión agrícola, a pesar de la presencia de un ANP – Santuario Histórico Bosque de Pómac – y de alguna forma se comprende la influencia humana en esta zona. Por otro lado, gran parte de la provincia Lambayeque tiene una capacidad de uso de tipo P3, es decir suelos aptos para pastos con capacidad agrológica baja. Esto puede deberse en parte al clima árido, lo que genera que haya más suelo desnudo que vegetación en sí.

Gran parte del departamento es de tipo X, es decir apto para protección, y en este tipo de uso donde se encuentran áreas protegidas como el RVS Laquipampa, las ACR Moyán Palacios y Huacrupe La Calera y el ACP Chaparrí. Lamentablemente, el SHBP tiene parte de su territorio en zonas aptas para agricultura, por lo no se cumple totalmente el uso que debería darse, y es aquí donde influye los drásticos cambios de uso de suelo. Finalmente, el uso tipo A3 son suelos aptos para cultivos en limpio con capacidad agrológica baja. Eso podría deberse a que, por ubicarse en las partes más altas del departamento, la actividad agrícola se dificulta un poco en cuanto a topografía, pero se beneficia por la mayor abundancia de lluvias.

**Mapa N°5: Capacidad de uso mayor en Lambayeque**



Fuente: Elaboración propia



Respecto a las ANP de Lambayeque, se cuenta con poca información sobre el aspecto socioeconómico, siendo el área que más datos presenta el SHBP, aunque también se cuenta con información, si bien reducida, relevante del ACR Huacrupe La Calera y del ACP Chaparrí. El ACP mantiene una población de comuneros que se dedican a la ganadería de bovinos y caprinos principalmente, así como a una producción agrícola ancestral. En esta zona, por tanto, prevalece la actividad agropecuaria por la capacidad de uso mayor de suelos, ya que son tierras que reúnen las condiciones óptimas para el cultivo, pastoreo y producción forestal, así como tierras aptas para pastos, lo que permite sostener una ganadería bastante productiva en términos económicos (MINCETUR, s.f.).

En el ACR Huacrupe La Calera habitan cinco familias, y 40 en su zona de amortiguamiento. El ACR sufre hoy en día las invasiones con fines de tala de algarrobos para su comercialización como carbón y leña. Los sacos de más de 60 kg cuestan alrededor de unos 30 soles siendo las pollerías de las grandes ciudades su mercado central. Al no estar delimitada físicamente hace más difícil protegerla de los invasores que extraen madera o cazan especies, poniendo a muchas en estado vulnerable de extinción. Hoy en día, por la evidente situación de sequía, las fuentes de agua que utilizan son los pozos o aguas subterráneas a una profundidad de 50 metros. Por otra parte, los comuneros de esta zona se dedican a principalmente a la agricultura y ganadería, teniendo sus propios huertos y granjas en sus hogares.<sup>25</sup>

**Fig. N°20 (izquierda):** Criadero de animales en HLC. **Fig. N°21 (derecha):** Huerto en HLC



Foto: Arturo Salazar

La zona de amortiguamiento del SHBP comprende cinco distritos, siendo solamente Pítipo parte de la provincia de Ferreñafe, mientras que los cuatro restantes forman parte de la provincia de Lambayeque, los cuales son Íllimo, Jayanca, Pacora y Túcume.<sup>26</sup> Gran parte de las viviendas de estos caseríos son precarias de adobe o quincha y techos de calamina que las protege del sol y las lluvias. Poseen un alto nivel de hacinamiento (más de tres personas por habitación); los caseríos no cuentan con servicios básicos de agua, y para consumo humano es de origen subterráneo y la mayoría la obtiene de pozos o norias. Solo los caseríos de La Zaranda y Huaca Rivera tienen servicios de agua por tuberías por tanques de elevación. Los caseríos carecen, además, de servicios de desagüe, ya que la población utiliza mayormente letrinas.

<sup>25</sup> CONEXIÓN COP [<http://conexioncop.com/blog-juan-mayanza-una-gran-voluntad-frente-a-un-gran-desafio/>] El autor de la nota es uno de los que apoyaron en la salida de campo a Huacrupe La Calera, por lo que esta información nos fue otorgada de manera directa.

<sup>26</sup> La accesibilidad vial a los caseríos de la zona de amortiguamiento se realiza por la carretera de Ferreñafe a Batangrande y por la antigua carretera Panamericana Norte. Las dos vías permiten la articulación e integración con los distritos de la provincia de Ferreñafe y Lambayeque, la región y el país.

Únicamente Huaca Rivera y La Zaranda tienen centros de salud, siendo una situación preocupante por los riesgos debido a la falta de programas integrales de salud en estos lugares (SERNANP, 2011).

En los distritos que comprenden la zona de amortiguamiento son 20 las instituciones educativas de nivel inicial, 71 de educación primaria y 28 de secundaria, distribuidas en las zonas urbana y rural. Existen también Centros de Educación Ocupacional (CEO) y 3 instituciones de Educación Superior en Íllimo y Túcume, los distritos con mayor población. Más del 90% de las casas son de adobe con techo de calamina, y casi el 80% de las viviendas no cuenta con servicio de alumbrado público, mientras que la mayoría de las viviendas carecen de la red de desagüe, relleno sanitario, y muy pocas tienen el servicio de agua potable (SERNANP, 2011).

En el desarrollo económico local, las actividades realizadas por el jefe del hogar y de los miembros del mismo se relacionan directamente a las tareas agropecuarias, las cuales son distribuidas entre los miembros hábiles a trabajar. La ocupación de los jefes del hogar es la mano de obra en fundos o predios, de donde obtienen sus ingresos económicos. En el caso de los niños, estos realizan actividades de menor esfuerzo como el cuidado de los animales y mandatos de los padres, y con el paso del tiempo se van integrando a labores agrícolas más específicas (SERNANP, 2011).

**Tabla N°11: Actividades económicas en el SHBP y ZA**

Actividad económica	Características
<b>Agricultura</b>	<p>Se realiza en el valle del río La Leche. El agua disponible en épocas de lluvias abastece a los agricultores de Túcume, Íllimo y Mórrope, los cuales tienen derecho a agua de riego. Si hay excedente de agua se atienden a las demás parcelas agrícolas de la ZA.</p> <p>En los sectores Santa Clara, Ojo de Toro, Huaca Rivera, Poma III y Santa Rosa de las Salinas se cultivan entre 0,5 a 2 ha con cultivos anuales como el maíz, la lenteja y la yuca. Gran parte de la producción es básicamente de subsistencia. Los mercados más importantes se ubican en Chiclayo, principalmente Moshoqueque, y de ahí se distribuye a Ferreñafe y Lambayeque.</p>
<b>Ganadería</b>	<p>El 50% de las familias de la ZA mantienen caprinos y ovinos que pastan de forma extensiva en los bosques del santuario, constituyendo una constante amenaza en algunas zonas por sobrepastoreo.</p> <p>Si bien la ganadería es tradicional también constituye una de las amenazas para el establecimiento de la regeneración natural.</p>
<b>Apicultura</b>	<p>Actividad que se desarrolla casi en un 80% dentro del SHBP por tres familias que son los herederos de la tecnología desarrollada por el apicultor alemán Karl Weiss.<sup>27</sup></p> <p>En sectores como La Zaranda y Santa Rosa de las Salinas, el 25% de la población realiza la actividad apícola, mientras que en otros sectores no pasa del 5%.</p> <p>A pesar de la producción total obtenida, poco más del 10% se dedica al consumo local, siendo la mayor parte llevada a Lima y el resto es vendido entre los turistas en Pómac.</p> <p>En los últimos 5 años, la producción de miel ha ido en descenso, situación la cual se le puede atribuir al ataque de plagas.</p>
<b>Turismo</b>	<p>El flujo de visitantes al santuario ha ascendido en los últimos años, por lo que se considera al turismo una actividad potencial. Cuentan con un local de centros para atender a los visitantes. Existe una organización de guías locales y comercializadoras de productos del bosque seco.</p>

Fuente: SERNANP, 2011

<sup>27</sup> En el año 2004, uno de los años de mejor producción apícola en el santuario, se pudo instalar hasta 3 000 colmenas. Cada colmena en años normales produce hasta 25 kg anuales en dos cosechas, lo que podría significar en las mejores condiciones una producción de total de 75 TM de miel de primera calidad.



**Tabla N°12: Situación demográfica y socioeconómica de los distritos de Lambayeque**

Distrito	Población total	Población de Hombres	Población de mujeres	Población urbana	Población rural	Población analfabeta (15 años a más)	PEA ocupada hombres	PEA ocupada mujeres
<b>Pítipo</b>	20 080	10 265	9 815	5 786	14 294	1 751	4 928	981
<b>Íllimo</b>	9 107	4 568	4 539	4 699	4 408	430	1 991	573
<b>Jayanca</b>	15 042	7 550	7 492	7 282	7 760	918	3 439	1 086
<b>Pacora</b>	6 795	3 419	3 376	3 599	3 196	404	1 476	457
<b>Túcume</b>	20 814	10 299	10 515	7 916	12 898	1 159	4 850	1 391
<b>Salas</b>	12 998	6 526	6 472	3 248	9 750	1 794	2 491	445
<b>Incahuasi</b>	14 230	6 850	7 380	1 164	13 066	2 660	2 403	1 351
<b>Chongoyape</b>	17 540	8 860	8 680	13 438	4 102	1 056	4 028	1 185
<b>Olmos</b>	36 595	18 440	18 155	9 807	26 788	3 244	9 028	2 224

Elaboración propia

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007, INEI<sup>28</sup>**Tabla N°13: Situación de pobreza en los distritos de Lambayeque**

Distrito	Incidencia de pobreza monetaria total	Incidencia de pobreza monetaria extrema	Población en viviendas con características físicas inadecuadas	Población con viviendas con hacinamiento	Hogares sin agua, desagüe ni alumbrado eléctrico	Población sin seguro de salud	PEA ocupada sin seguro de salud
<b>Pítipo</b>	10 402	1 480	1 279	2 400	292/4 816	8 719	3 987
<b>Íllimo</b>	5 016	850	666	1 095	41/ 1 944	4 089	1 626
<b>Jayanca</b>	7 162	949	1 430	2 560	174/3 519	6 326	2 547
<b>Pacora</b>	4 104	834	831	1 013	48/1568	3 097	1 232
<b>Túcume</b>	13 586	2 775	1 448	2 859	103/4 160	12 598	4 890
<b>Salas</b>	11 727	4 303	3 475	2 746	1 484/3 060	6 695	2 105
<b>Incahuasi</b>	14 186	6 843	143	2 058	1 143/3 071	5 524	1 960
<b>Chongoyape</b>	6 873	855	216	1 393	273/4 456	7 087	2 712
<b>Olmos</b>	23 961	4 678	9 259	9 947	2 225/8 192	21 704	8 457

Elaboración propia

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007, INEI<sup>28</sup><sup>28</sup> INEI [http://www.inei.gob.pe/]

La diferencia entre la población rural y urbana se puede argumentar de cierta forma en que las actividades más comunes y económicamente más importantes sean las agropecuarias, es decir actividades agrícolas y ganaderas, ya que se cuentan con las tierras aptas para este tipo de trabajo. Por otra parte, esto también puede justificarse por el incremento notorio de la frontera agrícola en el departamento, lo que está modificando el paisaje en muchas áreas de la región.

En el caso particular de Pítipo, este presenta una gran cantidad de su población como rural, debido en gran parte a las nuevas configuraciones del paisaje y las invasiones al área natural del SHBP y su zona de amortiguamiento, además de ser las actividades agrícola, ganadera y apícola las más representativas del santuario. En el caso de Túcume, su población rural también es bastante alta, ya que si bien hay zonas arqueológicas en este distrito así como bosques de algarrobo, el avance de la agricultura y los nuevos usos de suelo son fenómenos antrópicos que están incrementándose con el tiempo por las necesidades de subsistencia de las comunidades rurales.

Para Incahuasi, más del 90% de su población es rural, esto debido a que su población es predominantemente agrícola, y tiene una vinculación con la agricultura, ganadería, caza y silvicultura. Sin embargo, esta zona también mantiene una fuerte relación entre el medio ambiente y el ser humano, ya que esta provee lo necesario en cuanto a alimentación, energía, vivienda, entre otras necesidades, e incluso facilita la organización familiar y la distribución poblacional.<sup>29</sup> Un caso especial es el de Chongoyape, donde la población rural es mucho menor que la población urbana, y esto puede relacionarse a la información presentada en el plan maestro del ACP Chaparrí, donde indica que el distrito de Chongoyape está urbanizándose cada vez más, siendo parte de la población rural la comunidad de Santa Catalina de Chongoyape, la cual frena de alguna forma este avance urbano cada vez más fuerte en dicho distrito.

Con respecto a las características socioeconómicas, se considera como variable importante la PEA (Población Económicamente Activa) ocupada, y ante esto se observan grandes diferencias entre la PEA ocupada de hombres y la de mujeres. En primer lugar, muy poca cantidad de la población total forma parte de la PEA, pero son las mujeres las que menos rol en la actividad económica tienen, lo cual se ve reflejado en todos los distritos de análisis. Esto muestra que las mujeres en la región aún son subvaloradas para las mismas oportunidades laborales que los hombres. Hoy en día, el trabajo y labor de las mujeres en Lambayeque se concentra en el sector económico terciario con empleos muy poco remunerados, de escasa movilidad y muchas veces con menor protección de salud, y las ramas de actividad que concentran mayor mano de obra femenina en los hoteles, restaurantes, personal de servicio doméstico en hogares y enseñanza (Gobierno Regional de Lambayeque, 2008). Por el lado de los hombres, su labor se enfoca más en el sector primario y secundario. Por otra parte, buena parte de la población total en cada distrito no cuenta con un seguro de salud, y en el caso particular de la PEA ocupada parte considerable de esta no está asegurada por lo que esto acarrea un problema en la forma de organización y seguridad de los pobladores dentro del ámbito laboral.

En términos de pobreza, la incidencia de pobreza monetaria total presenta en casi todos los distritos una cantidad de personas en dicha condición que sobrepasan a la población total. Los distritos que conforman al SHBP son considerados muy pobres (SERNANP, 2011), con considerables índices de carencias y altos porcentajes de población que no cuentan con los servicios básicos de agua, desagüe, electricidad, y cierta parte de la población viven en condiciones inadecuadas así como en un estado de hacinamiento en sus

---

<sup>29</sup> Incahuasino. Luchando por el desarrollo y progreso de Incahuasi [<http://elincahuasino.blogspot.com/p/plan-de-gobierno-2011-2014.html>]

viviendas. En cuanto a la incidencia de pobreza monetaria extrema, son los distritos de Salas, Incahuasi y Olmos los que mayor cantidad muestran. En el caso de los dos primeros distritos, estas estadísticas de pobreza pueden deberse a que más de la mitad de recién nacidos tienen serios problemas de desarrollo por la desnutrición crónica de las madres, además de que más del 50% de niños menores de cinco años sufre esta enfermedad, y esto es a causa de las viviendas sin servicios básicos y la falta de recursos económicos para la provisión de alimentos necesarios. Por tanto, la malnutrición es un fenómeno y consecuencia condicionado por los factores de pobreza, pocas oportunidades y bajo nivel de educación de los padres (El Comercio, 2014), como se ve reflejado en las estadísticas obtenidas en cuanto a población analfabeta, ya que Salas e Incahuasi son los dos distritos con mayores registros de esta situación.

Por último, en el distrito de Olmos se ha registrado que la incidencia en pobreza extrema es de casi 9%, mientras que la incidencia en la pobreza total es casi en 50%. Esto se muestra en la poca accesibilidad a los servicios básicos, lo cual se da en gran parte de la población, y esta negativa situación se intensifica, ya que la pobreza empieza a consumir espacios sociales, donde hay gran escasez de servicios y alto índice de necesidades insatisfechas. A pesar que son poblaciones cuyo entorno posee sus recursos naturales que pueden ser aprovechados para su subsistencia, la sobreexplotación y presión sobre ellos, junto al cambio de uso de suelo, no permite un mejor desarrollo o desenvolvimiento local para sobrevivir y superar la situación de pobreza.

### **Proyecto Olmos**

El proyecto Olmos constituye un aspecto importante que es la generación de miles de puestos de trabajos directos e indirectos que irían incrementando con la consolidación del proyecto. Según el Plan de Desarrollo Concertado (Municipalidad Provincial de Lambayeque, 2010), se estimó que se otorgarían aproximadamente 80 000 empleos como trabajadores y 20 000 como trabajadores indirectos, lo cual generaría además un migración de 200 000 personas. Ante esto, también se proyecta una planificación de ciudades nuevas para una población grande, lo cual sin lugar a dudas son beneficios a futuro. Sin embargo, cabe recalcar que en los últimos años el proyecto ha estado más bajo la perspectiva de oportunidad de negocios, lo cual le quita el carácter integral con el que inició y que fue el argumento más fuerte para su creación, por lo cual eso también puede afectar a las zonas naturales que se involucran, teniendo por tanto que ser parte especialistas en gestión ambiental y conservación para volver a integrar todos los enfoques dispuestos en un comienzo.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Gobierno Regional Lambayeque – Proyecto Especial Olmos Tinajones [<http://peot.regionlambayeque.gob.pe/>]



Mapa N°6: Proyecto Olmos - Tinajones



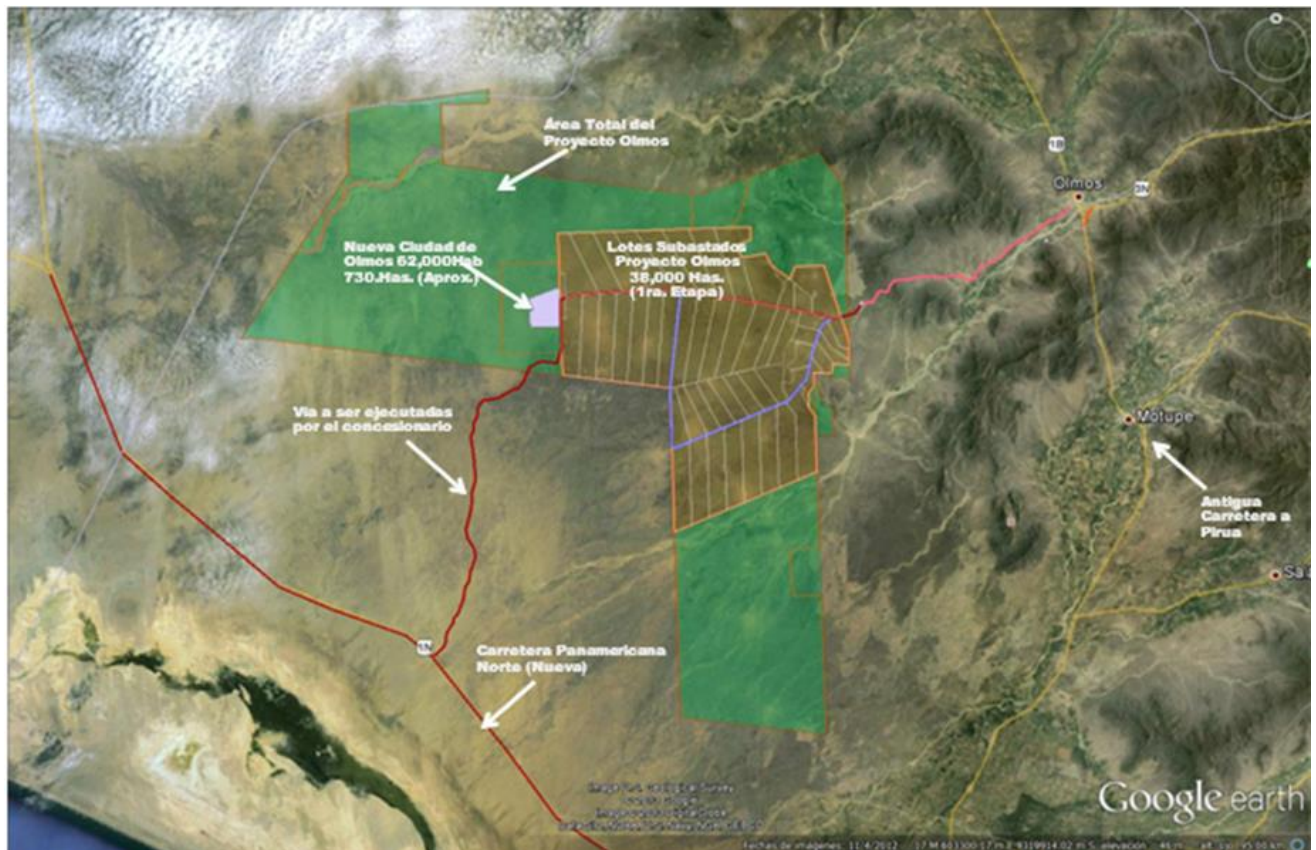
Fuente: Gobierno Regional de Lambayeque, 2015

El área que se destinó para este proyecto en la ciudad de Olmos es de aproximadamente 3 900 ha, de las cuales un porcentaje determinado (60%) de la primera fase del proyecto está destinado a áreas verdes, áreas recreativas, áreas protegidas, para redes viales y espacios públicos. Asimismo, este proyecto significa también una serie de impactos, si bien son en busca del desarrollo económico, pueden afectar el desarrollo ambiental. Entre los impactos están la ampliación del sistema de infraestructura agraria con nuevas tecnologías, lo cual impulsa a la ampliación de la frontera agrícola de la región, incentivando los cambios de uso de suelo. Por otra parte también se crean nuevos centros urbanos lo cual significa un crecimiento de la urbanización en zonas no ocupadas que puedan influir indirectamente en las áreas naturales.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Gobierno Regional Lambayeque – Proyecto Especial Olmos Tinajones [<http://peot.regionlambayeque.gob.pe/>]



Fig. N°22: Área del proyecto Olmos



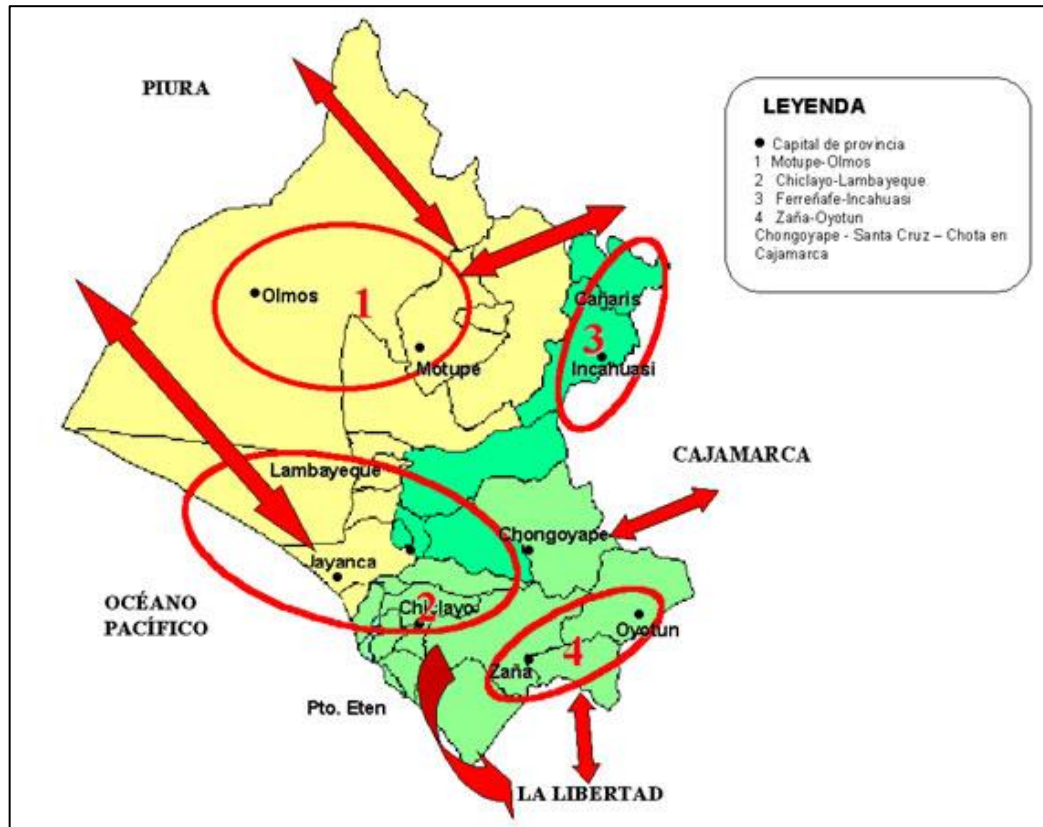
Fuente: Gobierno Regional de Lambayeque, 2015

### **Dinámicas territoriales**

Las dinámicas territoriales se generan de muchas maneras, pero son principalmente los flujos económicos los que más destacan, sobre todo en una región como Lambayeque. Estos flujos económicos se dan en mayor parte a nivel provincial entre Chiclayo y Lambayeque, el cual es el espacio de mayor desarrollo y gran potencial económico y de producción por sus tierras con una alta valorización agrícola y gran capacidad para cultivos agro – exportables. En segundo lugar, un flujo que incluye a la zona de estudio es el de Motupe a Olmos, cuyo espacio tiene como unidad integradora al sistema de cuencas de los ríos de los mismos nombres, donde hay un gran potencial de suelos agrícolas para los cultivos permanentes, los cuales son mayormente de frutales, así como cultivos y crianzas para exportación, los cuales están favoreciendo la industrialización de productos zonales. Además, también hay gran presencia de especies como algarrobo, hualtaco y palo santo. Finalmente, la zona económica entre Incahuasi y Cañaris es una unidad considerada como la de menor desarrollo, y se le considera predominantemente andino, donde si bien no se encuentra gran cantidad de algarrobos por su misma altitud, solo en las zonas bajas, hay gran biodiversidad y presencia de bosque seco de gran importancia, y que comparten fauna con los ecosistemas de menores altitudes que son importantes para la subsistencia de ambos.<sup>32</sup>

<sup>32</sup>PERXLAMBAYEQUE [http://www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/Perx/perx\\_lambayeque/mapa\\_flujos.htm](http://www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/Perx/perx_lambayeque/mapa_flujos.htm)

**Fig. N°23:** Flujos económicos en la región de Lambayeque



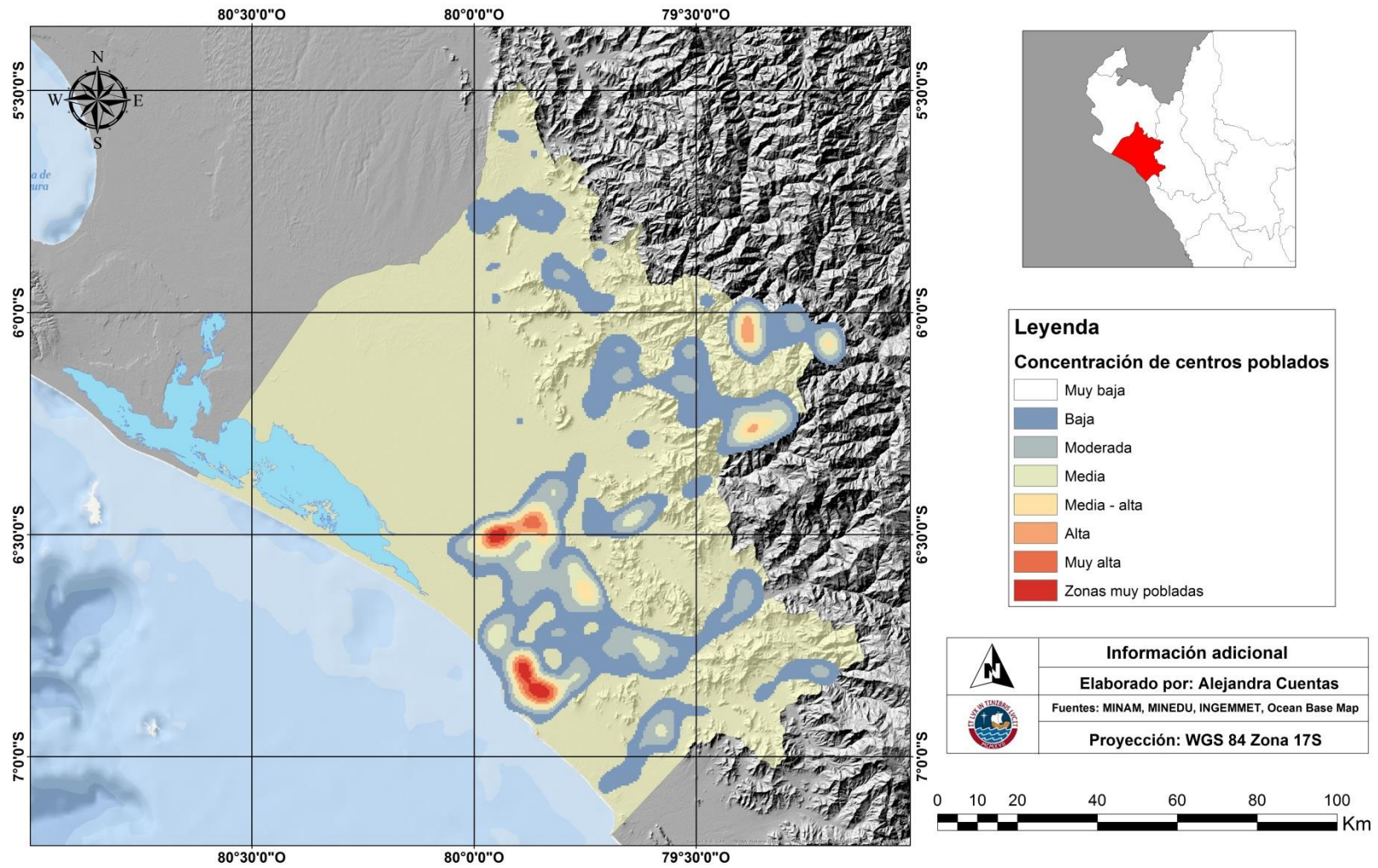
Fuente: PERX LAMBAYEQUE<sup>33</sup>

En el mapa N°7 se puede observar que la mayor concentración de centros poblados se da entre las provincias de Ferreñafe y Chiclayo, cuyo límite se caracteriza por grandes áreas agrícolas y la expansión de estas, además de gran infraestructura vial, por lo que las áreas naturales que abundan en ese espacio de concentración son los encargados de manejar los recursos, y es por tanto que se ve ya tanta expansión agrícola y cambio de uso de suelo, pues es la actividad predominante para la subsistencia. Sin embargo, también hay una cierta concentración de centros poblados en las zonas norte, sobre todo en Olmos, donde se ubican otras áreas naturales, especialmente el ACR Huacrupe La Calera. En esta zona también hay actividades económicas que sustentan a la población por lo que se puede entender que haya buena presencia de centros poblados rurales.

<sup>33</sup> Fuente: PERX LAMBAYEQUE [[http://www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/Perx/perx\\_lambayeque/mapa\\_flujos.htm](http://www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/Perx/perx_lambayeque/mapa_flujos.htm)]



**Mapa N°7: Concentración de centros poblados en Lambayeque**



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO VI

### DISTRIBUCIÓN DE BOSQUES Y SU BIODIVERSIDAD

En esta sección la investigación se enfoca en recolectar los datos relevantes y secundarios con el fin de obtener los resultados deseados para cumplir los objetivos. El primer subcapítulo se refiere específicamente a los resultados de las encuestas y entrevistas realizadas a la población de Ferreñafe, Chiclayo y Olmos, así como actores claves como guardaparques y representantes del gobierno regional. El segundo subcapítulo se centra en la distribución potencial – actual y futura – del algarrobo y su modelamiento espacial en el norte peruano y, a un nivel más local, en Lambayeque. Además, se mostrará la distribución potencial de una de las especies que mayor relación guarda con el algarrobo: el zorro costero. En el tercer subcapítulo se presentarán los resultados a partir de los métodos de teledetección, como los cambios – aumento o disminución – de la cobertura vegetal, identificación de incendios y áreas quemadas en el departamento y fragmentación del paisaje. El último subcapítulo tiene un punto de vista más ecológico, con énfasis en la especie del algarrobo en sí, su hábitat, las especies que componen el bosque, y sobre todo, la relevancia de cada una para los bosques secos de algarrobo.

#### 6.1. Resultados de las encuestas: percepción ambiental de la población

Los objetivos de las encuestas fueron principalmente conocer la opinión de la población local respecto a la importancia del algarrobo, tanto para el valor para uso humano como para su valor ecológico. Además, se podrá ver cómo las personas han percibido con el paso del tiempo los cambios más drásticos en los bosques del departamento y a qué causas le atribuyen esas alteraciones. Las encuestas se realizaron a un total de 35 personas y, específicamente, en los siguientes lugares: distritos de Picsi y Pítipo, provincia de Ferreñafe; distrito de Chiclayo, en la provincia de Chiclayo; y el distrito de Olmos, en la provincia de Lambayeque.

**Tabla N°14: Características de la población encuestada**

<b>Total de encuestados</b>		<b>35</b>
<b>Sexo</b>	Hombres	21
	Mujeres	14
<b>Edad</b>	20-30 años	2
	31-40 años	10
	41-50 años	8
	51-60 años	10
	61-70 años	4
	71-80 años	1
<b>Procedencia</b>	Ferreñafe	19
	Chiclayo	6
	Olmos	10

Fuente: Elaboración propia

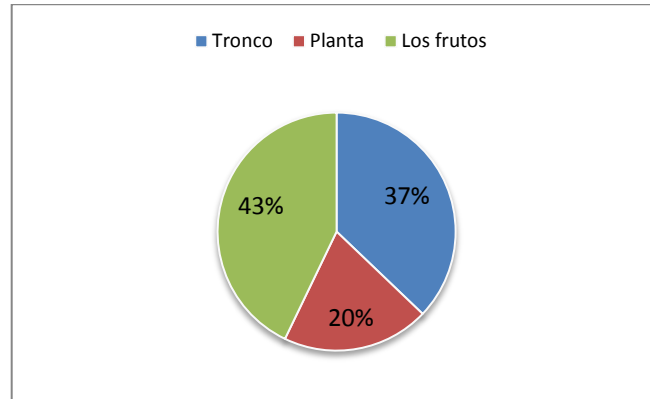
La encuesta en sí fue corta y estuvo compuesta de 11 preguntas, donde la mayoría tenían respuestas de opción múltiple. Algunas preguntas fueron abiertas con el objetivo de tener diferentes opiniones con



respecto al tema en cuestión, y que no solo incluye a la población local, sino también a actores claves en relación a los bosques de Lambayeque.

**Pregunta 1: ¿Qué partes del árbol de algarrobo utiliza más?**

**Fig. N°24:** Partes del algarrobo más utilizadas

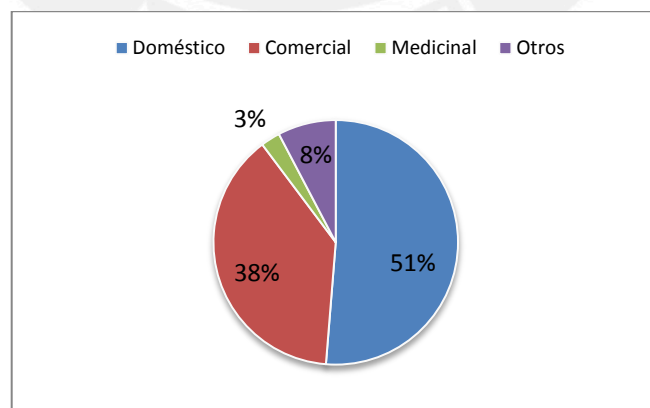


Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos, y con el gráfico anterior, el 43% de los encuestados opina que los frutos son la parte del árbol que más se utiliza para beneficio humano, pues de ellos se obtienen una serie de productos comestibles que son fuente de alimento para la población local, productos comerciales en ferias o negocios pequeños, y para alimento de animales de granja. Por otra parte, en el caso de la planta, que incluye a las hojas y las flores, son lo que menos se utiliza según la población consultada (20%), mientras que del tronco también presenta un porcentaje alto (37%), debido principalmente a la madera, leña y carbón vegetal que de él se obtienen. A pesar de eso, las tres partes del árbol muestran un porcentaje considerable en cuanto a importancia para el uso humano.

**Pregunta 2: ¿Cuáles son los usos que más se le atribuye al algarrobo?**

**Fig. N°25:** Usos del algarrobo



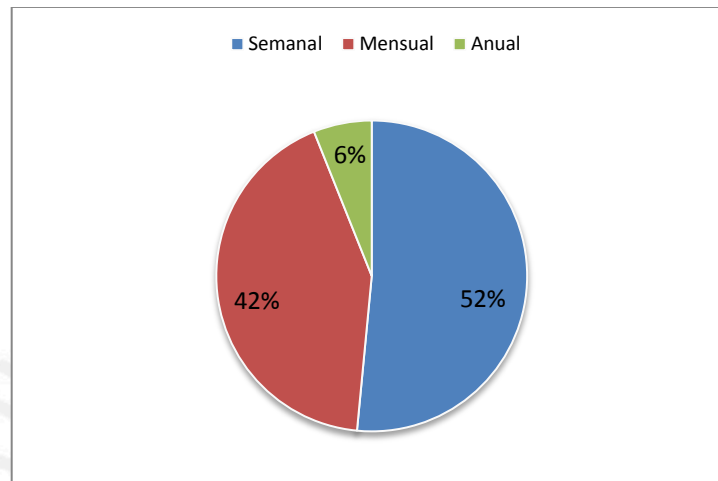
Fuente: Elaboración propia

En esta parte, el 51% de la población opina que el uso predominante, o en todo caso, el más importante, es el uso doméstico. Sin embargo, cabe resaltar que gran parte de los encuestados (38%) consideraron al uso comercial como lo más relevante con respecto a esta especie para beneficio humano. Si bien no fue una de

las respuestas más constantes, parte mínima de la población (3%) opinó que el uso medicinal era el más importante, pues, como lo mencionó uno de los encuestados, de la corteza del algarrobo se obtienen medicinas para, principalmente, dolores estomacales. Probablemente la población no lo mencionó mucho, porque el uso medicinal está muy relacionado con el uso doméstico y la comercialización de los productos de algarrobo. Por último, otra parte de la población (8%) también optó por otros usos, como por ejemplo el confort y sombra que ofrece este árbol por su altura y abundantes hojas.

**Pregunta 3: ¿Con qué frecuencia se extraen los árboles de algarrobo?**

**Fig. N°26:** Frecuencia de extracción de árboles de algarrobo

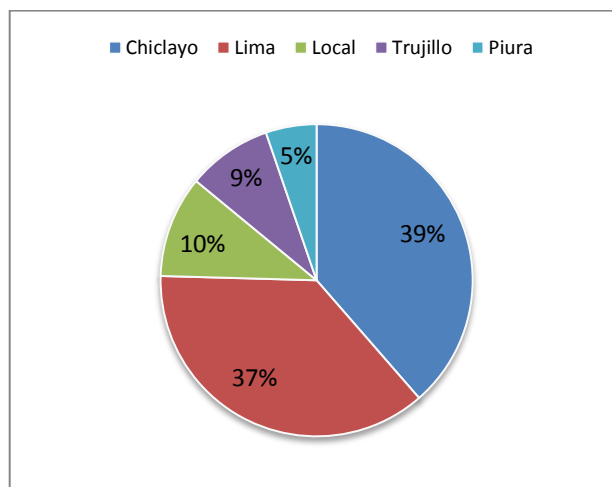


Fuente: Elaboración propia

Ante la evidente extracción de los algarrobos de los bosques secos se le preguntó a la gente con qué frecuencia observaban que se realizaba esta actividad en su localidad. La mayoría (52%) respondió que la extracción de árboles se da de manera muy continua, no solo semanal sino es algo que ya se observa diariamente, pues saben que los productos maderables son muy comerciales, además que las comunidades locales suelen talar árboles para uso propio. Por otro lado, el 42% de los encuestados comentó que la frecuencia de la actividad se da de manera mensual, es decir una vez al mes, probablemente en ese caso se traten de empresas que se dedican a esto o, incluso, taladores ilegales que transportan la madera a otras zonas. Otra razón que mencionaron fue que al haber cada vez menos árboles, el ritmo de tala ha disminuido, pues deben esperar a épocas de lluvias para dicha actividad. Finalmente, muy pocos encuestados (6%) opinan que la extracción de los árboles es anual, siendo probablemente personas que no están muy al pendiente o viven lejos del área de influencia de los bosques.

**Pregunta 4: ¿Cuáles son sus mercados de destino?**

**Fig. N°27:** Mercados de destino de los productos de algarrobo



Fuente: Elaboración propia

Los mercados de destino son mayormente Chiclayo, según el 39% de los encuestados, que es la capital de Lambayeque, y Lima, según el 37%, la gran metrópoli del Perú, y donde se concentra el mayor ingreso económico. Otros lugares mencionados fueron Trujillo y Piura (9% y 5% respectivamente), que si bien son en menor proporción, muestra que, en conjunto con Chiclayo, Trujillo y Lima, son las grandes ciudades los principales compradores de estos productos, especialmente los maderables por su alta demanda en producción y consumo. Finalmente, una parte de los encuestados (10%) opinó que la comercialización se da a un nivel más local, e incluso no son vendidos sino usados para consumo doméstico. Por tanto, al haber grandes mercados que demandan tales productos, la comercialización ilegal de los maderables del algarrobo es cosa de todos los días y que, lamentablemente, aún no se ve ni se manifiesta control alguno, a pesar de que, según lo observado y conversado, la población de Pítipo, por lo menos, tienen una conciencia sólida en cuanto a la protección de sus fuentes de recursos forestales.

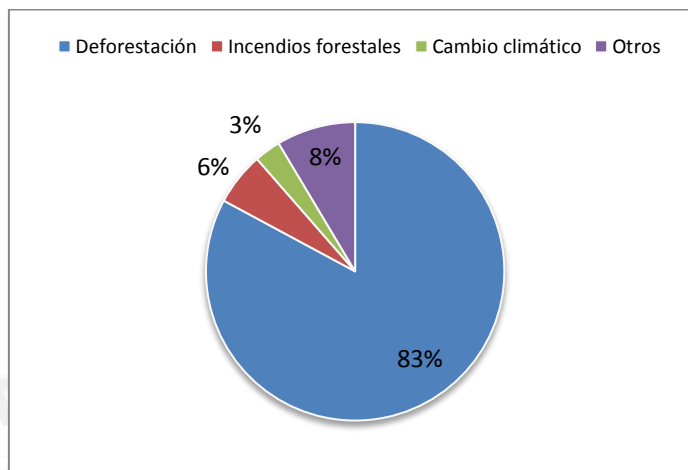
**Pregunta 5: ¿Cuál cree es la interrelación entre la fauna existente en la región y los bosques de algarrobo?**

Esta pregunta tuvo un carácter más abierto, y fue cuestionada principalmente a los guardaparques y comuneros de las áreas protegidas. Tanto en la primera como en la segunda salida se visitó el SHBP, donde nos recibieron guardaparques y nos ofrecieron un recorrido breve en el área. Respecto al tema, comentaban que los bosques de algarrobo eran refugio para una gran cantidad de especies de aves, de las cuales destacaban el pájaro carpintero y la cortarrama peruana. Además, también hizo mención de la ardilla cola blanca, la cual también usa como hábitat o lugares de reposo a los árboles de algarrobo. La especie más importante que mencionaron fue la presencia del zorro costero, pues este cumple un papel de dispersor de semillas de algarrobo que aportan a la regeneración natural del bosque. Por otra parte, cuando se acampó en el ACR Huacrupe La Calera, el presidente de comuneros de la zona nos comentó la presencia de pumas y zorros que actuaban como animales nocturnos y su refugio es precisamente ese bosque de algarrobo. Finalmente, cuando visitamos el ACP Chaparrí, los comuneros que gestionan y

conservan la zona nos mencionaron que se protege en gran parte la especie del zorro costero por ser parte de la fauna típica del área.

**Pregunta 6: ¿Cuál cree son las causas o amenazas de la desaparición de los bosques secos de algarrobo y de otras especies vegetales?**

**Fig. N°28:** Causas y amenazas a los bosques secos de algarrobo



Fuente: Elaboración propia

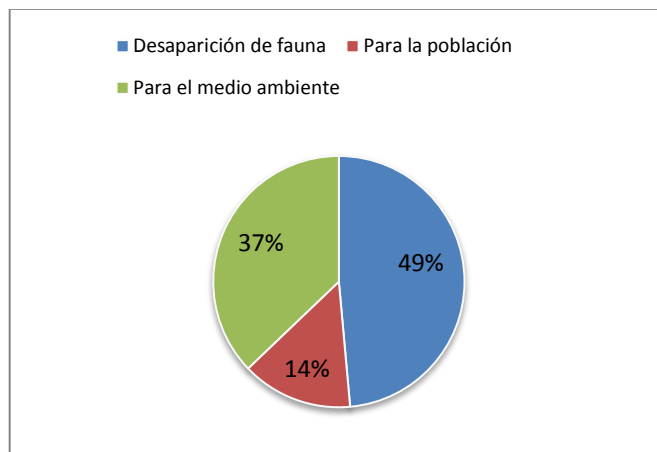
Como se puede observar en los resultados de las encuestas, una de las amenazas más potentes es la extracción selectiva de algarrobo a partir de actividades de tala de árboles, lo que produce una pérdida de la biodiversidad y degradación del ecosistema. Por otra parte, esta actividad furtiva va abriendo paso al interior de los bosques para desplazamiento de las carreteras, los cuales son evidencias de fragmentación. Para el caso particular del SHBP, las causas de esta amenaza son las limitadas oportunidades de empleo, las cuales son mucho más escasas en épocas de sequías. Además, también se considera causante la creciente demanda de madera de algarrobo.

Otra amenaza bastante considerada, y que curiosamente no se muestra en dicha magnitud en los resultados de las encuestas, son los incendios. Probablemente se deba a que la población más atribuye a incendios forestales a los de origen natural, cosa que no se da por la geografía y clima del lugar, e ignoran al mencionarse incendios antrópicos o cabe la posibilidad, como lo mencionó uno de los encuestados, que hayan reducido en los últimos años. Por otra parte, un factor, que si bien no se especifica, no se ve desde un punto de vista negativo son los eventos del ENSO, pues para ellos es un beneficio para la regeneración de los bosques y, más bien, consideran que el cambio climático sería perjudicial en cuanto a la desaparición de los mismos bosques por la intensa deforestación. Por último, en la opción de otras amenazas, algunas personas indicaron del fenómeno antrópico de los drásticos cambios de usos de suelo, principalmente el reemplazo de área forestal por área agrícola, los cuales nuevamente se relacionan directamente a la deforestación de los bosques.



**Pregunta 7: ¿Cuál cree es el mayor impacto o consecuencia de la desaparición o reducción de estos bosques?**

**Fig. N°29:** Impactos de la reducción de la cobertura forestal

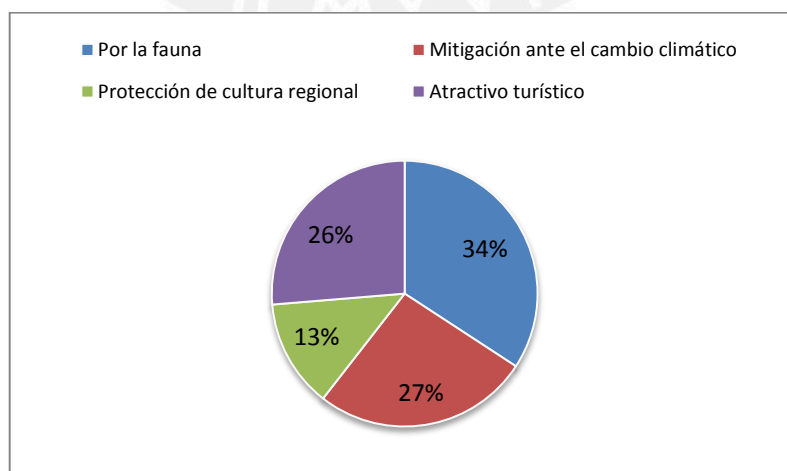


Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos, el 49% de los encuestados respondieron que el mayor impacto era hacia la fauna que habita en los bosques de manera directa, es decir que la amenaza más potente que consideran ellos – la deforestación – afecta a las especies animales en cuanto a la fragmentación de hábitat que genera, y que se relaciona con el crecimiento urbano y la expansión agrícola. Por otra parte, el 37% de los encuestados respondió que el impacto más fuerte sería para el medio ambiente, es decir que al haber una mayor deforestación de los bosques, ya sea por demanda de los productos maderables o por subsistencia de las poblaciones locales, se estarían perdiendo fuentes de mitigación del cambio climático, aumentando así las emisiones de carbono a la atmósfera. Finalmente, el 14% de la población indica que sería un impacto más socioeconómico, pues parte de la economía y subsistencia de las localidades depende de estos recursos, y sin esta fuente de abastecimiento los índices de pobreza y pobreza extrema pueden incrementarse.

**Pregunta 8: ¿Por qué cree que es recomendable conservar los bosques secos de algarrobo en Lambayeque?**

**Fig. N°30:** Razones para la conservación de bosques

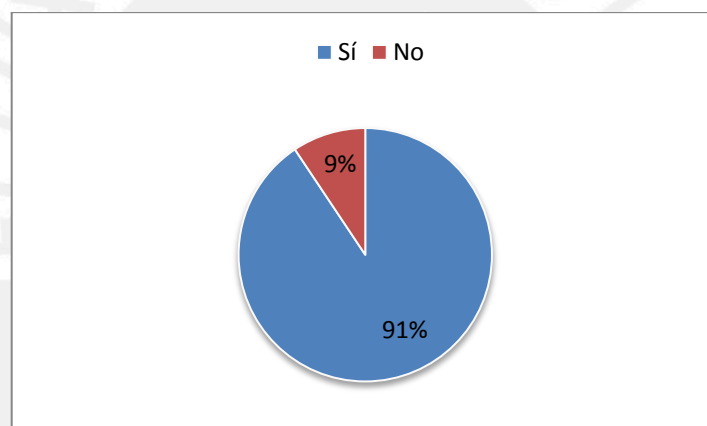


Fuente: Elaboración propia

En esta pregunta el 34% de los encuestados respondieron que era por la fauna que habita en ellos, mostrando nuevamente qué tan relevante es la presencia animal en los ecosistemas de Lambayeque.<sup>34</sup> Cabe resaltar que los encuestados opinaron de una forma bastante equilibrada acerca de otras opciones, por lo que se considera que hay varias razones de importancia para lo cual se debe conservar el bosque seco en general, siendo entre esas razones la mitigación al cambio climático, que es la razón más importante según el 27% de los encuestados; como una forma de protección cultural, según el 26%, y como atractivo turístico, según el 13%. Respecto a esto, cabe mencionar que las amenazas a los bosques no son simples amenazas a los árboles, sino que cuando estos desaparecen también lo hacen todo lo que depende de ellos, desde los hongos y microorganismos hasta grandes mamíferos<sup>35</sup>, siendo ahí donde entra la relación de la flora y fauna en términos de conservación.

**Pregunta 9: ¿Estaría de acuerdo y/o participaría en programas de conservación y reforestación de las zonas ahora desérticas de su provincia de esta especie?**

**Fig. N°31:** Participación en programas de conservación



Fuente: Elaboración propia

La mayor parte de la población (91%) apoya la propuesta de nuevos programas de conservación y protección de los bosques secos de algarrobo. Las diferentes razones que dieron los encuestados fueron porque hoy en día se vive un ambiente con mucha invasión y degradación, y se percibe claramente la pérdida de los bosques y sus especies emblemáticas. En muchos casos no solo estarían de acuerdo sino que también participarían para cambiar esta tendencia de deforestación, e incluso algunos encuestados – como es el caso de un trabajador de transporte y que también es guardaparque del SHBP – mencionaban algunos proyectos, como el caso del proyecto de reforestación de Pomac III, una zona del SHBP. Otra propuesta era construir viveros forestales con las especies más relevantes del bosque seco para las familias campesinas.

Respecto al tema, en las conversaciones con los comuneros del ACR Huacrupe La Calera, se comentó el hecho de que estaban en época de sequía y que no están teniendo un crecimiento considerable de sus

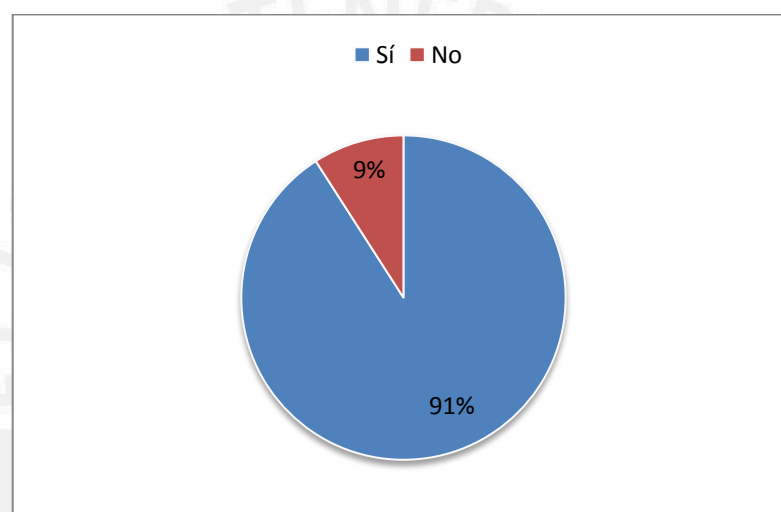
<sup>34</sup> Por ejemplo, uno de los encuestados resultó ser un apicultor, el cual si bien podría argumentar que la razón de la conservación del bosque se debía únicamente al aporte económico que le ofrece, comenta que para él la importancia recae en ambas cosas, tanto el servicio ambiental de los bosques como parte del hábitat de los animales.

<sup>35</sup> Matices de verde. Los bosques [<http://www.jmarcano.com/bosques/threat/>]

bosques y que, además, lamentablemente las autoridades no están apoyando ni aportando a un buen nivel. Son precisamente por las comunidades, con el apoyo de algunos ingenieros, que se ha podido dar algún avance con respecto a la protección forestal; sin embargo, aún falta mucho camino por recorrer, sobre todo en cuanto a la gestión de los recursos hídricos que son tan escasos en el área por formar parte de un ecosistema árido, por tanto también proponen proyectos para perforar pozos a mayor profundidad de la actual (50 m en Olmos) para poder mejorar la calidad de los cultivos.

**Pregunta 10: ¿Considera es más rentable plantar más árboles y utilizar los recursos de su planta y fruto en vez de la tala de estos para el uso de su leña?**

**Fig. N°32:** Reforestar o deforestar



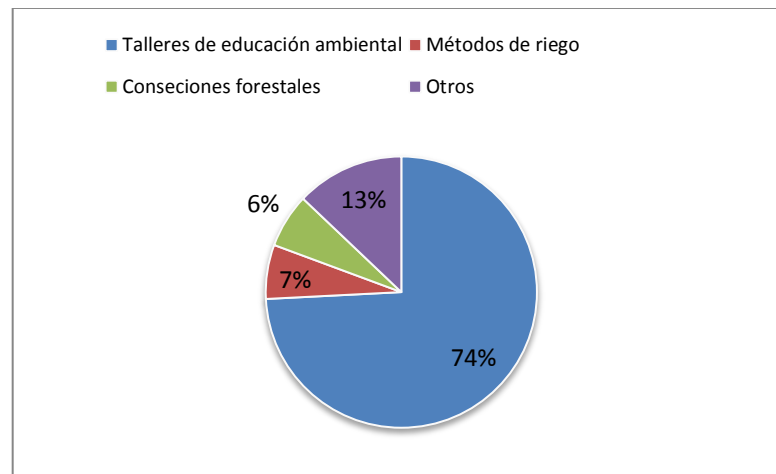
Fuente: Elaboración propia

En esta pregunta se repite nuevamente la tendencia en cuanto a la opinión de la población. La mayoría opina que el reforestar y utilizar sosteniblemente los recursos dará mayor rentabilidad a las comunidades. Muchos creen que sería una mejor forma de subsistencia, no solo para su desarrollo económico, sino para su bienestar ambiental y social, pues evitarían en gran parte la presencia de invasores y taladores ilegales. Por otra parte, los frutos del algarrobo, y de otras especies, son comerciales, por lo que pueden incrementar sus ingresos a partir de pequeños negocios que luego pueden incrementarse dentro del campo industrial. Además, también se argumentó esto para el mantenimiento de su ganado. Otra razón es la estética, pues se considera que conservar los bosques y utilizar sus recursos de forma más sostenible, conserva también el paisaje y aporta al ingreso económico por medio del turismo. Lo que muchos creen que falta en referencia a esto es mayor información de lo que pueden dar económicamente los frutos de los árboles como el algarrobo que ir por el camino de la tala indiscriminada.

Un ejemplo es la familia con la cual nos instalamos en la tercera salida de campo, quienes producían algunos productos como el vino miel. El jefe de familia nos comentó que para él es mucho más sano, en términos ambientales, ganar dinero conservando los bosques, pues no solo es fuente de sus recursos sino también parte de su hogar.

**Pregunta 11: ¿Qué tipo de métodos considera sería el más adecuado para iniciar los proyectos de gestión de los bosques?**

**Fig. N°33:** Métodos más adecuados para iniciar proyectos de gestión de bosques



Fuente: Elaboración propia

Esta última parte de la encuesta sirvió para dar una idea de qué recomendaciones pueden haber más adelante para mejorar la gestión de los bosques secos en Lambayeque. El 74% de la población encuestada opina que los talleres de educación ambiental son la estrategia o método que mayores resultados positivos traería para la conservación de los bosques, ya que como muchas personas indicaron que todo empieza por la educación, sobre todo en la educación primaria, con los niños, pues es la mejor manera de iniciar una concientización ambiental. Dentro de la sección de otras propuestas resaltaban, por ejemplo, los planes de reforestación artificial o plantaciones de algarrobo, tanto en áreas naturales como construcción de viveros para su utilización sostenible, o bien métodos de conectividad de los remanentes de bosques para mantener la biodiversidad. En menor cantidad se consideraron como métodos posibles para gestión de bosques las concesiones forestales y los métodos de riego.

## 6.2. Distribución potencial del algarrobo

El algarrobo es una especie conocida por su extensión en la costa del Perú; sin embargo, no se conoce qué tan exacta es la distribución potencial y cuáles son las condiciones o factores que intervienen para esto. Gracias al aporte de *software* como el Maxent se tendrá la posibilidad de determinar la distribución actual del algarrobo a partir de las diferentes variables ambientales que son características de su hábitat.

*Prosopis pallida* ha sido documentada para 13 departamentos, desde Tacna a Tumbes, en zonas costeras de 0 – 1500 msnm, pero parece más restringida a la región centro norte del país, desde Ancash hasta Tumbes. El hábitat natural donde se desarrollan los *Prosopis* corresponde a zonas áridas y semiáridas. En el norte de Perú y en Ecuador se encuentran a altitudes medias. Fuera de la costa norte, el algarrobo tiene una reducida presencia, ya que se le encuentra de manera aislada o en bosquetes discontinuos.<sup>36</sup> De manera frecuente sus plantas ocupan sectores donde la escasez de agua y nutrientes limitan el crecimiento de otras plantas y son, en muchas ocasiones, las únicas plantas arbóreas que sobreviven en esos hábitats

<sup>36</sup> Los algarrobos en el Perú [<http://blog.pucp.edu.pe/item/157929/los-algarrobos-en-el-peru>]



(Dostert et al., 2012). En Lambayeque, en las zonas costeras de Olmos y Zaña, los suelos donde habitan los algarrobos, como los franco – arenosos, arcillo – arenosos, tienen un pH neutro y topografía plano-ondulado a pedregoso en la falda de contrafuertes andinos (Díaz, 1995).

**Tabla N°15: Tipo de necesidades para la distribución del algarrobo**

Tipo de necesidades	Características
<b>Necesidades edáficas</b>	<p>Los suelos donde se desarrollan los algarrobos poseen características de textura, variaciones de pH y origen diferentes, y los algarrobos se llegan a adaptar a estas variaciones.</p> <p>El suelo está relacionado con dos factores esenciales en el crecimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textura para desarrollar un buen sistema radicular, que influye en el crecimiento superficial lateral de las raíces y poco crecimiento vertical.</li> <li>• Favorecer una mejor aireación para que el oxígeno y nitrógeno lleguen a su óptimo y determinen un mejor crecimiento de las raíces.</li> </ul>
<b>Necesidades hídricas</b>	<p>Las lluvias en la zona son de variable periodicidad y las deficiencias de agua afectan el crecimiento aéreo y crecimiento normal del sistema radicular<sup>37</sup>.</p>
<b>Necesidades de luz y temperatura</b>	<p>El algarrobo que crece en la zona de los cítricos, olivo, palmera datilera, en invierno no puede soportar temperaturas inferiores a -5°C. En verano tolera más de 45°C, y la suma de calorías para el ciclo productivo anual es un factor ecológico determinante en la variación del tiempo en los ciclos de floración y fructificación.</p> <p>El calor no es un factor influyente en el crecimiento del algarrobo, pero en la época de mucho calor y sequía se recomienda remoción del suelo y evitar podas, con el fin de aumentar la humedad del suelo y mantener un equilibrio en la evaporación.</p> <p>El algarrobo es afectado por cambios bruscos de temperatura, ya que requiere de un clima templado con tendencia a cálido. Le son perjudiciales las bajas temperaturas, nieblas, humedad y sequías extremas, mientras que el frío es lo más severo, ya que temperaturas por debajo de los 5°C provocan una paralización de la savia.</p> <p>Para obtener una buena fructificación necesita una temperatura media que oscile entre los 20.5°C y 29°C, con una humedad relativa del 76.83%.<sup>38</sup></p> <p>Las ramas inferiores de algarrobo no soportan la sombra de las superiores, y para tener luz tienden a alargarse lateralmente, mientras que las ramas inferiores que no reciben buena luz mueren, lo cual se denomina “desrame natural”.</p>
<b>Necesidades de oxígeno</b>	<p>El oxígeno que necesitan las raíces para su crecimiento lo suministra el aire del suelo, para lo cual este debe tener una buena aireación, por lo que no convienen suelos compactos, aunque la mayoría de los suelos donde crecen los algarrobos son areno arcillosos, que forman parte de las zonas con carácter árido.</p> <p>Las raíces de algarrobo deben encontrar oxígeno a profundidades de la napa freática, en los poros del suelo húmedo, o disuelto en el agua que procede de una capa freática móvil.</p>

Elaboración propia – Fuente Díaz, 1995

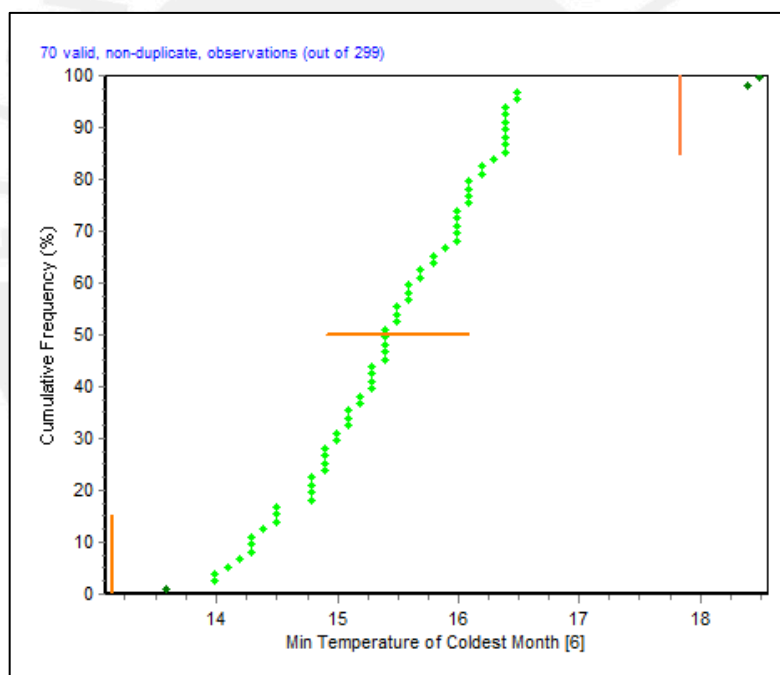
<sup>37</sup> Si se opta por establecer algarrobales se recomiendan riegos con una película de agua de 6cm por riego, 66m<sup>3</sup> por ha, siendo el algarrobo una especie que no resiste inundaciones, por lo que es preferible sembrarlos en taludes y contrataludes

<sup>38</sup> Además, es un árbol de estepas, por lo que no necesita protección, ya que prospera bien en pleno sol desde la germinación, compitiendo airoosamente con pastos y arbustos.

**Distribución actual del algarrobo**

Se realizó el modelamiento espacial que determina la distribución de una especie en un área específica según diferentes condiciones ambientales. Se utilizó, en una primera prueba, las 19 variables bioclimáticas más el DEM, junto a variables obtenidas a partir de este: pendiente y orientación. A partir de esto, con el software *Maxent*, se procedió a correr la información junto a los registros que se obtuvieron en herbarios digitales (*Trópicos*), acudiendo a ellos de forma personal (*Herbario Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina*), o de otras fuentes bibliográficas. Otra forma, y la que más se utilizó en esta investigación, fue el registro de puntos de presencia con GPS en las tres salidas de campo en diferentes zonas del departamento. Sin embargo, muchos puntos fueron tomados a partir de imágenes satelitales (por *Landsat* y *Google Earth*), que si bien fueron registrados bajo ciertos criterios, de alguna forma se puede considerar una toma de muestra al azar. Para esto, se realizó una primera fase: control de calidad de los puntos, con el software *Diva – Gis* (Hijman et al., 2001). Este paso consiste en discriminar los puntos atípicos, es decir aquellos que quedan fuera de las condiciones climáticas. Este proceso se realiza con cada una de las variables bioclimáticas utilizadas.

**Fig. N°34:** Ejemplo de puntos atípicos en relación a una variable bioclimática



Se eliminaron en total cinco puntos de presencia que no coincidían con las condiciones ambientales que se utilizaron:

**Tabla N°16: Puntos eliminados para el modelamiento**

Punto	Longitud	Latitud
1	-79,568992	-6,079281
2	-79,473165	-6,541507
3	-80,749418	-4,130448
4	-80,387596	-3,549441
5	-80,385000	-3,513611

Fuente: Elaboración propia

### Primeros resultados

En una primera ejecución de *Maxent*, los resultados que se obtuvieron no mostraban una distribución muy amplia del algarrobo, por lo que se podía suponer que al incluir tantas variables de alguna forma generaba sesgos al modelo. A partir de la prueba de *Jackknife* (Fig. N°35) y el mapa resultante (Fig. N°34), se definieron qué variables serían descartadas para una segunda prueba, siendo estas las que presentan menor ganancia para el modelo.

En el caso de *Prosopis pallida* se puede observar que la variable con mayor contribución es la altitud, seguida por las variables BIO10, BIO12, BIO16, BIO18, BIO 6 y BIO8. Sin embargo, estos valores pueden variar mucho y deben ser analizadas con cuidado. En el caso de *Prosopis pallida*, la altitud fue la más utilizada, pero esto no implica que solo la altitud sea la variable más importante para la especie. Entonces si el modelo únicamente utilizara la altitud, no se obtendría mucha ganancia, por lo que esta variable, por sí misma, no es útil para estimar la distribución del algarrobo. Además, otras variables reflejan que tienen un rol importante en el ajuste de los datos de entrenamiento. En esta gráfico las barras azules indican que ninguna variable por sí sola contiene una cantidad suficiente de información que sea útil para el modelamiento del nicho de la especie, y que por tanto, como muestra la barra roja, entre todas se complementan para predecir un área mucho más real.

Fig. N°35: Mapa de probabilidad de presencia del algarrobo (*Maxent*)

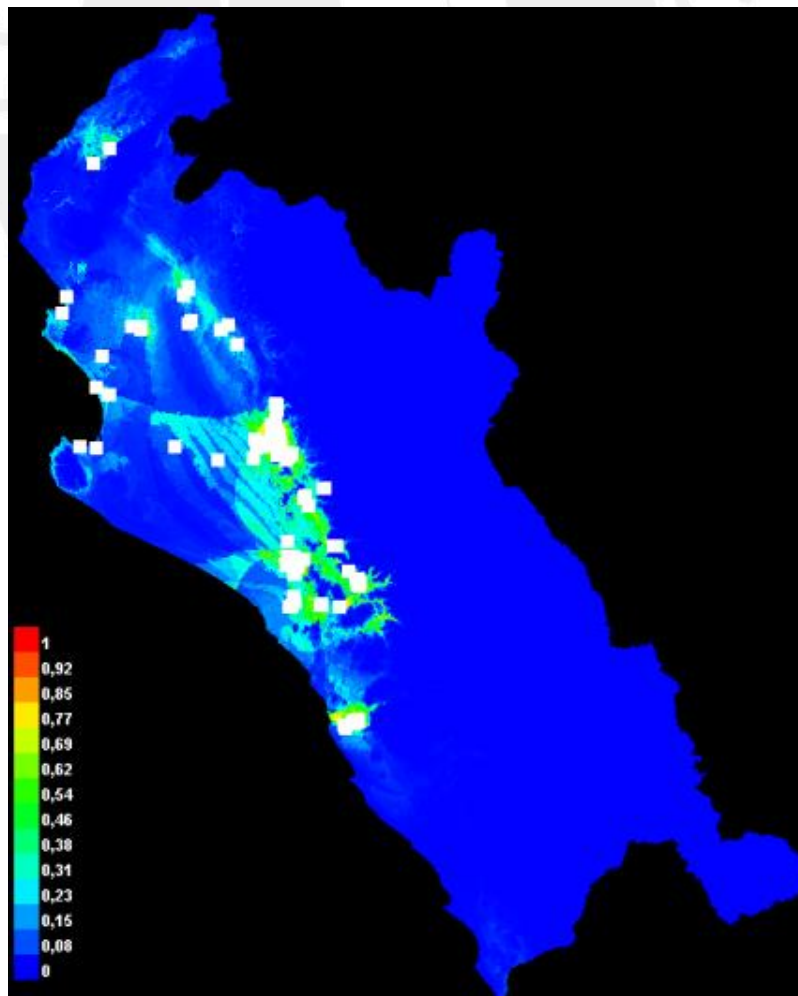
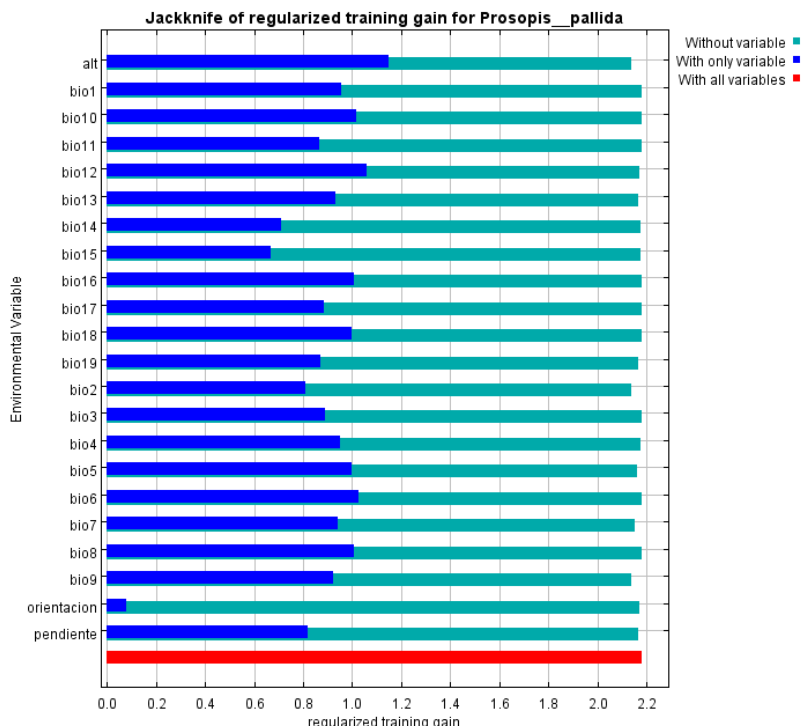
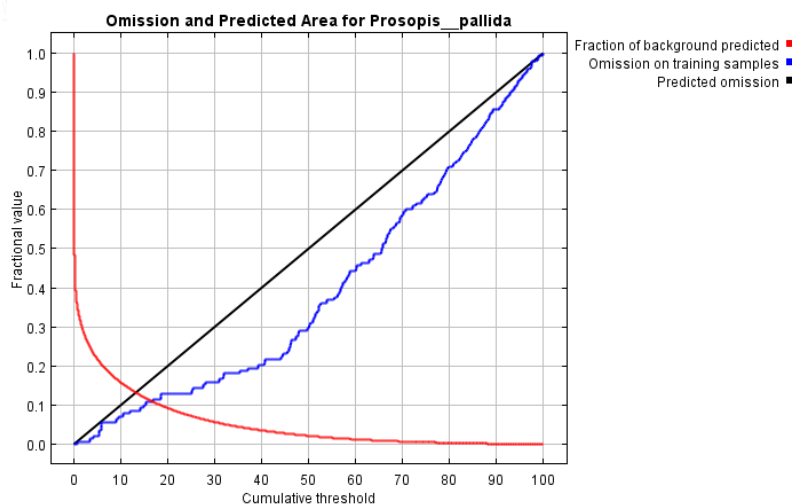


Fig N°36: Gráfico de *Jackknife* (primera prueba)



A partir de los resultados anteriores, se procedió a descartar las siguientes variables: BIO2, BIO3, BIO11, BIO14, BIO15, BIO17, BIO19, pendiente y orientación. Los resultados finales muestran, entonces, los gráficos de la curva de omisión, la curva ROC y el valor de AUC, y los mapas resultantes: mapa binario – presencia y ausencia – y el mapa de idoneidad de hábitat para la especie.

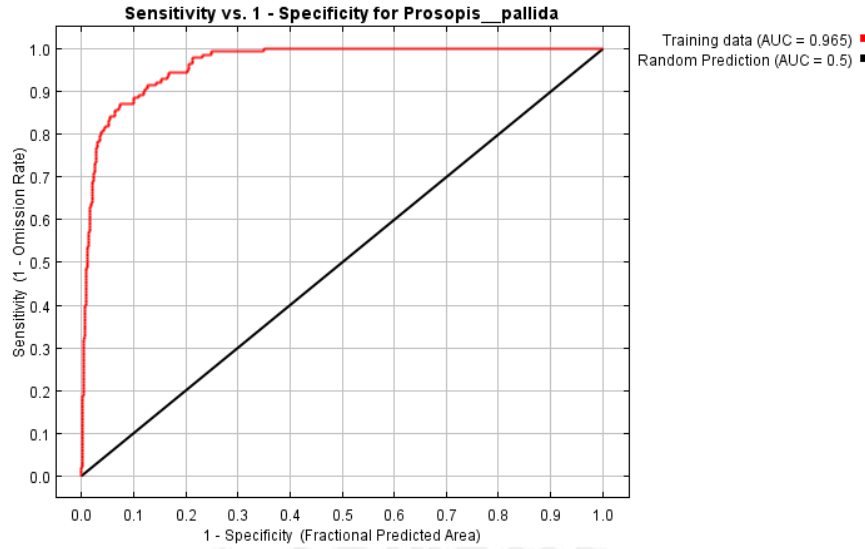
Fig. N°37: Curva de omisión



Según este gráfico, la curva que representa la tasa de omisión de las muestras de entrenamiento (curva azul), está en ciertos puntos cerca de la línea de la omisión predicha (línea negra). Mientras más estrecha sea la distancia de ambas, mayor eficiencia se le concede al modelo. En este caso, se podría decir que hay una buena eficiencia, pues la curva azul no está lejos pero tampoco muy cerca de la línea de referencia. En el caso del AUC, su valor es de 0,965, es decir el modelo tiene una alta eficiencia.



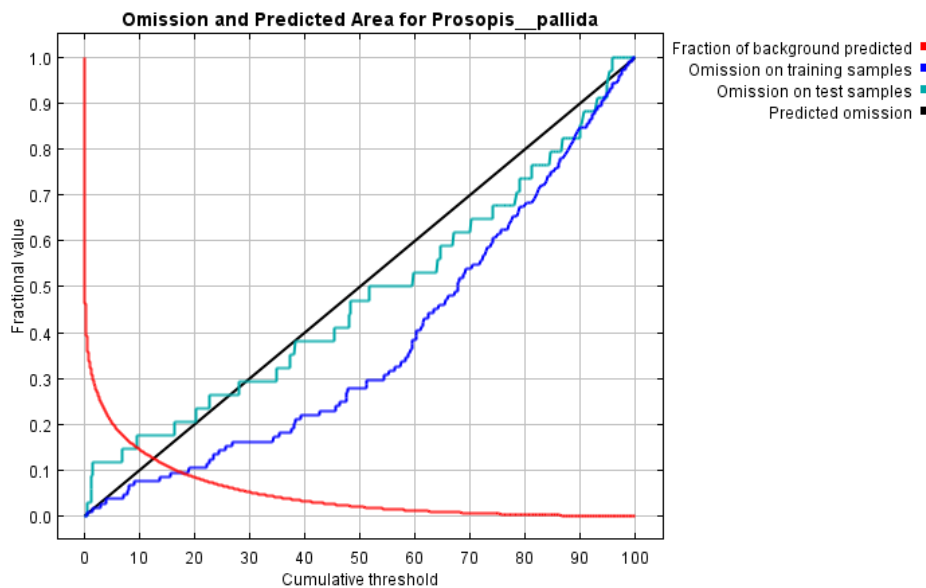
Fig. N°38: Curva ROC



**Comprobación del modelo**

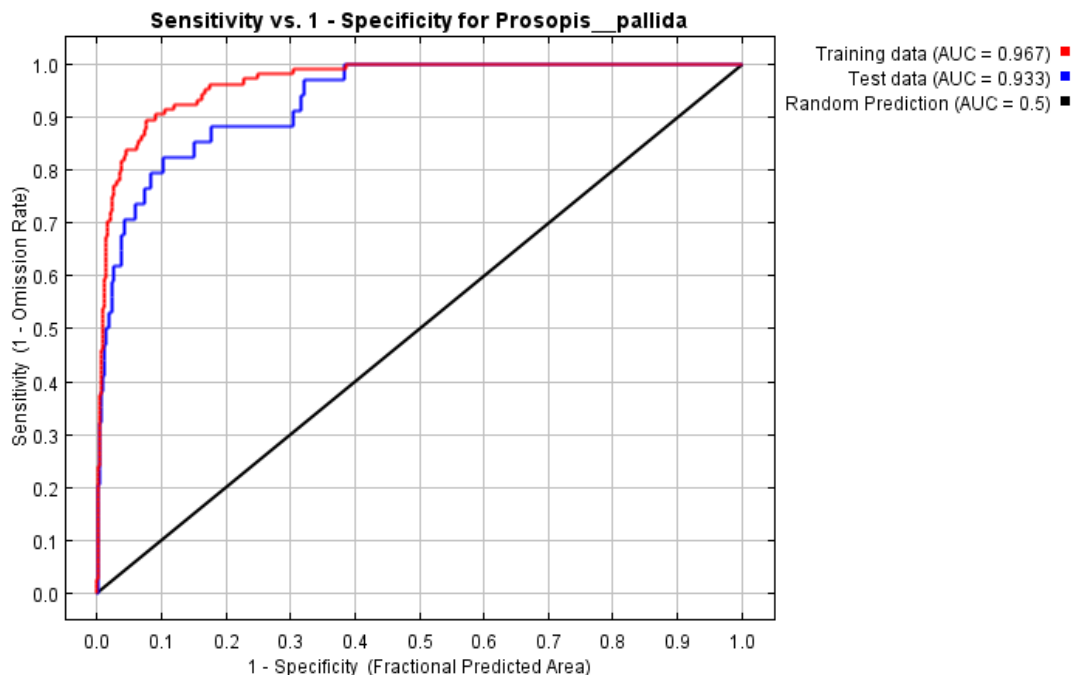
Toda prueba estadística para crear modelos de probabilidad pueden comprobarse con dos grupos de datos: los datos de entrenamiento y los datos de prueba o test. Si bien, los datos de entrenamiento son los que se trabajan constantemente para las diferentes ejecuciones, el grupo de datos de test comprueba finalmente si se está modelando correctamente. Para dicha comprobación, Maxent guarda un porcentaje de los datos de presencia – por lo general es 25% de los datos – y los usa para comprobar el modelo resultante. Si la línea verde, que es la curva de omisión de las muestras del test, sale similar, e incluso más estrecha que la línea de omisión de los datos de entrenamiento, puede considerarse que el proceso de modelamiento ha ido por buen camino.<sup>39</sup>

Fig. N°39: Tasa de omisión de los datos de entrenamiento y datos de test



<sup>39</sup> WebMining [<http://www.webmining.cl/2011/07/entrenamiento-validacion-y-prueba/>]

Fig. N°40: Curva ROC de los datos de entrenamiento y datos de test



Se puede observar entonces que la curva verde tiene un comportamiento similar a la curva azul, por lo que ambos grupos responden de la misma forma en la estimación de la distribución y, además, los valores del AUC son muy cercanos y por encima de 0,9, es decir, la eficiencia del modelo es muy buena. Por otra parte, otro resultado que da *Maxent* es una tabla con valores relativos. El valor más importante en este caso es el del percentil 10, o los datos que se encuentran en el 10%. Este conjunto de datos representa a los valores de píxel que no entran en las condiciones favorables para presencia de la especie, por lo que son omitidas en los mapas resultantes. La tabla con esos datos en el modelo presente es el siguiente:

**Tabla N°17: Tabla con valor del percentil 10**

Cumulative threshold	Logistic threshold	Descripción
22,681	0,247	Percentil 10 de los datos de entrenamiento

Fuente: Elaboración propia

Si bien el programa *Maxent* tiene la opción de obtener un mapa binario, este valor sirve para clasificar la probabilidad de hábitat de la especie, en el caso de los modelos tipo logísticos. En el caso de los modelos acumulativos, el valor aparece directamente como porcentaje y simplemente se omite el 10% de los valores. En el caso del modelo de la distribución del algarrobo, la clasificación es de la siguiente forma:

**Tabla N°18: Tabla de probabilidad para distribución del algarrobo**

Probabilidad	Valores
No hay presencia	0 - 0,247
Muy Baja	0,247 – 0,4
Baja	0,4 – 0,6
Alta	0,6 – 0,8
Muy alta	0,8 – 1

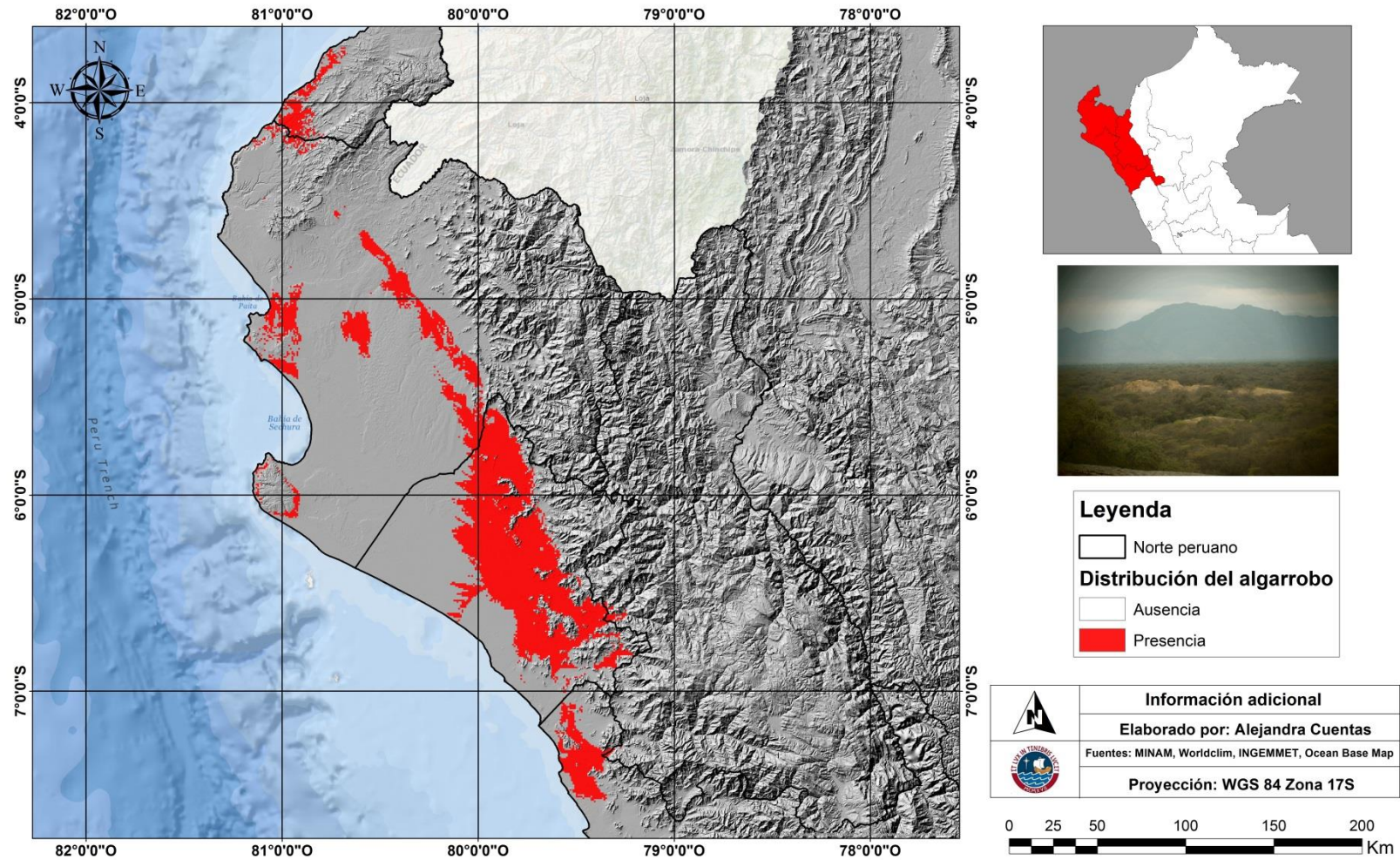
Fuente: Elaboración propia

El mapa N°8 muestra un modelo binario, donde se observa presencia (color rojo) y ausencia de la especie, mientras que en el mapa N°9 se muestra la probabilidad de presencia de la especie, es decir en qué zonas hay mayores condiciones para que el algarrobo habite. Como se puede observar, las zonas entre amarillas a rojas muestran una alta probabilidad de presencia de la especie, mientras que en las zonas verdes hay entre una media a menor probabilidad. La distribución de la especie se da desde zonas de Piura que incluso vienen desde Ecuador, hasta la parte norte de La Libertad, centrándose su mayor presencia en Lambayeque, donde están los bosques de algarrobo más densos del Perú.

En el mapa las mayores probabilidades de presencia de la especie están en las zonas donde se encuentran los bosques protegidos (SHBP, RVSL, ACR HLC y ACR MP), sin embargo, este hábitat potencial se ve en amenaza ante la intensa deforestación que hay en la región, además de las invasiones y expansión agrícola, lo cual está influyendo en que, por el fuerte cambio de uso de suelo, la capacidad de uso y su eficiencia no sea igual con el tiempo, terminando por presentar consecuencias como la desertificación y la incapacidad de regeneración natural. Si bien los puntos más intensos son donde están las áreas protegidas, precisamente por esa razón y condición de protección que tienen, hay otras zonas que tienen gran potencial para albergar algarrobos, y ante los resultados obtenidos, se puede dar por hecho que es la altitud el factor más importante. Para poder determinar áreas donde la presencia de algarrobo es más fuerte a un nivel local y de una forma más específica, se procedió a trabajar con una variable adicional: el NDVI.

Anteriormente se ejecutó el programa *Maxent* con las variables bioclimáticas, además de la altitud y pendiente, las cuales influyen en su distribución; sin embargo, al realizar varias pruebas y ensayos ya sea con las 20 variables o solo con las variables de mayor contribución, el resultado que se generaba solía ser el mismo, y ante los pocos pero suficientes datos de presencia, el área estimada era por lo general la zona central del departamento, evadiendo zonas con mucha altitud o pendiente, pues es de conocimiento que los algarrobos no crecen bajo esas condiciones, así como zonas muy desérticas, donde la disponibilidad de agua es casi nula. Por tanto, era conveniente agregarle una variable antrópica, por lo cual se optó por el NDVI, el cual mide principalmente el vigor de la vegetación, mostrando donde hay mayor estrés de esta, la cual se debe en muchos casos a procesos de deforestación.

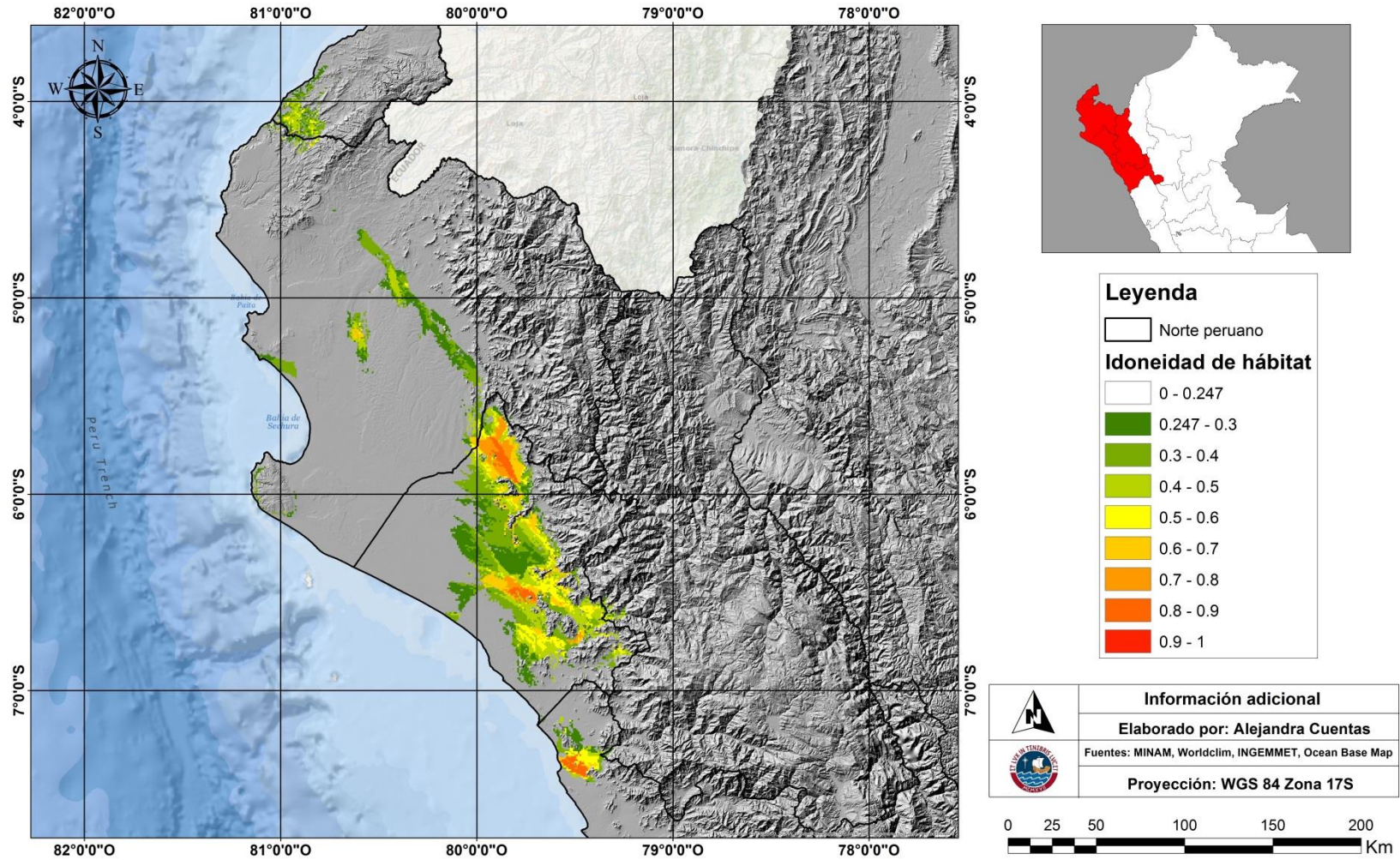
**Mapa N°8: Presencia-ausencia del algarrobo (*Prosopis pallida*) en la costa norte peruana**



Fuente: Elaboración propia

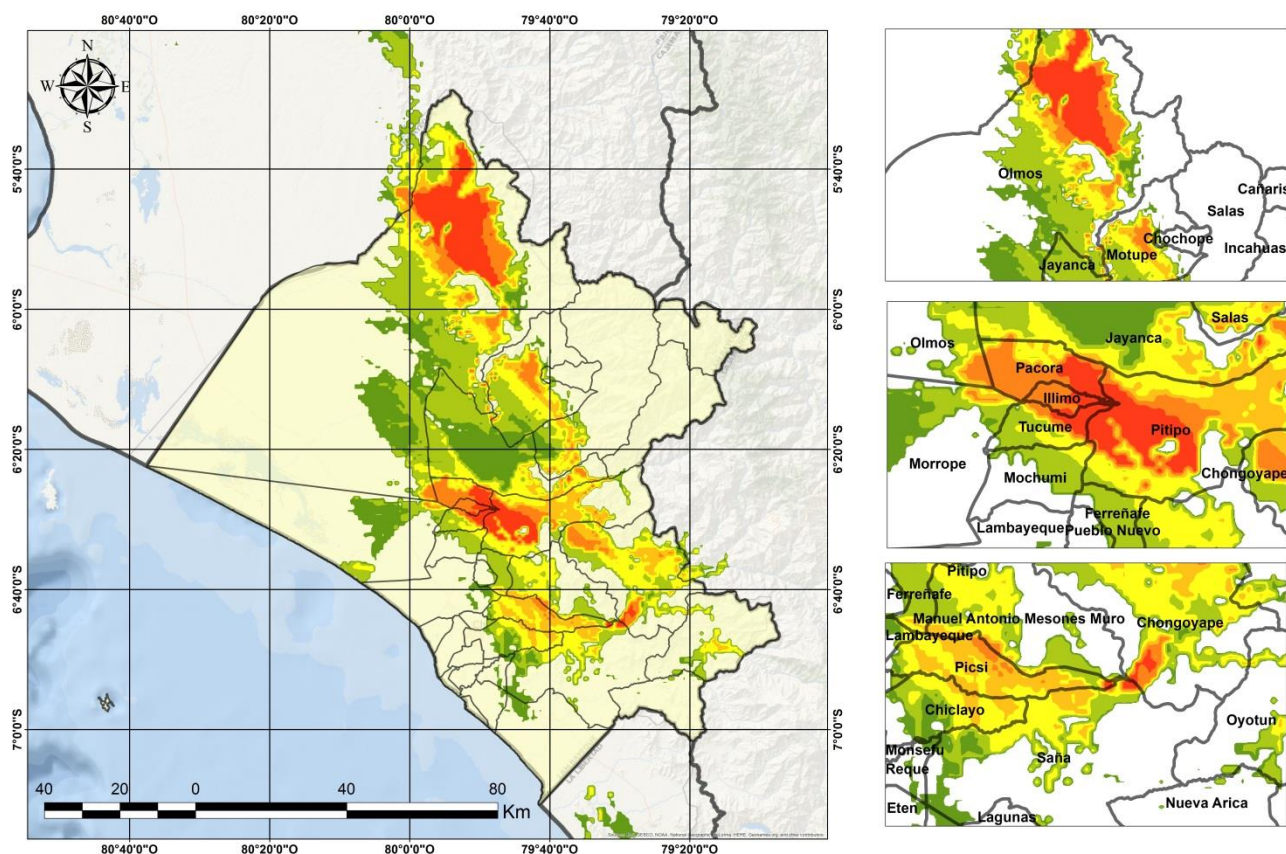


**Mapa N°9: Distribución potencial actual del algarrobo (*Prosopis pallida*) en la costa norte peruana**



Fuente: Elaboración propia

**Mapa N°10: Distribución local del algarrobo (*Prosopis pallida*) en Lambayeque**



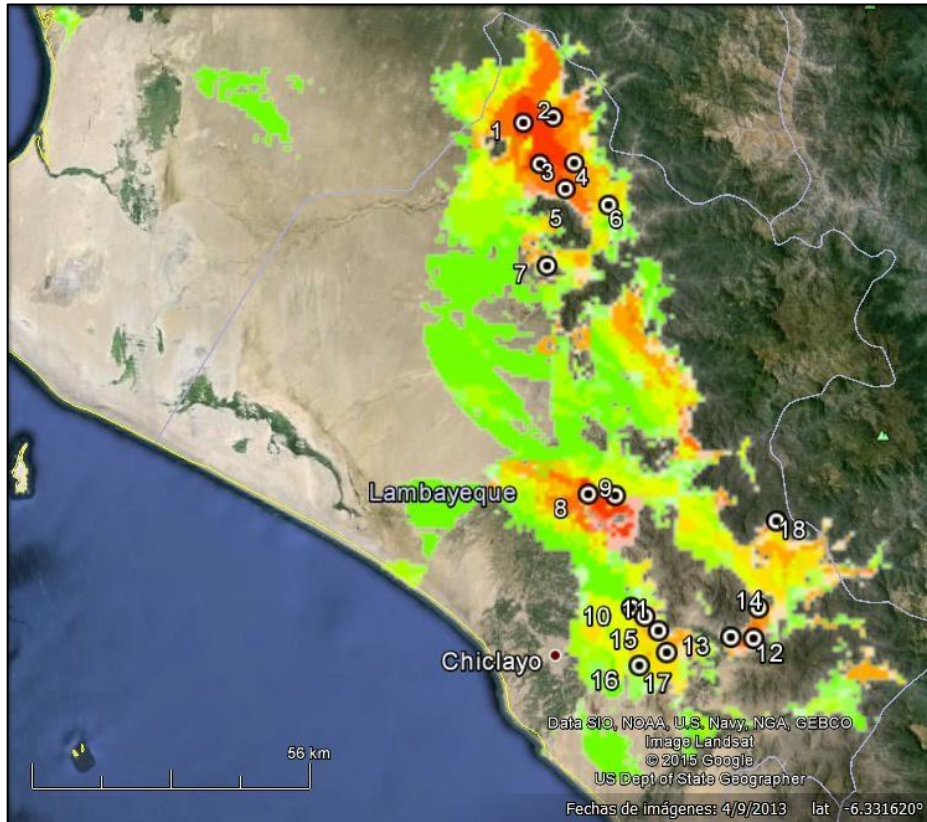
Fuente: Elaboración propia

En el mapa N°10 se muestra la distribución en Lambayeque y los principales distritos que muestran condiciones favorables para que habite el algarrobo. En una primera imagen se puede ver que en la zona norte de Lambayeque, en los distritos de Olmos, Motupe, Chochupe y Jayanca hay altas probabilidades de que haya presencia de la especie. Principalmente el distrito de Olmos muestra una probabilidad muy alta, pues no solo se encuentra ubicado en este el ACR Hucarupe La Calera, considerado un bosque seco de algarrobo, sino que también está presente un área recientemente creada por el Gobierno Regional de Lambayeque: el bosque Ñaupe-Racalí, donde parte de la vegetación principal es el algarrobo.

En la segunda imagen se observan que los distritos con mayor probabilidad de presencia de la especie son Túcume, Salas, Pacora, Íllimo y principalmente Pítipu. En este último es donde se encuentra la mayor parte del SHBP, cuyo bosque tiene como especie predominante al algarrobo y es reconocida por ser una de las áreas que alberga algarrobos más grandes del Perú. En el caso de Túcume, en este distrito se encuentran las pirámides de Túcume, donde además de ser un centro atractivo arqueológico, también se caracteriza por sus algarrobales. Finalmente, la tercera imagen muestra los distritos de Pítipu y Chongoyape con las probabilidades más altas para que habiten algarrobos, siendo Pítipu un distrito donde se pueden encontrar varias zonas boscosas, mientras que en Chongoyape está ubicado el ACP Chaparrí, que es el área protegida más amplia del departamento.



Fig. N°41: Distribución de *Prosopis pallida* en Lambayeque mostrada en Google Earth



Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°19: Lugares de interés según la distribución del algarrobo**

Lugar de interés	Descripción
1. Tierra Rajada	Caserío ubicado en el distrito Olmos, en el área rural.
2. Falla	Centro poblado de Olmos
3. El Cardo	Centro poblado del distrito de Motupe
4. Pasabar	Centro poblado del distrito de Olmos
5. Corral de Arena	Centro poblado del distrito de Olmos
6. Garbanzal	Centro poblado del distrito de Olmos
7. Noria del Muerto	Centro poblado del distrito de Olmos
8. San Lorenzo	Centro poblado del distrito Jayanca, al interior del SHBP
9. La Zaranda	Comunidad del distrito de Pítipu. Cuenta con un parque turístico.
10. Luya	Complejo arqueológico en el distrito de Tumán
11. Vichayal	Centro poblado del distrito Manuel Antonio Mesones Muro
12. Pampa Grande	Complejo Arqueológico, distrito de Chongoyape.
13. Desaguadero	Caserío del distrito de Patapo
14. Cuculi Viejo	Centro poblado del distrito de Chongoyape
15. Conchucos	Centro poblado del distrito de de Picsi
16. La Granja	Centro poblado del distrito de Chiclayo
17. El Arbulu	Centro poblado del distrito de Pucala
18. Yaipón	Centro poblado del distrito de Chongoyape

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°41 se observa la distribución potencial del algarrobo en Google Earth. Esto se hizo con el objetivo de hallar otros puntos o zonas de interés en donde el algarrobo podría crecer pues las condiciones de hábitat son favorables. Ante esto, se registraron varios centros poblados cuyas áreas rurales podrían ser lugar de crecimiento de la especie. En la tabla N°18 se muestran las zonas de interés, donde la mayoría son centros poblados de distintos distritos, principalmente Olmos, el cual, como se mostró anteriormente, es uno de los lugares donde mayor probabilidad hay para que la especie esté presente. Otras áreas interesantes fueron algunos centros o complejos arqueológicos como los casos de Luya y Pampa Grande, además de la comunidad La Zaranda, el cual tiene un parque turístico y se encuentra en la antigua zona de Batán Grande.

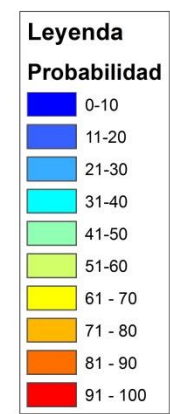
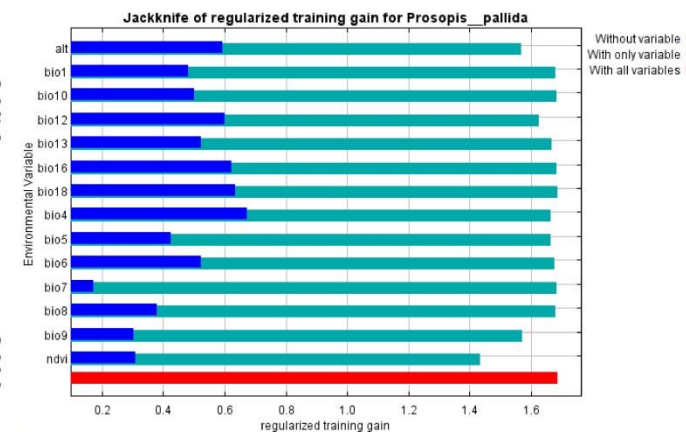
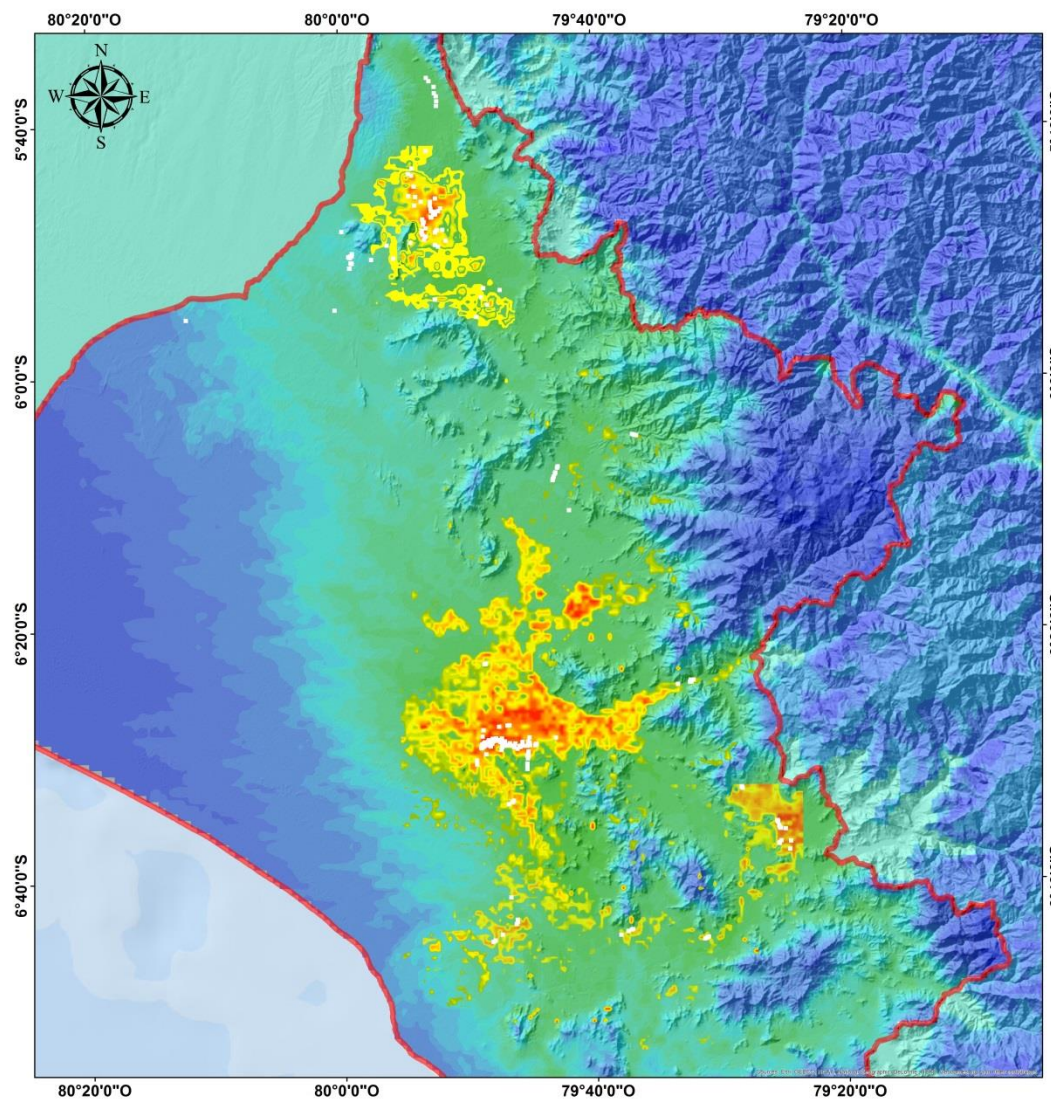
Si bien las áreas con mayor potencial son donde se encuentran las dos áreas que albergan al algarrobo como especie dominante (SHBP y ACR Huacrupe La Calera) o donde hay gran presencia de este (ACP Chaparrí), cabe mencionar que en las otras áreas protegidas hay, aunque mínima, una probabilidad de que la especie crezca cerca de estas. Por ejemplo, en el caso del RVS Laquipampa, si bien sus características físicas no son aptas para que crezca esta especie, principalmente por su relieve más accidentado y sus altitudes más elevadas, en las zonas bajas de este ANP se puede visualizar cierta probabilidad de presencia de la especie, y esto se comprueba de alguna forma con los comentarios que hicieron algunos guardaparques del SHBP, quienes nos comentaron que si bien es mínima la presencia de la especie en esa zona, en las partes bajas efectivamente crecen, por lo que sí cabe la posibilidad de encontrar algunas formaciones de algarrobo en esta área. Por otro lado, en el caso del ACR Moyán Palacios, también se conoce que en esa zona se forma la asociación algarrobal – sapotal, y también en sus partes bajas, tanto del área como del distrito de Salas, donde está ubicado, hay probabilidad de encontrar a la especie o que esta se desarrolle.

Si bien el trabajo realizado por *Maxent* halló las probabilidades de presencia de la especie en el departamento, esto lo hizo en base a únicamente a variables bioclimáticas y la altitud, es decir se tomó principalmente al clima como el factor influyente en la distribución de la especie, lo cual nos da ciertos resultados; sin embargo, es conveniente incluir el aspecto humano en la dinámica de los bosques, es decir la intervención antrópica y sus consecuencias en la vegetación. Por tanto, se procedió a trabajar un nuevo modelamiento de la especie con las mismas variables bioclimáticas y de altitud, incluyendo esta vez a la variable del índice de vegetación (NDVI 2014). Esta variable adicional nos muestra donde hay mayor o menor vegetación, descartando zonas que estén ocupadas o que ya no tengan las condiciones adecuadas para el crecimiento de vegetación, es decir áreas donde ya no hay mucha fertilidad o están desertificadas.

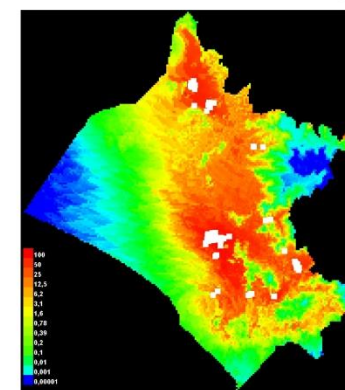
En el mapa N°11 se puede observar que las probabilidades de distribución se redujeron, centrándose principalmente a dos zonas, y que esta variable de vegetación sí aporta al modelo de distribución, por lo que es importante considerarla siempre en los análisis, sobre todo si es un área más local. El incluir otras variables, además de las que conciernen al clima, nos dan resultados de distribución que pueden estar más cerca a la realidad, por lo que es importante siempre tenerlo en consideración para los futuros modelamientos de diversas especies, pues también muestra cómo la presión humana está afectando a los bosques secos.



**Mapa N°11: Distribución potencial del algarrobo (*Prosopis pallida*) en Lambayeque con la variable de índice de vegetación**



**Distribución sin considerar el índice de vegetación**



	<b>Información adicional</b>
	Elaborado por: <b>Alejandra Cuentas</b>
	Fuentes: MINAM, USGS, Worldclim, INGEMMET, Ocean Base Map

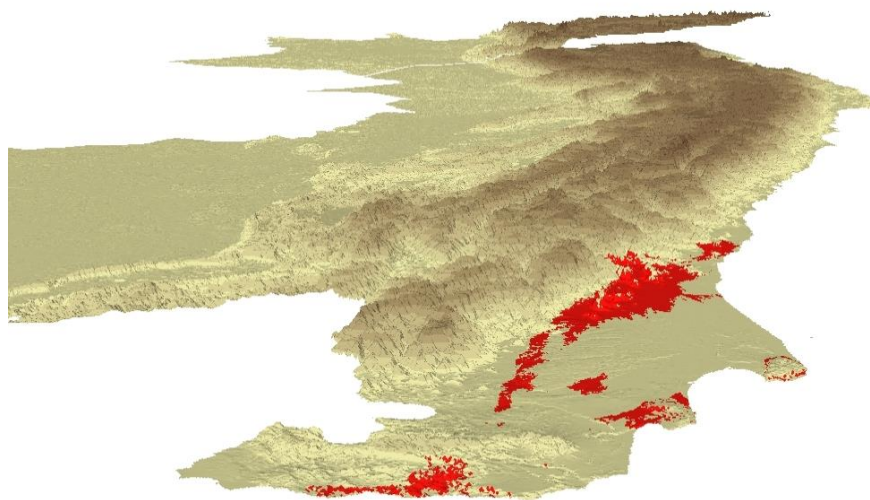
**Proyección: WGS 84 Zona 17S**



Fuente: Elaboración propia

En la figura N°42 se muestra el resultado del modelamiento en un levantamiento en tres dimensiones elaborado en *Arcscene*, donde la variable utilizada fue la altitud (DEM) obtenido en la página de Worldclim, la cual es la que mayor ganancia le da al modelo. Al observar la distribución se puede ver que hay un patrón respecto a la topografía, pues las zonas más bajas son donde crece la especie, mientras que en mayores altitud no hay mayor probabilidad de hábitat idóneo. Esto confirma de alguna forma la distribución que se conoce del algarrobo, pues esta especie crece precisamente en altitudes bajas y zonas áridas donde, por sus amplias raíces, subsiste por las aguas subterráneas.

**Fig. N°42:** Distribución potencial del algarrobo (*Prosopis pallida*) mediante un DEM – Visualización vertical



Fuente: Elaboración propia

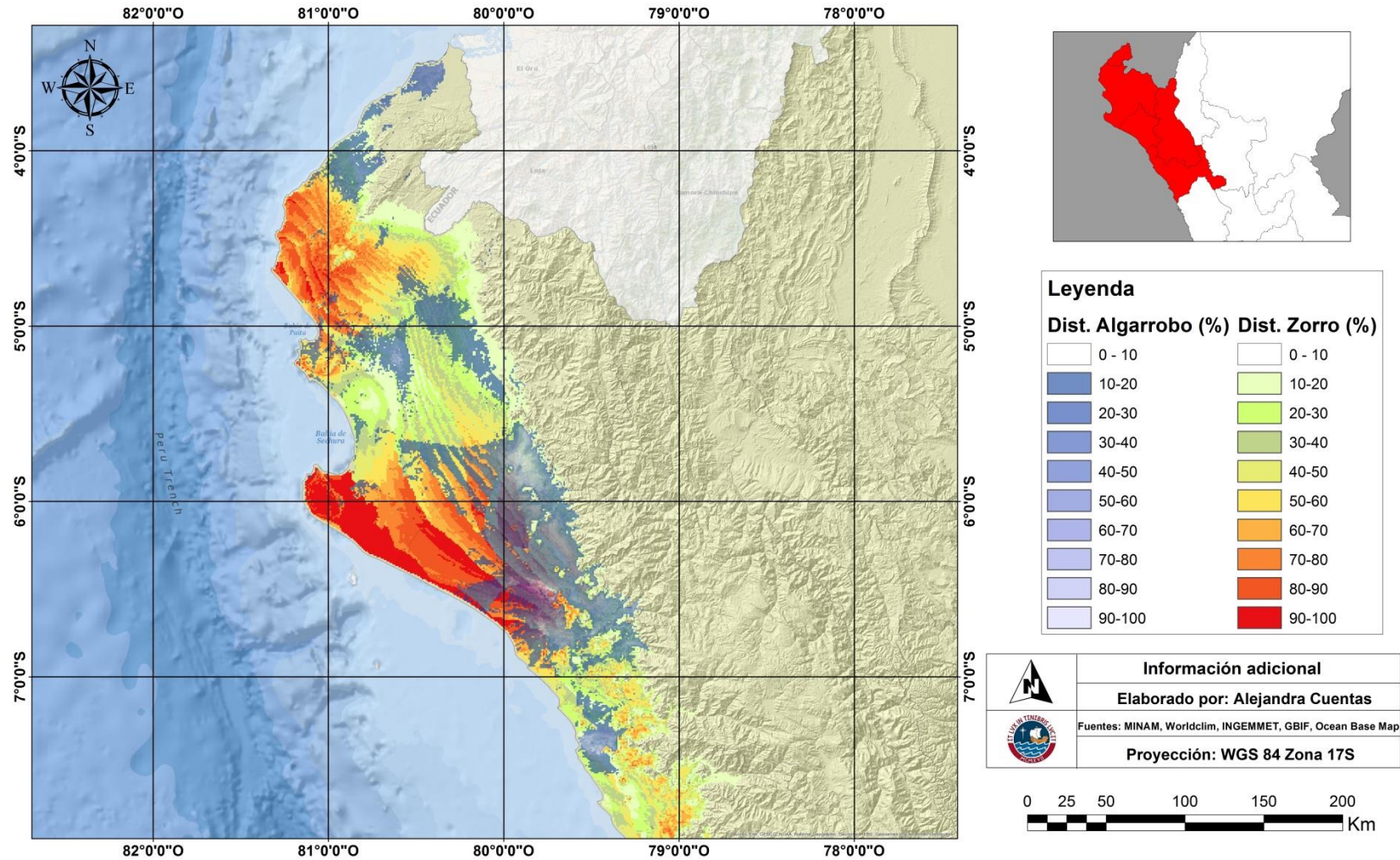
### **Modelamiento zorro – algarrobo (*Prosopis pallida*)**

La distribución del zorro costero<sup>40</sup> o de Sechura es principalmente la zona entre el noroeste de Ecuador y el centro costero del Perú. (Anexo 9) Su hábitat comprende desde desiertos costeros a zonas agrícolas y bosques secos, así como lomas costeras del norte y centro del país. En el Perú se considera una especie fuera de peligro, pero la fragmentación tan intensa por la que atraviesa su hábitat y su caza por distintos motivos están amenazando su población. La dieta del zorro es variada y depende la zona, la estación y de la oferta de alimento. Entre los frutos consumidos por esta especie se identifican el overal, algarrobo, sapote, cerezo, capulí y vichayo, es decir especies arbóreas que componen parte importante del bosque seco (Cossíos, 2005). La distribución resultante mostró muchas similitudes con las del algarrobo, porque son precisamente estas áreas en donde se encuentra parte de su alimentación, sin dejar de mencionar la importancia de la variable altitud en ambos casos. Ante esto, se elaboran mapas de distribución espacial, ya que estos pueden servir como base para el diseño de corredores ecológicos que permitan a las especies de fauna trasladarse entre dos ecosistemas aislados por la fragmentación del espacio, y finalmente esto sirve como estrategia e instrumento de gestión forestal integrada, ya que se beneficia a la fauna y flora, y a la sociedad.

<sup>40</sup> Los datos de presencia del zorro costero se obtuvieron de Global Biodiversity Information Facility [<http://www.gbif.org/>]

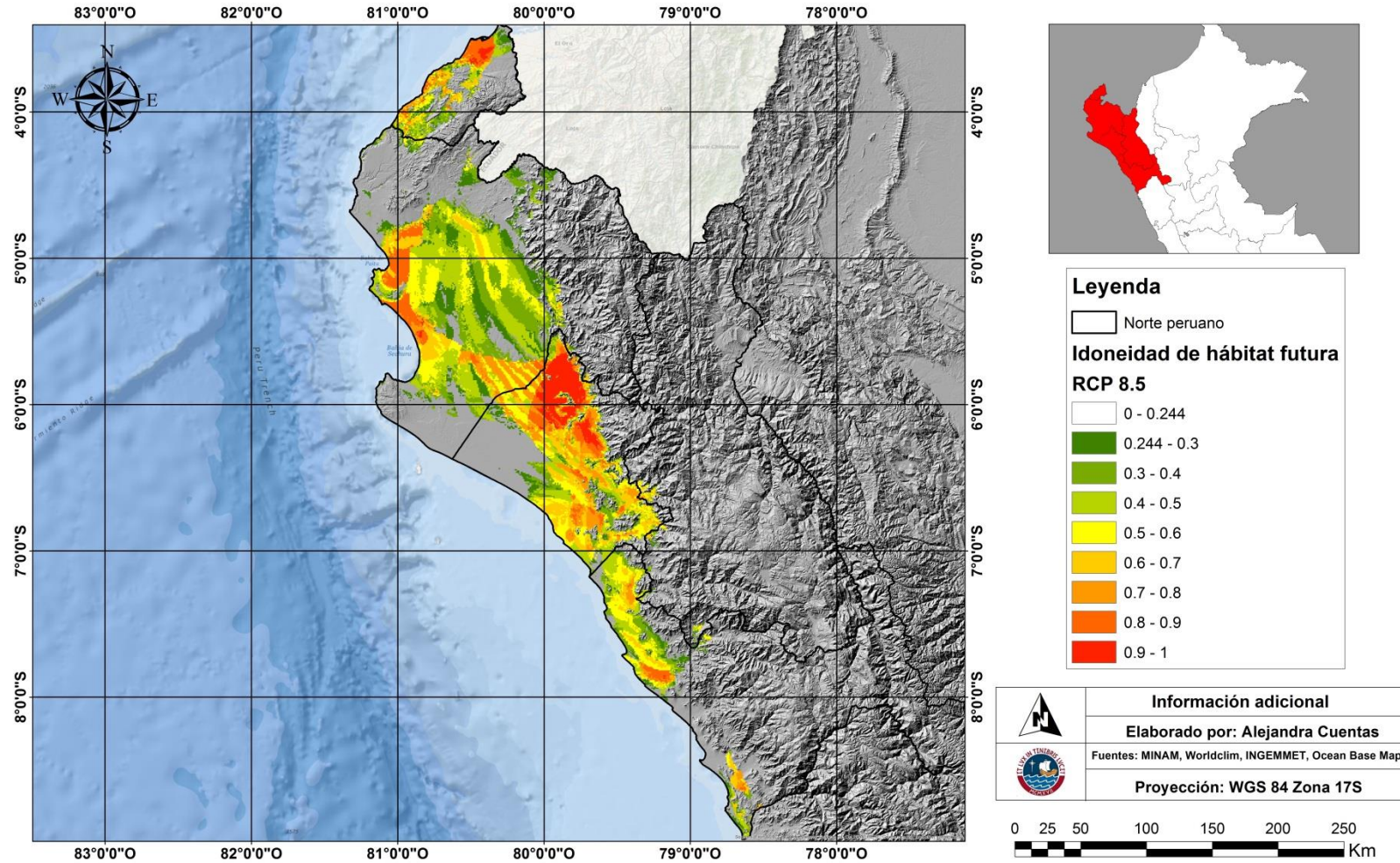


**Mapa N°12: Distribución potencial actual del zorro y algarrobo en la costa norte peruana**



Fuente: Elaboración propia

**Mapa N°13: Distribución potencial futura del algarrobo ante el impacto del cambio climático en la costa norte peruana**



Fuente: Elaboración propia



Como se puede observar en el mapa N°13, a partir de la construcción de escenarios climáticos futuros ante el fenómeno del cambio climático y que afectará de manera inminente las próximas décadas, se hizo un modelo de distribución de la especie en estudio para el año 2050. En este modelo se puede ver que la especie incrementará su rango de distribución, extendiéndose a más territorio de Tumbes, Piura y La Libertad. Por tanto, el impacto del cambio climático vendría a ser positivo para esta especie, lo cual podría deberse a que los variables que más influyen en el modelo futuro, además de la altitud, son el BIO18 (precipitación en el trimestre más caluroso), BIO16 (precipitación en el trimestre más lluvioso) y BIO12 (precipitación anual), es decir las condiciones de lluvias que probablemente serán causadas por mayores ocurrencias de precipitaciones. Además, si bien no se considera dentro de los escenarios de cambio climático, también pueden influir períodos más continuos del ENSO, el cual es una causa de la regeneración del bosque seco y por tanto de sus especies claves como el algarrobo. Ante esto pueden empezar a gestionarse nuevas áreas forestales de dicha especie en los próximos años.

**Tabla N°20: Variación en el área de la distribución potencial del algarrobo bajo tres escenarios** (Anexo 10)

Área potencial actual (0.7 – 1)	Área potencial futura (0.7 – 1) Escenario optimista (RCP 2,6)	Área potencial futura (0.7 – 1) Escenario pesimista (RCP 8,5)
60 513,87 ha	224 114,09 ha	653 717,78 ha

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra el área de manera cuantitativa de la probabilidad más alta (entre 0,7 – 1) de presencia de la especie en el norte peruano. Como se observa, hay un marcado crecimiento entre el área potencial actual y el área potencial futura para el año 2050 según el escenario positivo RCP 2,6, mientras que para el escenario pesimista se ve que habría un potencial mucho mayor. Cabe mencionar que para todos los modelos se corrió una primera prueba con todas las variables para comparar la importancia de estas, siendo mayormente la misma contribución de las mismas en todos modelos.

El modelo futuro de distribución refuerza de alguna forma el conocimiento de las necesidades y requerimientos de hábitat del algarrobo, y también con énfasis en los resultados obtenidos en el primer modelamiento (con los datos climáticos actuales) donde se confirma la mayor importancia de la altitud para la distribución del algarrobo. Por ende, esta especie crecerá mayormente en altitudes bajas y tierras planas, es decir no en zonas de pendiente, ya que estos sobreviven por sus fuertes y grandes raíces de mínimo 30 metros de profundidad y que buscan la napa freática para su crecimiento, y su desarrollo evitan el avance de los desiertos y las dunas, haciéndolos un elemento clave para evitar procesos de desertificación. Para un modelamiento exitoso y más apegado a la realidad geográfica y ecológica, se requieren de variables climáticas, que ya se tienen, variables edáficas, que debe ser trabajada, y variable hídrica, es decir la profundidad de la napa freática (Perosa et al., 2014), con la que hoy en día no se cuenta a nivel nacional. Sin embargo, el cambio climático igualmente parece intensificarse y afectar, aunque de manera mínima a los algarrobos, haciendo que retrocedan en parte las zonas donde está su máxima probabilidad de presencia, y las zonas que están sufriendo desertificación incrementan, y esto en parte también se da por el intenso cambio de uso de suelo, principalmente por la expansión de la agricultura. Por tanto, es importante contar con variables de cambio de vegetación y cobertura de suelo, además de la napa freática. Si bien los primeros datos pueden crearse en los sistemas de información geográfica, el último es una información que no se tiene aún en el Perú, por lo cual se requiere para futuras investigaciones obtener data esta variable.

### 6.3. Evaluación forestal por métodos de teledetección

En este subcapítulo se presentarán los resultados obtenidos por los métodos de teledetección, que en una primera parte se basará en los cambios en la cobertura vegetal para definir cuáles son las tendencias bajo las cuales están sufriendo su reducción. Además, se identificará la presencia de incendios por medio de la composición de bandas, misma metodología que se trabajará para realizar un análisis del paisaje. Por otra parte, como mecanismo de evaluación de la importancia del bosque en términos socioeconómicos y de desarrollo se ve necesario mostrar y evaluar sus principales características positivas y negativas como parte de un análisis dentro de un proceso de planificación estratégica, ya que las fortalezas y oportunidades encontradas se convierten en características competitivas frente a bosques similares en el país, como el Coto de Caza El Angolo, en Piura; el Bosque Cañoncillo en La Libertad; y el Parque Nacional Cerros de Amotape en Tumbes. Sus potencialidades se transformarán en oportunidades para una mayor atracción turística en la región al igual que mayores beneficios económicos por su gran biodiversidad y recursos que posee, siendo el lugar donde abundan más los bosques de algarrobo. (Anexo 11)

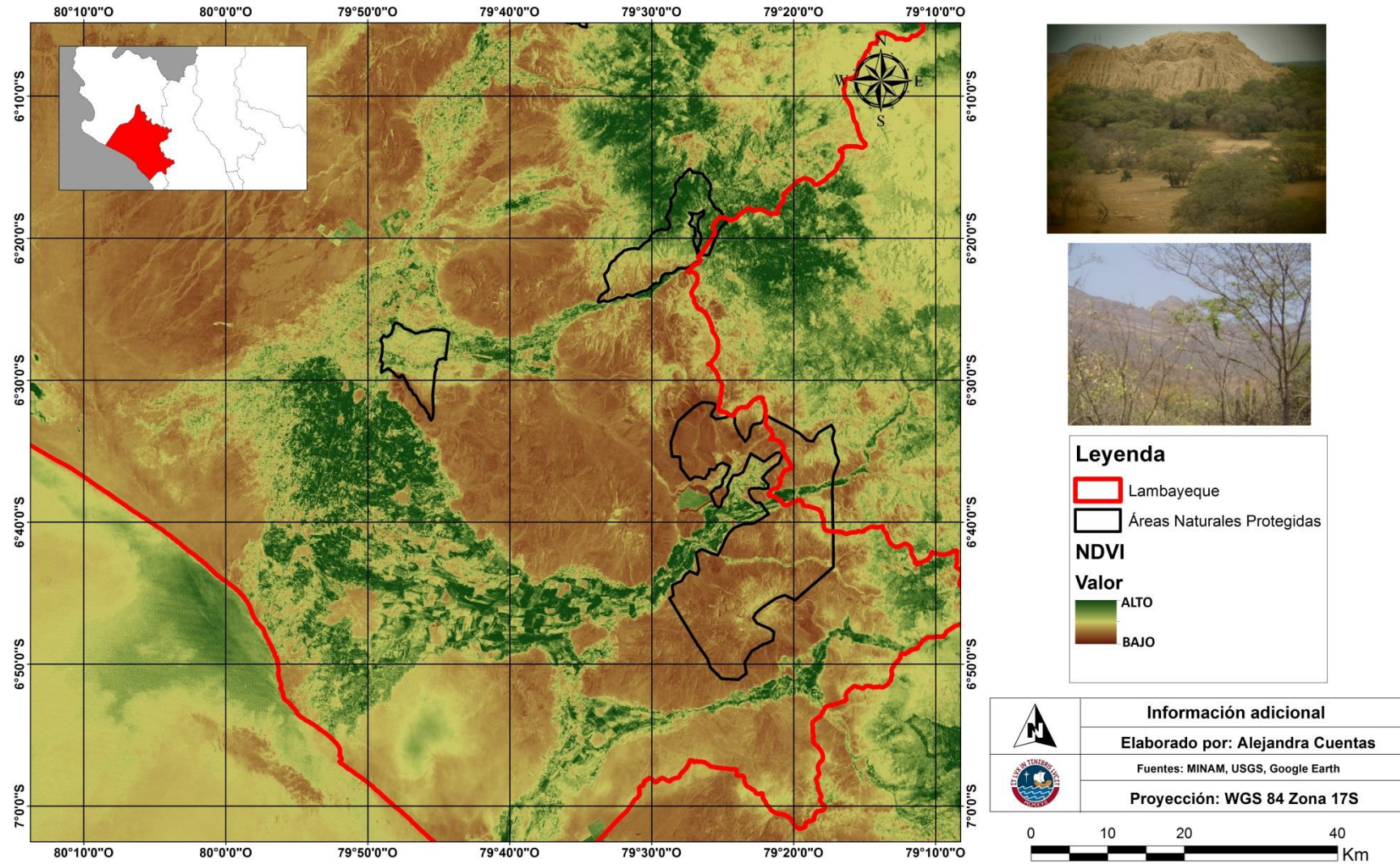
#### ***Análisis multitemporal de los cambios en la cobertura vegetal en Lambayeque***

La deforestación hoy en día está generando un cambio radical en la composición vegetativa de los bosques, lo cual no solo perjudica a las especies vegetales y a los animales que cohabitan con ellas, sino que, junto a las invasiones, modifica el paisaje propio de los bosques secos, lo cual requiere una acción rápida por parte de la población y de las autoridades. En los mapas N°14 y 15 se representa el cambio de vegetación a una escala multitemporal. Se realizó el cálculo del cambio de vegetación entre los años 1985 y 2014, es decir de casi 20 años de diferencia, cuyos intervalos de estudio se mencionarán más adelante en el análisis de NDVI más detallado. Se obtiene la imagen en una escala de colores, en donde las zonas de color rojo se detectaron una disminución de la vegetación, las de color amarillo no muestran cambios significativos y las de color verde representan un aumento de vegetación. Para obtener este tipo de resultado se empleó el NDVI, el cual nos muestra, de manera cualitativa, la disminución o pérdida de vegetación en un período de tiempo, y puede permitir, más adelante, obtener información cuantitativa acerca de la pérdida de bosque seco, calculando tasas anuales de deforestación (Fontúrbel, 2007). Se optó trabajar con NDVI por sobre otros índices de vegetación, por ser el más utilizado a nivel global en los estudios forestales y de vegetación (Carvacho & Sánchez, 2010).

En el mapa N°14 se puede observar al SHBP, RVSL y ACP Chaparrí, así como sus alrededores, entre 1985 a 2014, y donde ha habido una notable disminución de la vegetación, lo cual es preocupante porque se están reduciendo los bosques y, en particular, la especie de algarrobo se ve amenazada por estar bajo el peligro de la deforestación. Dentro del análisis del NDVI, algo curioso es que a los alrededores de Pómac y Laquipampa se ven evidencias de crecimiento de la vegetación, es decir de un color verde intenso. Sin embargo, por la misma morfología que se puede apreciar y por la información obtenida, ambos casos son muy distintos. Los rastros de crecimiento vegetal en el SHBP son principalmente por la expansión de las actividades agrícolas, es decir es una vegetación compuesta de parcelas de cultivo, y por tanto es un factor negativo para la vegetación natural.



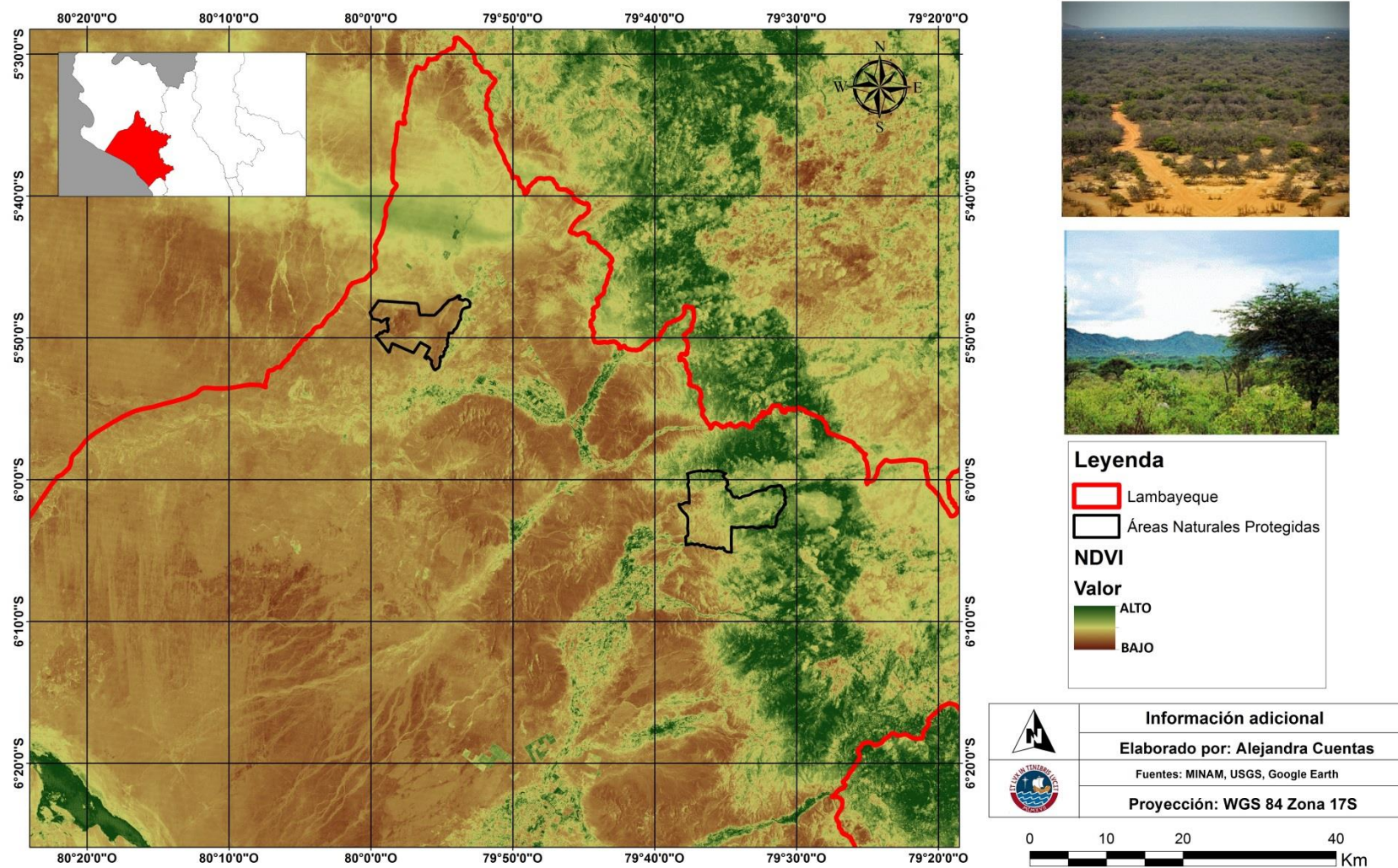
**Mapa N°14: Diferencia de NDVI en el SHBP, RVSL, ACP Chaparrí y entorno entre 1985 - 2014**



Fuente: Elaboración propia



**Mapa N°15: Diferencia de NDVI en las ACR Huacrupe La Calera y Moyán Palacios y entorno entre 1985 - 2014**



Fuente: Elaboración propia



Dentro de los estudios realizados en el SHBP se ha considerado que ya van más de dos décadas de explotación de los recursos forestales. Los bosques del SHBP peligran por la expansión de chacras, donde se cultivan productos como maíz amarillo, zapallo, sandía, entre otros (RPP Noticias, 2011). Es importante mencionar que si bien en el 2008 se restringió el paso de invasores (Díaz, 2013) las invasiones continuaron más adelante como lo indica el Plan Maestro del SHBP.

El bosque de Pómac sufre en gran magnitud la presencia de agricultores ilegalmente asentados en su interior y, además, la presencia de comunidades a su alrededor generan grandes presiones para el área. Por otra parte, la extracción de madera para construir corrales y casas y la extracción de leña afectan el desarrollo natural y la integridad del bosque (Parkswatch, 2005).

En el caso de Laquipampa, esta área presenta casi un mismo rango de vegetación a excepción de un extremo donde se ve pérdida evidente de vegetación, de color rojizo, pero al mantener un rango de vegetación casi homogéneo, muestra que la actividad agrícola no ha influido o se ha introducido con tanta fuerza. Esto puede deberse a que Laquipampa refuerza mucho más la prohibición de invasiones y no hay tanta actividad agrícola precisamente por su topografía más accidentada, a diferencia de Pómac que es un relieve mucho más plano y por ende mucho más fácil de intervenir. Además, se puede observar que sus lados, donde están las zonas más bajas en cuanto a altitud, no hay tanto cambio de vegetación, por lo que ahí podrían habitar algarrobos e incrementar su población junto a esta zona protegida.

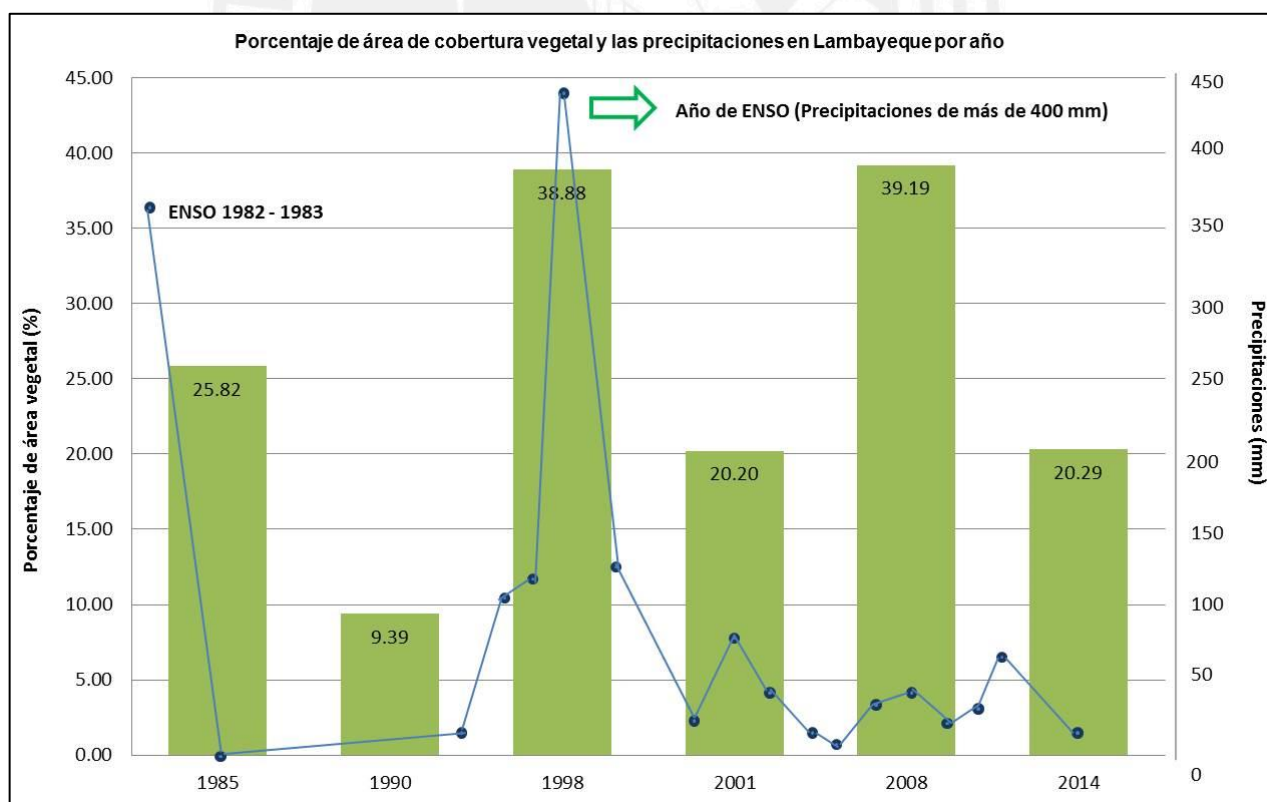
El ACP Chaparrí, a diferencia de los otros dos casos, presenta una disminución notable en su área, esto podría deberse a la tala ilegal en esta zona a pesar de ser área privada. En el último año, infractores han entrado a la zona reservada para extraer especies arbóreas, los cuales fueron capturados por las rondas campesinas. Según el presidente de las Rondas Campesinas, hay taladores ilegales que entraban al ACP Chaparrí para extraer palo santo, además de haber extraído algarrobos. En esta zona se estima que se presenta una situación de tráfico de terrenos que no solo está comprometiendo a Chaparrí sino también al reservorio de Tinajones (El Comercio, 2014). Dentro de este marco se resalta el rol de los ronderos contra el tráfico ilegal de madera en Chaparrí, que lo conforman principalmente guardaparques de la comunidad Santa Catalina de Chongoyape y los guardabosques de Casupe – comunidad de Yaque (La Republica.pe, 2014).

En el mapa N°15, en el caso de las ACR Moyán Palacios, al igual que Laquipampa, no presenta grandes disminuciones de su vegetación sino que por el contrario, muestran grandes aumentos. Esto se debe probablemente, a que a diferencia del SHBP o RVSL, esta zona al no ser protegida pasaba por una situación de mucho más peligro y sin alguna restricción del sobreuso de los recursos y por tanto de la tala. Al ser recientemente declarada como área de conservación regional, cabe la posibilidad que este bosque haya sido objeto de reforestación en mini proyectos por parte de las comunidades y localidades aledañas. Por tanto, a pesar de que no hay un control adecuado, ni un plan maestro que guíe su conservación como sí lo tiene el bosque de Pómac o de Chaparrí, ha mejorado su situación en los últimos años, y a eso se debe el aumento de su potencial vegetal. En el caso de Huacrupe La Calera han estado organizándose para salvar sus bosques, ya que buscan proteger este espacio precisamente de la tala indiscriminada para la fábrica de carbón, considerando este sitio no solo rico en diversidad sino también de ruinas arqueológicas, las cuales aún son objetivo de investigación. Sin embargo, el preocupante resultado muestra que hay una disminución de la vegetación, y esto puede sustentarse en el hecho de que aún persisten las invasiones y la tala ilegal en la zona, y que aún no se definen medidas de control, lo que lamentablemente lleva a la pérdida de vegetación. Además, esta situación se ve repetida en cada área natural, pero la diferencia con Moyán

Palacios es que esta, al igual que Laquipampa, tiene parte de su área en zona de sierra y hasta ceja de selva, donde hay mayor ocurrencia de precipitaciones que facilitan la regeneración del bosque, lo cual es más complicado en zonas totalmente áridas como Huacrupe La Calera, donde el bosque pasa por un proceso de regeneración a partir de eventos extremos como el ENSO. Cabe resaltar que si bien el algarrobo puede sobrevivir de las aguas subterráneas por sus amplias raíces, esta especie no es la única que compone el bosque y no tiene además el mismo efecto que cuando ocurren lluvias, por lo que no le da la misma densidad vegetal que tienen los otros bosques.

Ante el punto anteriormente tratado – la deforestación – se procedió a realizar un análisis multitemporal de los cambios de la vegetación en el departamento de Lambayeque de manera más detallada. Si bien anteriormente se trabajó el NDVI entre el año 1985 y 2014, es importante trabajar adicionalmente con datos cuantitativos, es decir hallar el área aproximada de la región que representa a la vegetación en cada año seleccionado. Para este análisis se optó por ciertos años dependiendo de dos factores: algún evento de importancia ocurrido en dicha época y la calidad de las imágenes satelitales. En base a estos dos aspectos, se halló el área de cobertura vegetal de los años 1985, 1990, 1998, 2001, 2008, y 2014. A pesar de que hubiera sido idóneo incluir otros años de forma que los intervalos se asemejen más, eso no pudo ser posible ya que Landsat 5 TM no contaba con las imágenes necesarias en el área de estudio, además de que algunas presentaban fallas; sin embargo, se trató de realizar el análisis más detallado posible con imágenes, en su mayoría, en períodos de lluvias (entre diciembre – abril).

Fig. N°43: Porcentaje de cobertura vegetal por año en Lambayeque



Fuente: Elaboración propia, CORPAC, 2015<sup>41</sup>; INEI, 2014<sup>42</sup>

<sup>41</sup> CORPAC [<http://www.tutiempo.net/clima/Cajamarca/844720.htm>]

<sup>42</sup> INEI [<http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/climate/>]

**Tabla N°21: Área de cobertura vegetal en Lambayeque**

Año	Ha	Porcentaje <sup>43</sup>
1985	370338,81	25,82
1990	134713,33	9,39
1998	557666,76	38,88
2001	289669,71	20,20
2008	562047,38	39,19
2014	291063,9	20,29

Fuente: Elaboración propia

En los gráficos anteriores se puede ver, en primer lugar, que en los últimos tiempos ha habido una notable reducción de la cobertura vegetal, y esto se viene dando desde el 2013 a la actualidad (2015), que fueron imágenes que también se analizaron aparte. La vegetación ha ido disminuyendo por diversos factores que ya han sido explicados anteriormente, siendo la deforestación, ya sea por extracción de productos maderables para comercialización, expansión urbana o de la frontera agrícola, la principal causante de estas modificaciones drásticas. Los cambios en el clima también cumplen un rol fundamental, como se evidencia en el año 1998, donde la considerable superficie vegetal se debe a la ocurrencia del ENSO. (Anexo 12) Las diversas investigaciones indican que el Niño de 1997 – 1998 fue el más severo de la época, y su presencia generan cambios en las variables meteorológicas: las temperaturas del aire, humedad relativa, horas de sol y precipitaciones pluviales, siendo esta última variable la que se manifiesta en grandes cantidades – hasta más de 400 mm<sup>44</sup> – permitiendo incluso el aumento de los niveles de agua subterránea y, por tanto, favorece al crecimiento de las plantas e influye en el desarrollo de diferentes aspectos de estas (Alarcón, 2003).

Otro caso de gran cobertura vegetal que se ha podido observar es en el año 2008, En el caso particular de los bosques secos, se sabe que estos, a diferencia de los bosques húmedos tropicales, son ecosistemas muy frágiles con una reducida capacidad de regeneración natural. En esta zona, las precipitaciones anuales varían entre 100 a 125 mm, lo cual es insuficiente para su regeneración de manera natural; sin embargo, las precipitaciones excepcionales que ocurren en ciclos irregulares de 1 a 20 años, sí crean condiciones favorables para una abundante regeneración (Morizaki, 1998). Si bien, en el año 2008 no hubieron intensas lluvias, como sí lo hubo en otros departamento que se vieron afectados por las fuertes precipitaciones pluviales entre 2008 a 2009 (INDECI, 2008), particularmente el aumento de la cobertura vegetal en el año 2008 podría deberse a que en parte hubo un freno en la deforestación por, en primer lugar, el establecimiento y aplicación de la ordenanza de creación del Sistema Regional de Áreas de Conservación en Lambayeque y del establecimiento del corredor biológico de Lambayeque, los cuales fueron elaborados y aprobados desde los años 2003 y 2006, respectivamente. Los objetivos principales eran detener la fragmentación e invasión en los ecosistemas con importante biodiversidad (MINAM, SPDA & GIZ, 2008). Otro ejemplo se basa, de manera particular, en el SHBP, en donde se daba un uso irracional a muchos recursos de parte de los caseríos y centros poblados que viven en el entorno del santuario, y quienes amenazaban el estado del bosque e influenciaban en su reducción. Por dicha razón, desde el 2003 se puso en desarrollo un litigio legal entre los invasores del SHBP y el MINAGRI por medio del Instituto Nacional de Recursos Naturales, siendo entre los años 2008 y 2009 donde se ordena el desalojo de invasores y

<sup>43</sup> La base de los porcentajes (100%) es la superficie total del departamento de Lambayeque.

<sup>44</sup> CORPAC [<http://www.tutiempo.net/clima/Cajamarca/844720.htm>]

posteriormente, la recuperación de los bosques. Los resultados mostraron que en estos años hubo una recuperación de bosque por las políticas de reforestación, control y fiscalización que dispuso el SERNANP (Díaz, 2013). Sin embargo, los años siguientes hay una evidente disminución, nuevamente, de la cobertura vegetal, considerando como factores no solo las fuertes épocas de sequía, sino también el regreso de las invasiones y taladores ilegales para venta de madera de árboles. Por ejemplo, en el año 2013, se extrajeron mil toneladas legales de leña de algarrobo entre Piura, Tumbes y Lambayeque, pero de cada mil toneladas legales, se estima que salen quince ilegales (Lo, 2015), una tendencia que se ha visto en crecimiento en los últimos años.

Si bien hay años con un porcentaje importante de vegetación, como el caso de 1998 y 2008, hay años que la cobertura vegetal es muy reducida. Por ejemplo en el año 1990 se presenta un porcentaje de menos del 10% lo cual podría deberse a períodos de sequías muy fuertes para tener una superficie vegetal tan baja en épocas de lluvias. A partir de la tabla N°22 se puede comprobar que efectivamente hubo sequías en 1990, donde el área de vegetación presenta su mínimo valor. A pesar de que no se cuentan con imágenes que puedan ayudar a la visualización del estado de la vegetación en el año 2004, es bien probable que por los resultados de esta matriz, el índice de cobertura vegetal haya sido muy bajo. Los últimos años también presentan una constante disminución a en la vegetación, debido en parte a las sequías, las cuales producen efectos negativos tales como bajo rendimiento en producción de las áreas de cultivo, alta mortalidad de ganado por falta de pasturas, reducción del nivel freático, entre otros (Gómez, 2014). A partir de la información obtenida en la última salida de campo, se pudo conocer la situación de los bosque de Olmos, los cuales por una situación de sequía no muestran una regeneración natural, lo cual perjudica tanto a la población local en el aspecto socioeconómico, como a la biodiversidad en el aspecto ambiental, por lo que se comentaba la necesidad de ocurrencia de precipitaciones en la zona. Es importante, por otro lado, mencionar que estos resultados se aproximan a la realidad mas no son exactos, pues en algunas imágenes satelitales había, si bien no mucha, cierta presencia de nubosidad que impedía detectar correctamente todas las áreas con cobertura vegetal.

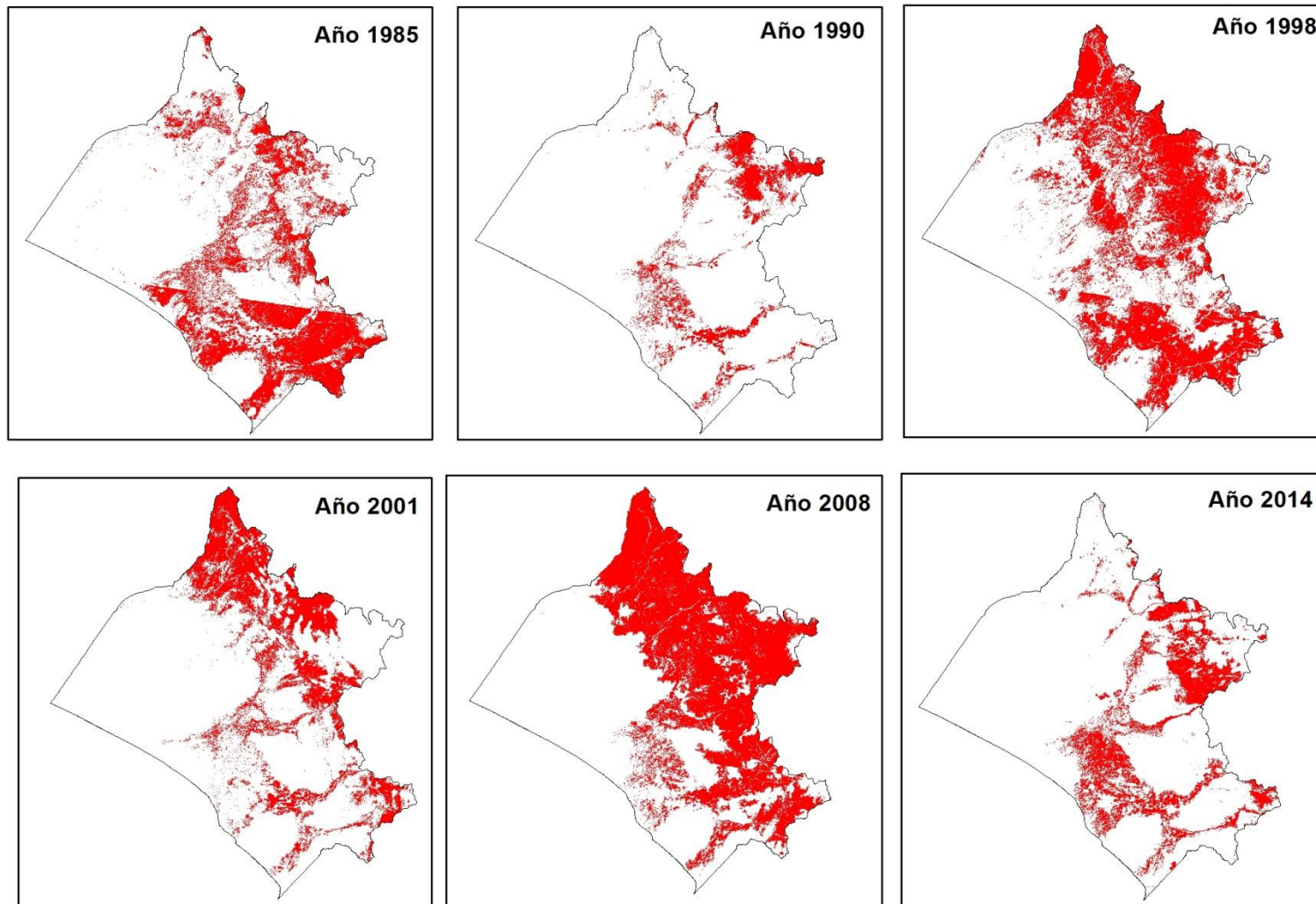
**Tabla N°22: Ocurrencia de sequías en el departamento de Lambayeque**

Fecha	Sitio	Observaciones de causa
09/05/1985	Áreas Lambayeque y Jequetepeque	Falta agua en el norte para áreas arroceras
25/04/1988	Valles de Jequetepeque y Zaña	Mal uso de las aguas de la represa Gallito Ciego
01/01/1990		Ausencia de lluvias
01/01/1990	La Leche	Ausencia de lluvias
01/01/1990		Ausencia de lluvias
01/01/1990		Ausencia de lluvias
01/01/1990		Ausencia de lluvias
20/01/2004	Lambayeque	Agro puede sufrir por ausencia de lluvias
15/03/2004	Valle Chancay- Lambayeque	Las plantaciones se están secando
20/03/2004	Dist. de Pomalca empresa agroindustrial Pomalca	Agua ha sido recortada en 50%
20/03/2004	Dist. de Pucalá empresas agroindustriales independientes	Agua ha sido recortado en 50%
20/03/2004	Dist. Tuman, empresa Agroindustrial Tumán	Agua potable ha sido recortada en 50%
16/10/2004	Valles de Lambayeque	Producción de caña disminuye en más de 40%

Fuente: Desinventar.org



**Fig. N°44:** Cobertura vegetal en diferentes años en el departamento de Lambayeque



Fuente: Elaboración propia

### ***Identificación de incendios en Lambayeque***

Para la elaboración de los mapas N°16 y N°17 se trabajó con imágenes satelitales Landsat 5 y 8 TM OLI y con las bandas de cada imagen. Como se puede observar la mayor frecuencia de incendios – obtenida por la densidad kernel – se ha producido en las zonas que son ocupadas por el SHBP, siendo ese bosque el más afectado por este tipo de eventos, y que coincide con la degradación que presentan sus áreas naturales en cuanto a vegetación. Sin embargo, hay otras zonas que también registran incendios como las cercanas al RVSL o el ACR Huacrupe La Calera, los cuales probablemente se originan por las invasiones de taladores ilegales. La mayoría de los incendios en la zona de Olmos son producidos por el descuido de los agricultores que realizan las “quemadas” con fines de elevación de fertilidad de los suelos y para obtener una buena productividad (IMARPE, 1998). (Anexo 13)

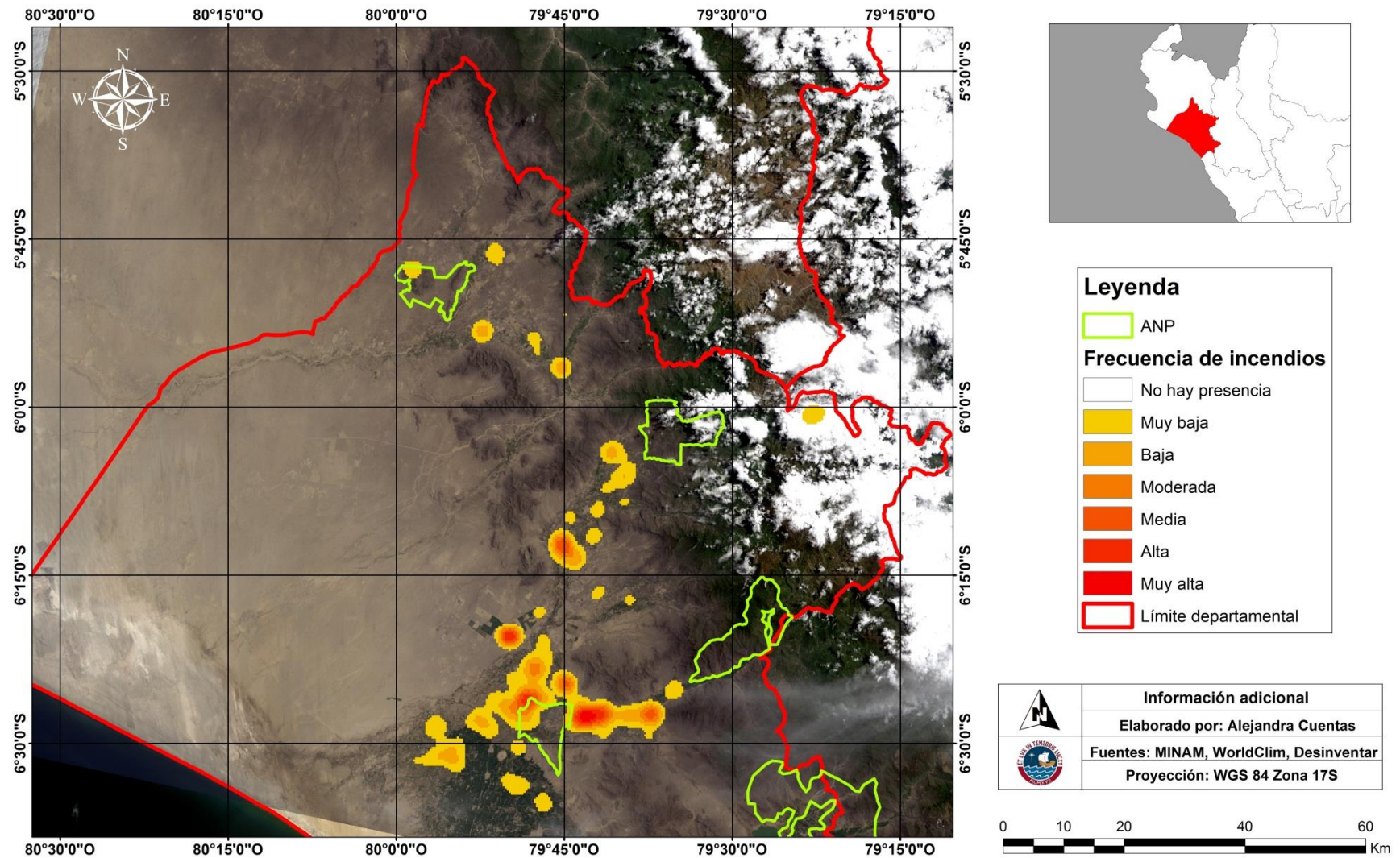
En el primer mapa se ubicaron los focos de calor a partir de las imágenes satelitales (RGB 743 o 754), es decir las localidades exactas o lugares potenciales donde se originaron incendios según las condiciones del terreno, y fueron identificados como los puntos de color rojo más intensos. Por otra parte, el segundo mapa muestra la cartografía de áreas quemadas, lo cual se obtuvo a partir de las cicatrices en el terreno como producto de los incendios, y con esto se puede apreciar cuál fue la magnitud del daño. En este caso se optó por cartografiar las áreas quemadas según una serie de años – siendo estos los mismos que se tomaron en cuenta en el análisis multitemporal de vegetación – mostrando las áreas afectadas por los incendios en forma de cicatrices, con el fin de poder definir qué zonas son más potenciales a sufrir daños.

**Tabla N°23: Ocurrencias y registro de algunos incendios forestales en Lambayeque**

<b>Ubicación</b>	<b>Sitio</b>	<b>Tipo de causa</b>	<b>Observaciones de causa</b>
<b>Olmos</b>	Ñaupe zona Pampa la Rosa de Querón	Error humano	Comunero quemaba montes y el viento propagó el fuego.
<b>Olmos</b>	Caseríos al noroeste de Santo Domingo de Olmos.	Plaga	Pobladores queman parcela para cancha de futbol.
<b>Jayanca</b>		Error humano	Los leñadores dejan brasas que luego el viento propaga.
<b>Morrope</b>		Error humano	Leñadores dejan brasas de fuego que el viento propaga.
<b>Motupe</b>		Error humano	Leñadores dejan brasas de fuego que el viento propaga.
<b>Olmos</b>		Error humano	Los leñadores dejan brasas que luego el viento propaga.
<b>Chiclayo</b>		Tala	Tala indiscriminada.
<b>Cañaris</b>	Chilasqui	Negligencia	Pobladores de cañaris provocaron incendio.
<b>Pítipo</b>		Desconocida	
<b>Chiclayo</b>	Santuario Histórico Bosque de Pomac, en Batangrande, a 35 Km. de Chiclayo.	Comportamiento	El incendio fue provocado por taladores de algarrobo y productores de carbón vegetal.
<b>Olmos</b>	Comunidad de Santo Domingo de Olmos. Localidades La Esperanza, Vega del Padre, San José y parte de San Isidro.	Error humano	El incendio se produjo al mal manejo de una huayrona (horno artesanal para la elaboración de carbón) instalada por taladores de algarrobos.

Fuente: Desinventar.org

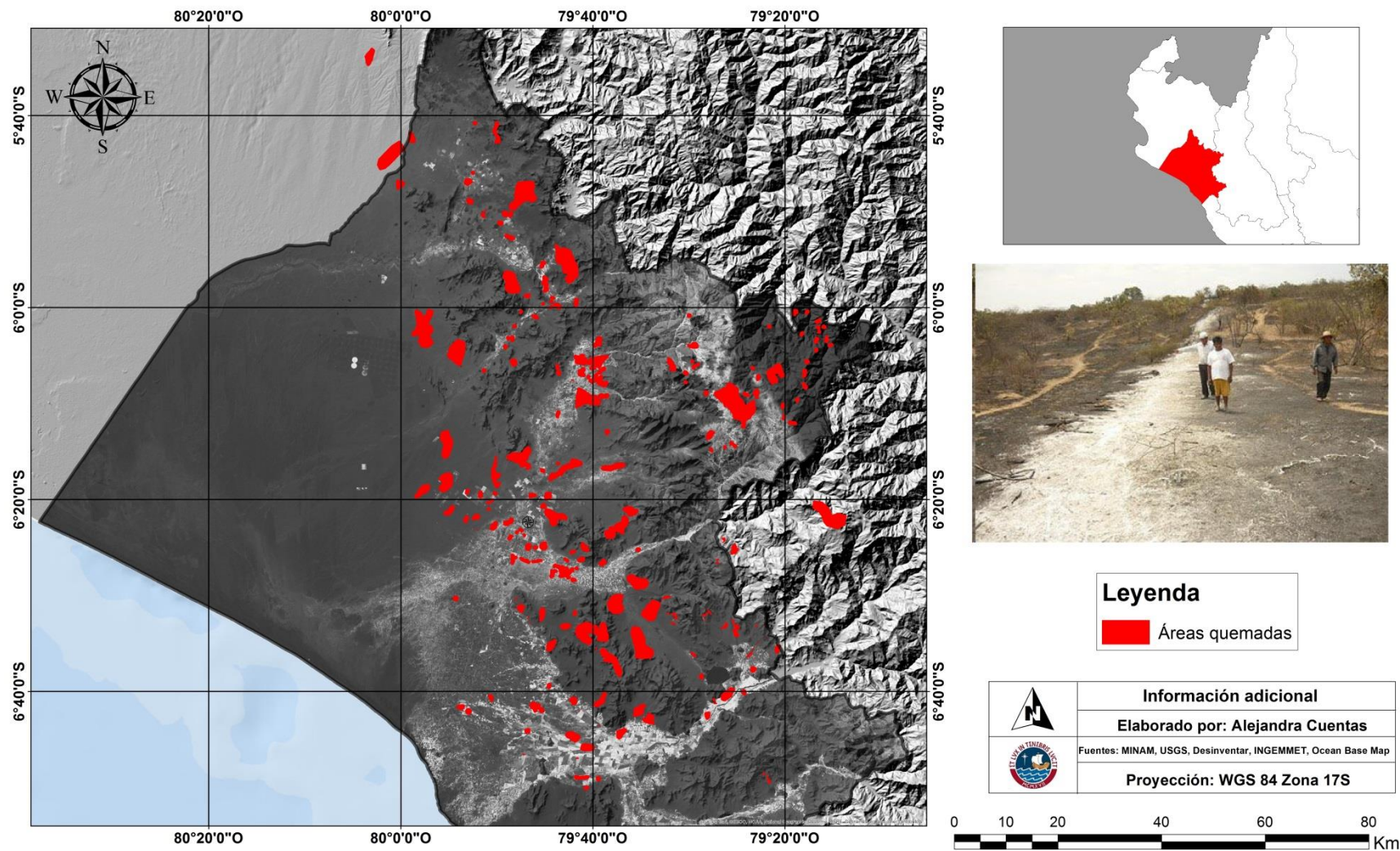
**Mapa N°16: Frecuencia de incendios en el departamento de Lambayeque**



Fuente: Elaboración propia



**Mapa N°17: Cartografía de áreas quemadas en Lambayeque entre 1985 – 2014**



Fuente: Elaboración propia

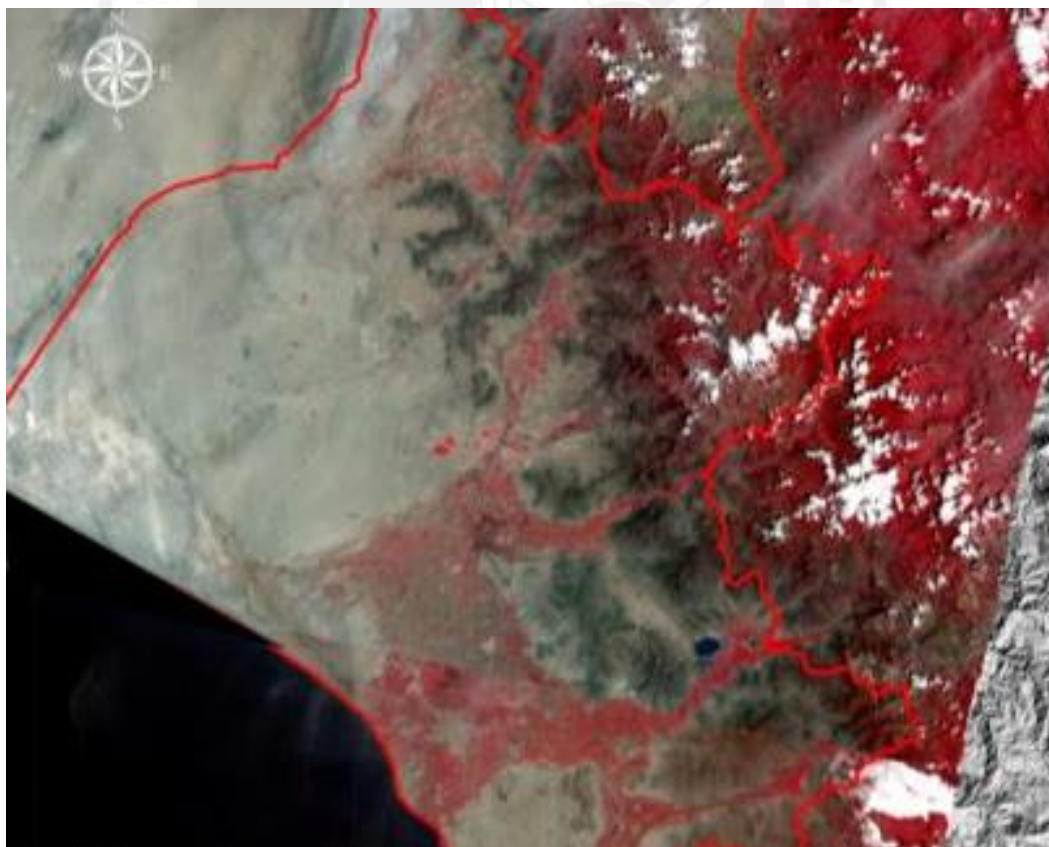


### **Análisis de paisaje**

Los bosques secos de Lambayeque están pasando hoy en día por un proceso de modificación de paisaje, donde la fragmentación de hábitat por los cambios de uso de suelo es la mayor consecuencia para la biodiversidad local. Ante eso se ve necesario hacer un análisis de un paisaje fragmentado para que más adelante pueda servir de herramienta para conservar la diversidad biológica de estas áreas. La metodología trabajada en esta parte de resultados fue la clasificación de los elementos del paisaje a partir de la interpretación por imágenes satelitales y generar un mosaico del paisaje. El objetivo es determinar la fragmentación de las áreas de vegetación natural ante la expansión de la frontera agrícola, en la cual abundan los parches de cultivos, y otros elementos como la construcción de carreteras, las cuales en contraposición con los ríos que más sirven como corredores naturales, estos “cortan” el hábitat de muchas especies, y por tanto su desarrollo. Se definieron, entonces, dos tipos de parches principales – vegetación natural y áreas de cultivo – porque son los que tienen más competencia por tierra, y puede servir más adelante para hacer un estudio de paisaje dependiendo del tipo de ecosistema.

En las figuras N°45 y 46 se observa dos combinaciones de bandas para detectar la vegetación. La más común es la combinación 4-3-2 (L5 TM OLI) y 5-4-3 (L8 TM OLI) que ubica la banda del infrarrojo como principal componente, convirtiendo todas las áreas de vegetación de color rojo. El segundo caso – combinación 5-4-3 (L5 TM OLI) y 6-5-4 (L8 TM OLI) – ayuda a diferenciar la vegetación natural de las zonas de cultivo. Con ambas se pudo realizar el análisis de paisaje en el departamento de Lambayeque.

**Fig. N°45:** Composición NIR- R-G 4-3-2



Fuente: Elaboración propia

Fig. N°46: Composición NIR-R-G 5-4-1



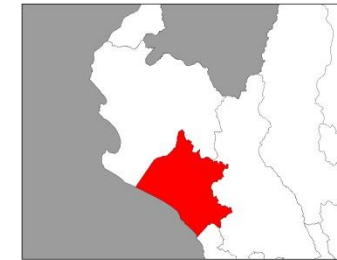
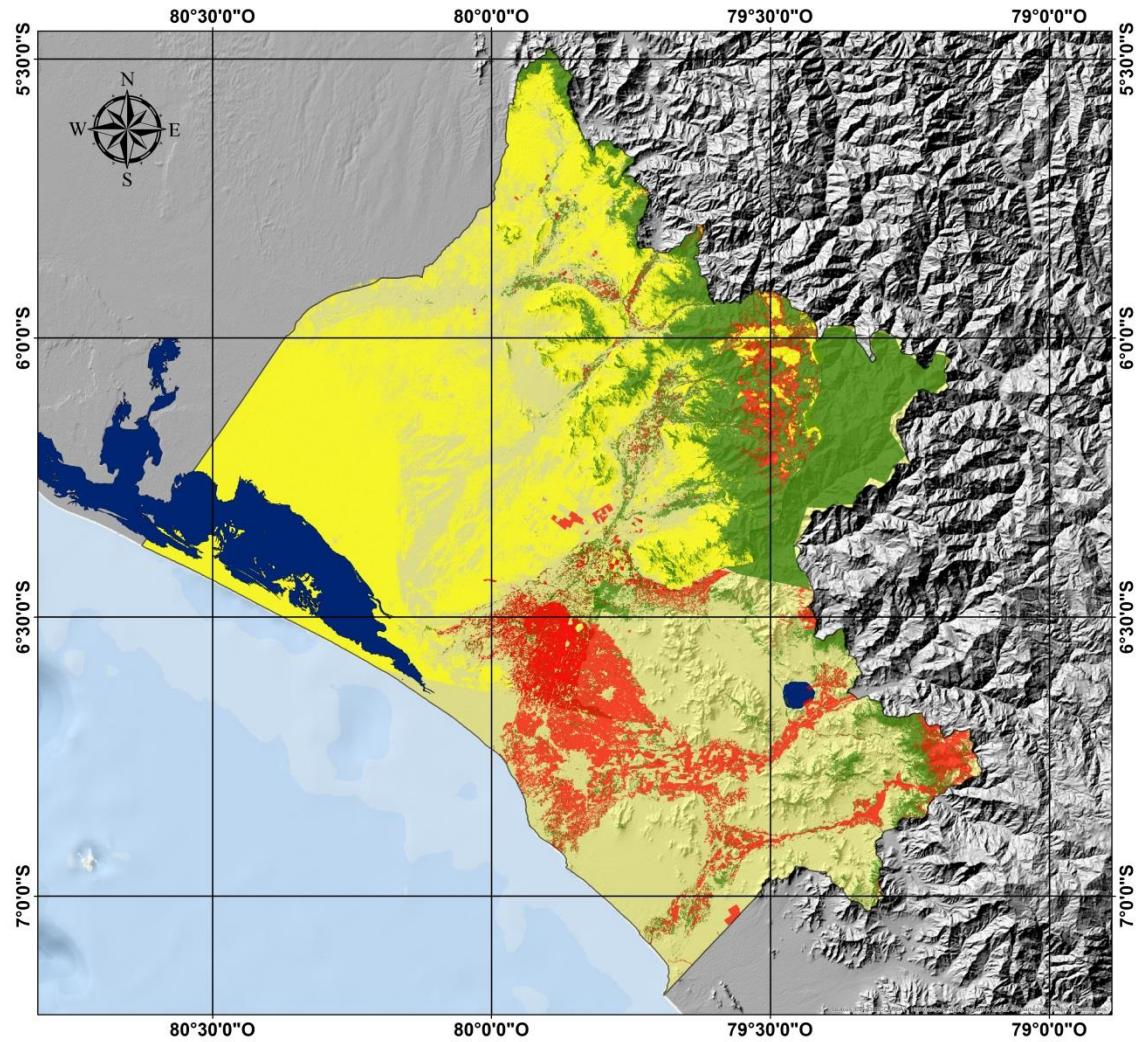
Fuente: Elaboración propia

Lambayeque ya es considerado un escenario de fragmentación de hábitat y pérdida de especies (Montoro, 2012), los cuales son los dos problemas ambientales más importantes en la realidad del departamento, y constituyen las principales causas de modificación y pérdida de la diversidad biológica. Estos procesos se relacionan y generan cambios en la calidad del hábitat y de los recursos afectando en mayor medida aquellas especies que dependen de un determinado tipo de hábitat. Sin embargo, teniendo otras prioridades como la salud y la educación, no se han aplicado medidas de adaptación para este problema, aunque sí se han identificado algunos esfuerzos locales.

La mayor parte del departamento está compuesta por zonas áridas con vegetación poco densa, siendo esto algo esperado por ser Lambayeque un típico escenario de ecosistemas con climas áridos y semiáridos. La vegetación densa, por su parte, se ubica más en los extremos del departamento, en las partes andinas y de ceja de selva, mientras que las tierras de cultivo se concentran en la zona sur del departamento.



**Mapa N°18: Análisis del paisaje de Lambayeque**



**Leyenda**

- Parche de Tierras agropecuarias
- Parches de Vegetación natural densa
- Parches de Vegetación poco densa
- Matriz\_zonas árido secas
- Cuerpos de agua

	<b>Información adicional</b>
	<b>Elaborado por: Alejandra Cuentas</b>
	Fuentes: MINAM, MINEDU, INGEMMET, Ocean Base Map, USGS
<b>Proyección: WGS 84 Zona 17S</b>	

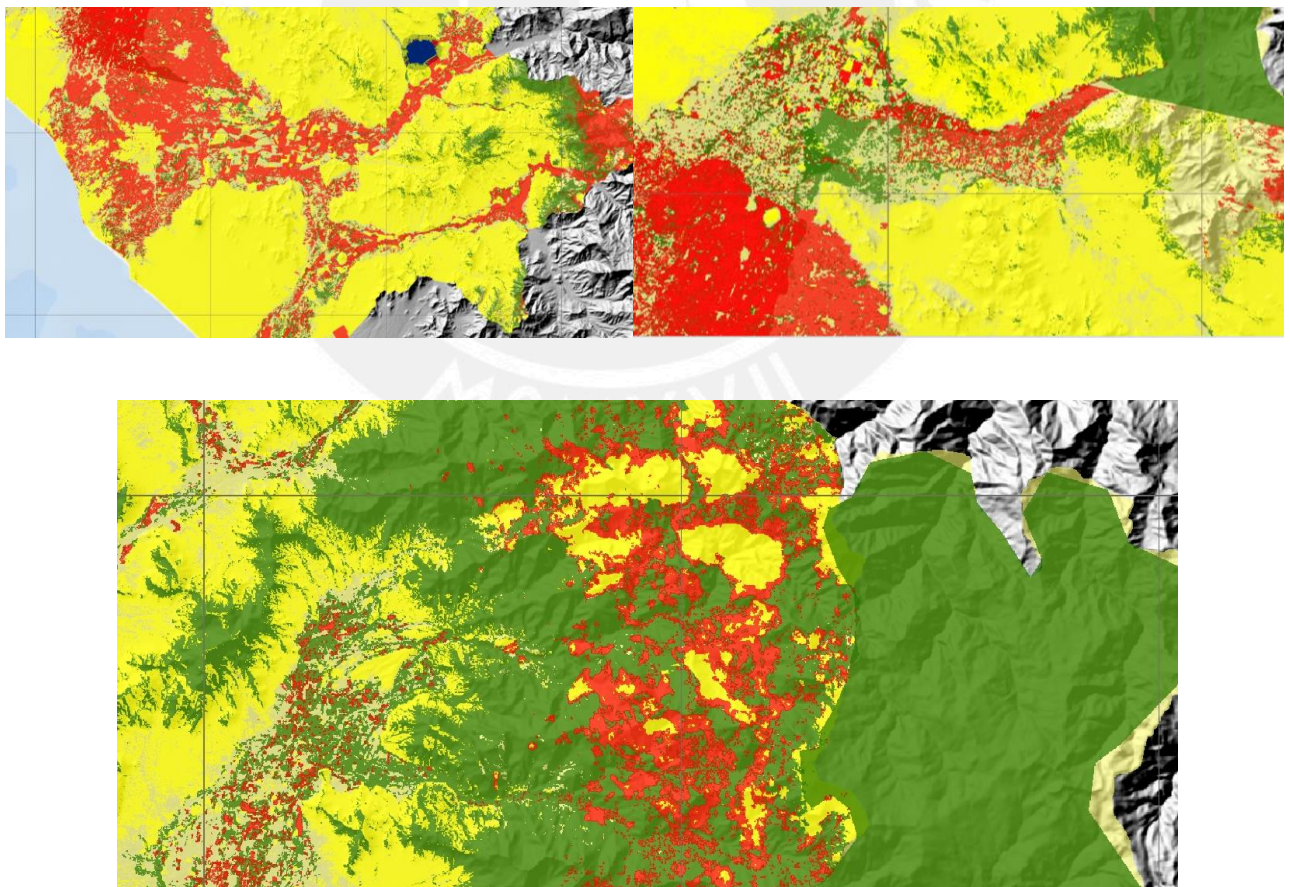
0 10 20 40 60 80 100 Km

Fuente: Elaboración propia



En el mapa N°18 se puede observar que la mayor parte de vegetación natural densa (mayormente bosques) está en el extremo este del departamento. Esto puede deberse a que la agricultura no ha llegado a niveles extremos en esa zona y además porque las altitudes son mayores y se benefician de más cantidad de precipitaciones. Si bien la zonas donde se ubica Huacrupe La Calera no muestran una vegetación muy densa, esto puede deberse a que principalmente no hay muchas lluvias en esa zona y su terreno es muy árido, lo que lo haría formar parte de la matriz, pero la presencia de zonas de cultivo es moderada, por lo que puede deducirse que hay un mayor control de expansión de tierras agrícolas en beneficio mayormente de la biodiversidad y ecosistemas. Sin embargo, la situación más alarmante se observa en la zona y alrededores del SHBP. Es evidente una fragmentación muy agresiva, donde la abundancia de zonas de vegetación son espacios de cultivo, generando en conjunto todo un parche de tierras para actividad agropecuaria. Esto en parte se le puede atribuir a que la misma población que vive en la ZA del bosque se beneficia de la topografía del lugar para ampliar sus tierras agrícolas, y esto en cuanto a tendencia podría aumentar y afectar a otras áreas con las mismas características topográficas, pero también con las mismas características biológicas, poniendo en riesgo a muchas especies tanto hacia la extinción como a migración. La fragmentación del hábitat es aún más intensa por la presencia de una red vial mucho más fuerte en esta área, lo que hace que los corredores naturales no puedan cumplir su función de conectividad para las especies por la presencia humana.

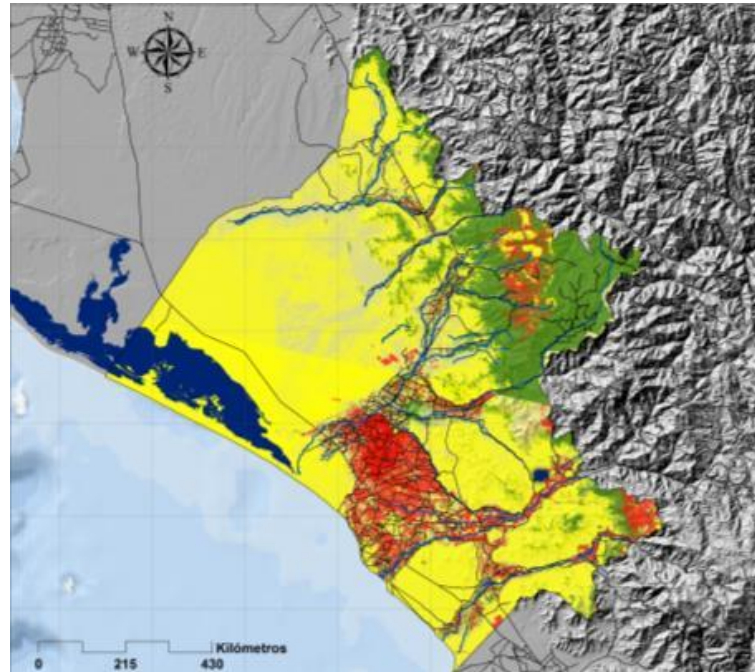
**Figura N°47:** Imágenes del mosaico y parches en el paisaje de Lambayeque



Fuente: Elaboración propia



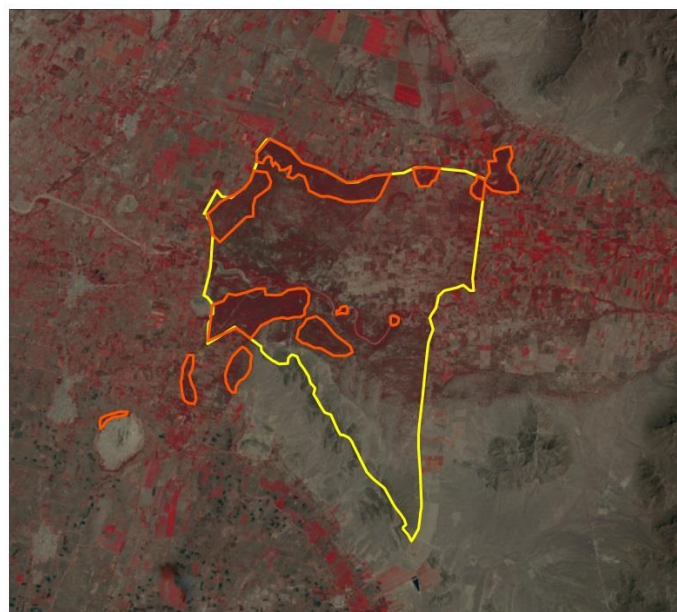
**Figura N°48:** Composición del paisaje con elementos lineales naturales (ríos) y antrópicos (vías)



Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que los grandes parches de vegetación natural, sobre todo de presencia forestal, están reduciéndose frente a una extensión de los parches agrícolas, convirtiéndose esta en una matriz de tierras de cultivo. La superficie, forma, número y disposición de los elementos del paisaje condicionan su realidad y dinamismo, así como sus perspectivas futuras. La superficie de los fragmentos se correlaciona fuertemente con la diversidad de especies que puede albergar, esto se explica claramente en la teoría de la isla biogeográfica de MacArthur y Wilson (1963 y 1967), quienes determinan una reducción constante de la diversidad biológica, así como la dimensión poblacional de diversas especies, esto como resultado de la disminución de la extensión de los fragmentos (Vila et al., 2006).

**Fig. N°49:** Fragmentos forestales en una matriz agrícola en SHBP



Fuente: Elaboración propia

#### 6.4. Valor de importancia ecológica en el bosque seco

En áreas desérticas de Piura y Lambayeque se encuentran millones de algarrobos cubriendo las pampas arenosas alrededor de la carretera panamericana, Lomas, Tombolero y La Picada. Los algarrobos forman bosques poco densos y mezclados con sapote, faique y vichayo, mientras que al borde de la carretera los árboles forman a manera de avenidas o rodales que en años anteriores no existían, pero por posteriores eventos climáticos y potenciales lluvias se ha producido este desarrollo y crecimiento. Los algarrobos constituyen un potencial forestal de primerísima importancia, siendo una riqueza permanente de los desiertos y lugares áridos de nuestro país y que exige al poblador rural su valoración. Los desiertos de nuestra costa con baja productividad deben transformarse en zona generadora de forraje y miel. Se debe racionalizar el uso de los recursos forestales de algarrobo, para que así los bosques sean productores de riquezas para las futuras generaciones, para lo cual es necesario que los hombres de campo se transformen en productores de recursos, por medio de las plantaciones forestales y uso sostenible de los bosques (Díaz, 1995).

##### ***Índice del valor de importancia***

El IVI (Índice de Valor de Importancia) es un índice de valoración estructural desarrollado por Curtis & MacIntosh en 1951. Este índice sintético estructural, fue desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en un determinado ecosistema y se calcula de la siguiente forma (Zarco et al., 2010):

$$IVI: \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

El muestreo de punto centro cuadrado se realizó en el ACR Huacrupe La Calera, con ocho transectos de 100 m cada uno (Anexo 14 y 15). Para hallar este índice se requieren de los siguientes datos: diámetro a la altura del pecho (DAP) y área basal, que es el área de la circunferencia de cada individuo tomada a una altura de 1,30 m.

Para cada especie en cada transecto realizado se obtienen los siguientes resultados:

- Densidad
- Densidad relativa
- Dominancia
- Dominancia relativa
- Frecuencia
- Frecuencia relativa

Finalmente el IVI permitirá determinar la dominancia de las especies y el grado de heterogeneidad del ecosistema.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> Escuela de Ingeniería de Antioquía [<http://recursosbiologicos.eia.edu.co/ecologia/documentos/caracterizacioncompbio.htm>]

**Tabla N°24: Primer transecto de muestreo en bosque seco**

NOMBRE COMÚN	COD	N° DE CUADRANTES	DENSIDAD		DOMINANCIA			FRECUENCIA		VALORES DE IMPORTANCIA		
			DENSP	RELDENSP	BA	PROMBASP	DOMSP	RELDOMSP	FREQSP	RELFREQSP	IV	RIV
ALGARROBO	AL	23	0,0055	57,5	0,7	0,03	0,0002	77,8	90	42,86	178,11	59,37
SAPOTE	SA	15	0,0036	37,5	0,2	0,01	0,0000	22,2	100	47,62	107,36	35,79
PALO VERDE	PV	1	0,0002	2,5	0,0	0,00	0,0000	0,0	10	4,76	7,26	2,42
FAIQUE	FA	1	0,0002	2,5	0,0	0,00	0,0000	0,0	10	4,76	7,26	2,42

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°25: Segundo transecto de muestreo en bosque seco**

NOMBRE COMÚN	COD	N° DE CUADRANTES	DENSIDAD		DOMINANCIA			FRECUENCIA		VALORES DE IMPORTANCIA		
			DENSP	RELDENSP	BA	PROMBASP	DOMSP	RELDOMSP	FREQSP	RELFREQSP	IV	RIV
ALGARROBO	AL	25	0,0020	62,5	0,7	0,03	0,0001	79,41	100	52,63	194,54	64,85
SAPOTE	SA	15	0,0012	37,5	0,2	0,01	0,0000	20,59	90	47,37	105,46	35,15

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°26: Tercer transecto de muestreo en bosque seco**

NOMBRE COMÚN	COD	N° DE CUADRANTES	DENSIDAD		DOMINANCIA			FRECUENCIA		VALORES DE IMPORTANCIA		
			DENSP	RELDENSP	BA	PROMBASP	DOMSP	RELDOMSP	FREQSP	RELFREQSP	IV	RIV
ALGARROBO	AL	20	0,0040	50	0,6	0,03	0,0001	48,54	80	42,11	140,65	46,88
SAPOTE	SA	18	0,0036	45	0,3	0,01	0,0001	22,58	90	47,37	114,95	38,32
VICHAYO	VI	1	0,0002	2,5	0,21	0,21	0,0000	17,69	10	5,26	25,46	8,49
YUNTO	YU	1	0,0002	2,5	0,1	0,13	0,0000	11,18	10	5,26	18,94	6,31

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°27: Cuarto transecto de muestreo en bosque seco**

NOMBRE COMÚN	COD	N° DE CUADRANTES	DENSIDAD		DOMINANCIA			FRECUENCIA		VALORES DE IMPORTANCIA		
			DENSP	RELDENSP	BA	PROMBASP	DOMSP	RELDOMSP	FREQSP	RELFREQSP	IV	RIV
ALGARROBO	AL	24	0,0095	60	0,9	0,04	0,0003	77,46	100	40,00	177,46	59,15
SAPOTE	SA	3	0,0012	7,5	0,1	0,04	0,0000	9,48	30	12,00	28,98	9,66
AROMO	AR	5	0,0020	1,5	0,1	0,02	0,0000	6,86	50	20,00	39,36	13,12
YUNTO	YU	4	0,0016	10	0,0	0,01	0,0000	3,63	30	12,00	25,63	8,54
PALO VERDE	PV	2	0,0008	5	0,0	0,01	0,0000	1,58	20	8,00	14,58	4,86
VICHAYO	VI	2	0,0008	5	0,0	0,01	0,0000	0,99	20	8,00	13,99	4,66

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°28: Quinto transecto de muestreo en bosque seco**

NOMBRE COMÚN	COD	N° DE CUADRANTES	DENSIDAD		DOMINANCIA			FRECUENCIA		VALORES DE IMPORTANCIA		
			DENSP	RELDENSP	BA	PROMBASP	DOMSP	RELDOMSP	FREQSP	RELFREQSP	IV	RIV
ALGARROBO	AL	24	0,0066	60	0,6	0,02	0,0002	74,20	100	43,48	177,68	59,23
SAPOTE	SA	3	0,0008	7,5	0,1	0,03	0,0000	12,40	30	13,04	32,94	10,98
OVERO	OV	2	0,0005	5	0,0	0,01	0,0000	2,76	20	8,70	16,45	5,48
AROMO	AR	8	0,0022	20	0,1	0,01	0,0000	9,33	50	21,74	51,07	17,02
VICHAYO	VI	2	0,0005	5	0,0	0,01	0,0000	1,31	20	8,70	15,00	5,00
PALO VERDE	PV	1	0,0003	2,5	0,0	0,00	0,0000	0,00	10	4,35	6,85	2,28

Fuente: Elaboración propia



**Tabla N°29: Sexto transecto de muestreo en bosque seco**

NOMBRE COMÚN	COD	N° DE CUADRANTES	DENSIDAD		DOMINANCIA				FRECUENCIA		VALORES DE IMPORTANCIA	
			DENSP	RELDENSP	BA	PROMBASP	DOMSP	RELDOMSP	FREQSP	RELFREQSP	IV	RIV
ALGARROBO	AL	10	0,0034	25	0,6	0,06	0,0002	81,86	80	27,59	134,45	44,82
SAPOTE	SA	13	0,0044	32,5	0,0	0,00	0,0000	3,23	80	27,59	63,31	21,10
PALO VERDE	PV	6	0,0020	15	0,0	0,01	0,0000	5,96	40	13,79	34,76	11,59
AROMO	AR	9	0,0030	22,5	0,1	0,01	0,0000	7,82	70	24,14	54,45	18,15
VICHAYO	VI	2	0,0007	5	0,0	0,00	0,0000	1,13	20	6,90	13,03	4,34

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°30: Séptimo transecto de muestreo en bosque seco**

NOMBRE COMÚN	COD	N° DE CUADRANTES	DENSIDAD		DOMINANCIA				FRECUENCIA		VALORES DE IMPORTANCIA	
			DENSP	RELDENSP	BA	PROMBASP	DOMSP	RELDOMSP	FREQSP	RELFREQSP	IV	RIV
ALGARROBO	AL	8	0,0025	20	0,2	0,02	0,0001	31,45	60	23,08	74,53	24,84
SAPOTE	SA	8	0,0025	20	0,1	0,01	0,0000	16,65	60	23,08	59,72	19,91
AROMO	AR	20	0,0064	50	0,2	0,01	0,0001	45,77	100	38,46	134,23	44,74
PALO VERDE	PV	3	0,0010	7,5	0,0	0,01	0,0000	6,13	30	11,54	25,17	8,39
OVERO	OV	1	0,0003	2,5	0,0	0,00	0,0000	0,00	10	3,85	6,35	2,12

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°31: Octavo transecto de muestreo en bosque seco**

NOMBRE COMÚN	COD	N° DE CUADRANTES	DENSIDAD		DOMINANCIA				FRECUENCIA		VALORES DE IMPORTANCIA	
			DENSP	RELDENSP	BA	PROMBASP	DOMSP	RELDOMSP	FREQSP	RELFREQSP	IV	RIV
ALGARROBO	AL	25	0,0046	62,5	0,8	0,03	0,0001	84,80	100	47,62	194,92	64,97
SAPOTE	SA	13	0,0024	32,5	0,1	0,01	0,0000	13,37	90	42,86	88,73	29,58
PALO VERDE	PV	2	0,0004	5	0,0	0,01	0,0000	1,82	20	9,52	16,35	5,45

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°32: Tabla de índice de valor de importancia final**

INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DEL BOSQUE SECO HUACRUPE LA CALERA											
ESPECIE	COD	TRANSECTO 1	TRANSECTO 2	TRANSECTO 3	TRANSECTO 4	TRANSECTO 5	TRANSECTO 6	TRANSECTO 7	TRANSECTO 8	PROMEDIO	DESV. EST
ALGARROBO	AL	59,37	64,85	46,88	59,15	59,23	44,82	24,84	64,97	53,01	13,62
SAPOTE	SA	35,79	35,15	38,32	9,66	10,98	2,1	19,91	29,58	25,06	11,28
AROMO	AR			8,49	13,12	17,02	18,15	44,74		20,30	14,18
PALO VERDE	PV	2,42			4,86	2,28	11,59	8,39	5,45	5,83	3,61
OVERO	OV					5,48		2,12		3,8	2,38
VICHAYO	VI				4,66	5	4,34			4,67	0,33
YUNTO	YU			6,31	8,54					7,43	1,58
FAIQUE	FA	2,42								2,42	

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos en el cuadro final, según el índice de valor de importancia, el cual mide precisamente la importancia ecológica de cada especie en el área muestreada, presenta un mayor valor, en la mayoría de los transectos para la especie del algarrobo, cuyos valores de RIV (valor de importancia relativa) están entre valores de 44 a 64. Su importancia es evidente ya que la fuente principal de carbón en el Perú procede de esta especie, y los bosques secos de Lambayeque los contienen en mayor cantidad (Dostert et al., 2012). Sin embargo, hay otras especies que también muestran un valor de importancia ecológica como por ejemplo el sapote, el cual en gran parte de los transectos muestra alta frecuencia. El aramo por su parte también tiene valores considerables, pues de los ocho transectos se presentó en seis de ellos y con datos de frecuencia y densidad importantes. Otras especies que se pudieron encontrar y que presentan valores de IVI muy parecidos en los transectos que aparecen fueron el palo verde, el overo y el vichayo, cuyos valores son bajos respecto a las primeras especies mencionadas. Finalmente, el yunto y el faique presentan menos presencia que el resto, es decir aparecen con menor frecuencia y densidad, y por tanto su valor de importancia es más bajo.

Ante esto, se puede deducir que el algarrobo es la especie más importante si se da una mirada general al área muestreada, por lo que esta especie es la mejor adaptada al ecosistema del bosque seco y las prácticas sostenibles deben estar orientadas principalmente a su conservación. Sin embargo, hay datos curiosos que no deben dejarse de lado. Al comparar los IVI de todos los transectos trabajados, se procedió a hallar la desviación estándar para ver qué tan dispersos están los valores del promedio. Si bien el caso del algarrobo el promedio del IVI es 53,01, al hallar la desviación estándar resulta un valor alto, por lo que no todos los valores de IVI están cercanos a la media. Este es el caso del transecto 7, donde su valor de IVI es de 24,84, y donde el aramo es la especie que más abunda en esa pequeña área. Según las condiciones del lugar tan homogéneas, y donde el algarrobo podría crecer perfectamente, esta situación podría atribuirse a que no se encontraron árboles en esta zona porque habrían sido talados recientemente. En el caso del sapote y el aramo ocurre lo mismo, ya que sus desviaciones estándar son altas, 11,28 y 14,18 respectivamente, y por tanto en ciertas áreas dicha especie que era encontrada con alta frecuencia en otras no tenía el mismo nivel de presencia; sin embargo, esto puede deberse más a la presencia fuerte del algarrobo, que es la especie dominante y clave para el funcionamiento del ecosistema. A pesar de la evidente dominancia del algarrobo en el bosque, es importante reconocer el valor ecológico de las otras especies. (Anexo 16)

Es importante mencionar que la elaboración de este muestreo, que duró aproximadamente tres días acampando dentro del bosque, se dio gracias al apoyo del Gobierno Regional de Lambayeque y comuneros que viven dentro del área. Si bien se hubiera deseado realizar este mismo trabajo en el SHBP y RVSL en sus altitudes bajas, y a pesar de los esfuerzos y trámites realizados, no pudo ser posible ya que no se contó con el apoyo solicitado.

## CAPÍTULO VII

### **DISCUSIÓN: EL BOSQUE DE ALGARROBO PARA LA VIDA**

El estudio realizado ha sido producto de un gran esfuerzo y tiempo considerable de investigación continua, generando una serie de resultados que nos permiten hacer una discusión a partir de una perspectiva propia, con el apoyo de investigaciones similares y con el fin de llegar a conclusiones y propuestas que aporten al futuro de los bosques secos de la región. Dentro de este estudio se contaron tanto con aspectos positivos como limitantes, lo cual enriquece aún más los resultados obtenidos, pues queda pendiente seguir investigando mucho más de lo presentado. (Anexo 17)

#### **7.1. Diagnóstico y análisis**

En este subcapítulo se discutirán los resultados obtenidos, los cuales se relacionarán con los cuestionamientos planteados, con los objetivos que se quieren alcanzar y se comprobará, finalmente, la hipótesis. A partir de esto se evaluarán y analizarán los escenarios actuales que conllevan al estado crítico de los bosques secos y del algarrobo como su especie clave, entendiendo cuáles son los procesos y problemas que se vuelven tendenciales en el tiempo, así como las acciones que se deben tomar para revertir tal escenario negativo.

##### ***Distribución espacial del algarrobo: aspectos positivos***

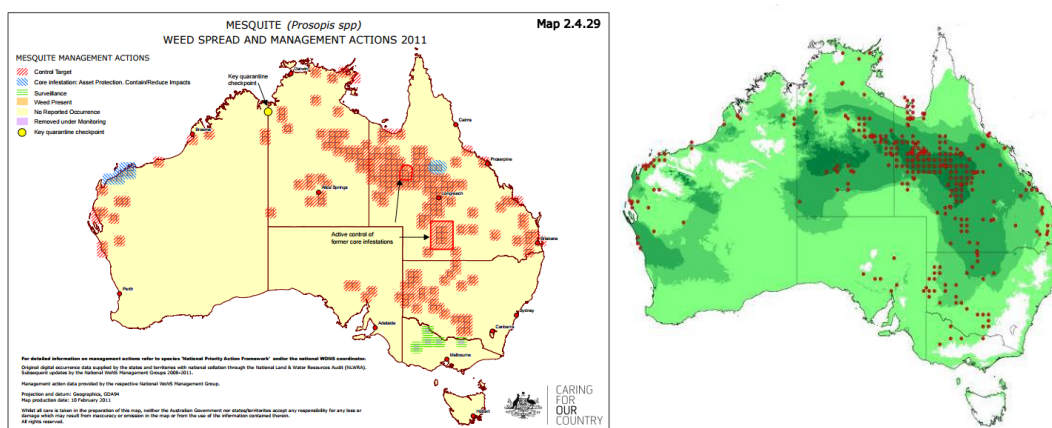
La metodología que se empleó tenía el objetivo de recolectar información del hábitat del algarrobo y de incluir factores que influyen en su forma de vida, como el cambio climático, usos de suelo, disponibilidad de agua, entre otros. Por tanto, para conocer si estos factores influyen en la distribución de la especie se procedió a realizar el modelamiento del nicho ecológico del algarrobo con localidades registradas en la salida de campo, así como predispuestas en herbarios físicos y digitales. Este producto es definido como un aporte al conocimiento de la especie a nivel local, y un instrumento para mejorar la gestión de los bosques y su uso sostenible. Por tanto, el significado de este trabajo tiene una profundidad mucho más importante: los bosques secos de algarrobo se encuentran en un estado de amenaza y vulnerabilidad ante la influencia antrópica y natural que afecta su distribución, debido también al cambio de la vegetación en la zona de estudio y en general a nivel regional.

Se pretende analizar los beneficios y ventajas del uso de métodos de modelamiento de nicho y distribución espacial. Para esto cabe recordar la posición presentada en el capítulo de antecedentes, donde se hizo una comparación entre la presencia y situación socio ambiental del algarrobo en el Perú y del mesquite en Australia. Para este segundo caso, según fuentes bibliográficas, como por ejemplo la Guía de manejo de maleza (Weed Management, 2003) o el artículo realizado por el Gobierno de Australia sobre la alerta y el problema de propagación de mesquites en el territorio (Government of South Australia, 2011) el modelamiento sirvió para hallar las zonas con mayor presencia de la especie para evitar grandes invasiones y sus consecuencias, así como a un mejor control y manejo biológico y ecológico de la especie, siendo los resultados exitosos, ya que se está consiguiendo un mayor control a partir de estrategias y acciones diversas, que benefician tanto a este ecosistema árido del país, al funcionamiento ecológico de los bosques,



y a la población, debido a que están alcanzando una armonización con la especie y su hábitat, además de utilizar los diferentes recursos que incluyen la productividad maderera y alimenticia. Por tanto, al ser un método biogeográfico, permite conocer sin sobreestimar o subestimar áreas con capacidad para ser hábitat según sus condiciones de vida. En el caso de esta investigación, también se busca delimitar las zonas que son propensas a albergar algarrobos, comparándolas con los parches ya existentes con esta especie como dominante, y proponiendo su conexión a través de corredores ecológicos. Teniendo ya el mapa de distribución actual o potencial de la especie, hay una aproximación de la realidad en cuanto a su presencia en los bosques secos, siendo información útil para poner en marcha las acciones de regeneración de los bosques y así evitar su pérdida y degradación.

Fig. N°50: Modelo de distribución del mesquite (*Prosopis* sp) en Australia<sup>46</sup>



Fuente: Mesquite Weed Spread and Management Action, 2011

Fig. N°51: Control de mesquites (*Prosopis* sp.) en Australia

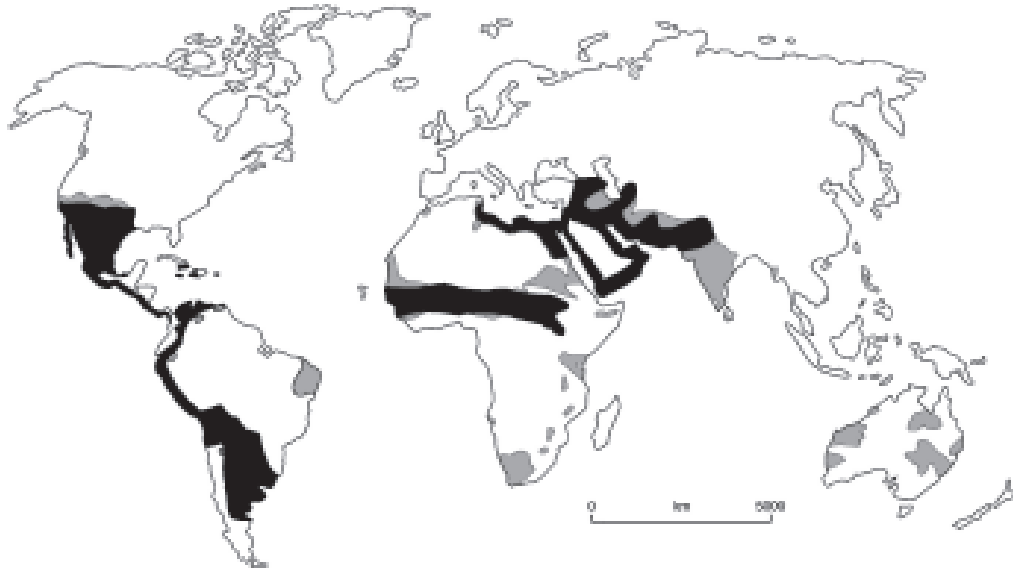


Fuente: Weed Management, 2003

Por otra parte, el modelo resultante se trabajó a partir de distintas variables ambientales, sin embargo, a nivel global, nacional y local, ha habido diferentes estudios sobre la distribución del algarrobo, siendo importante la comparación de estos con el modelo obtenido en esta investigación.

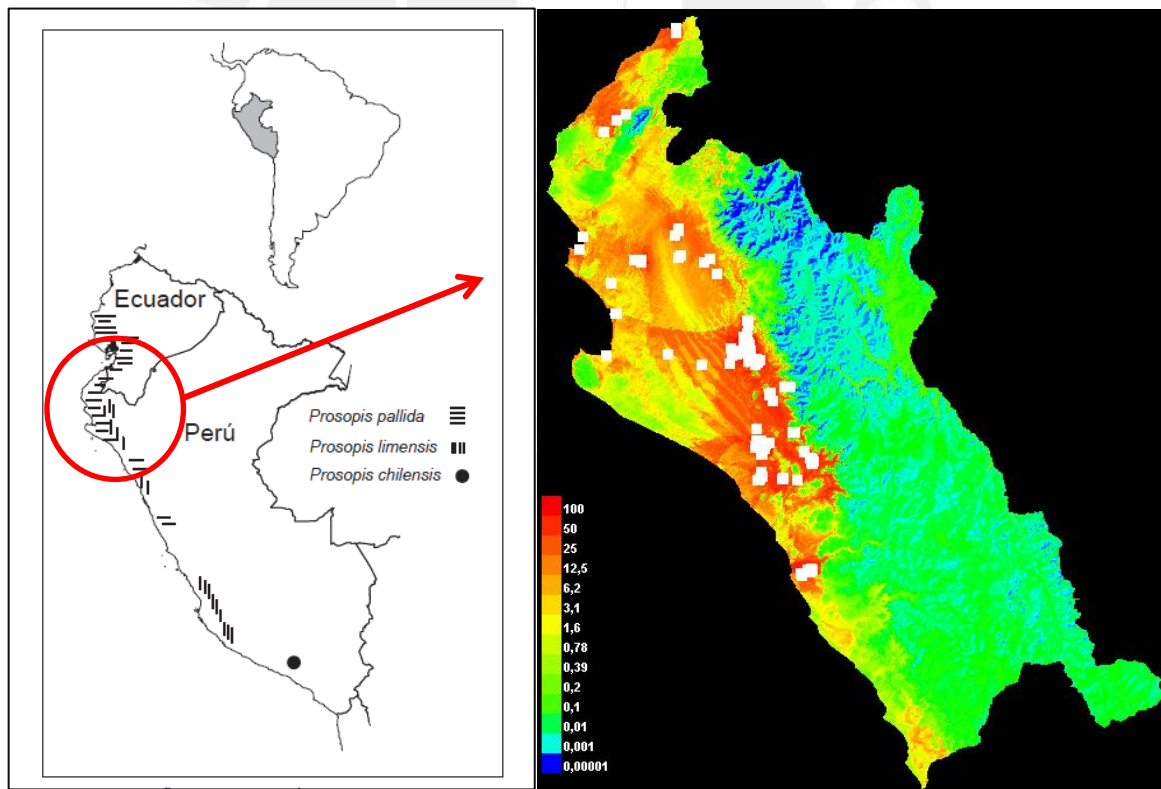
<sup>46</sup> Mesquite Weed Spread and Management Action 2011  
[[http://www.weeds.org.au/WoNS/mesquite/docs/Map\\_2.4.29\\_MesquiteMgtActions\\_10\\_Feb\\_2011.pdf](http://www.weeds.org.au/WoNS/mesquite/docs/Map_2.4.29_MesquiteMgtActions_10_Feb_2011.pdf)]

Fig. N°52: Distribución aproximada del género *Prosopis* (nativa e introducida) a nivel global



Fuente: Pasiecznik, Harris & Smith, 2004<sup>47</sup>

Fig. N°53a (izquierda): Mapa de distribución tradicional de *Prosopis* en el Perú<sup>48</sup> Fig. N°53b (derecha): Distribución de *Prosopis pallida* en la costa norte del Perú usando Maxent



Fuente: Burghardt et al., 2010

Al observar los modelos presentados, si bien los dos primeros son de una manera general, coinciden en sus rangos de distribución principal para el área de estudio. El modelo realizado por *Maxent*, por una parte,

<sup>47</sup> Identifying Tropical *Prosopis* Species. A Field Guide

<sup>48</sup> Análisis numérico de las especies de *Prosopis* L. en las costas de Perú y Ecuador

demuestra que se asemeja a la realidad si se compara con los mapas de distribución hechos por otras investigaciones y, además, se cumplen los objetivos de realizar una distribución más detallada a partir de registros de presencia, lo cual aportará a futuras investigaciones sobre el algarrobo, pues con la metodología del MDE se conoce con mayor exactitud y precisión las áreas donde puede ser encontrado.

A partir de las construcciones de MDE, desde un punto de vista didáctico, se pueden considerar varios puntos a discutir. En primer lugar, su denominación como modelo se refiere a términos netamente ambientales y biológicos, que se unen a la descripción general de un modelo: una representación simplificada de una realidad compleja. Para el caso de los MDE, dicha distribución en el espacio es a partir de una serie de variables que establecen relaciones descriptivas entre ellas y con los datos de presencia. Con esto surgen diversas hipótesis trabajadas principalmente por Pearson (citado por Mateo et al., 2012), como son la *Hipótesis de pseudoequilibrio*, donde se asume que la especie está en equilibrio con las condiciones ambientales actuales, y se asume que la distribución obtenida y sus relaciones con las variables ambientales tienen una estabilidad temporal y espacial, algo de lo que realmente no se tiene conocimiento alguno. Por otra parte, las *relaciones bióticas* tienen una gran influencia, es decir que, por ejemplo, que el zorro costero, por consecuencia de la competencia interespecífica, ya no ocupe una parte del área modelada, y por tanto el resultado se realiza con este desconocimiento que es muy común a nivel global, y que no es tomado en cuenta en la mayoría de los trabajos de distribución por la dificultad de su investigación. Otro tema a discutir son las *barreras biogeográficas*, ya que si bien en una de las zonas potenciales a albergar el algarrobo se incluye en el modelamiento, otra zona puede no contenerlo por cuestiones de inaccesibilidad, a pesar de que sus condiciones sean favorables para la presencia del *Prosopis pallida*. Por último, los *factores históricos* también influyen de cierta forma, ya que el modelo resultante muestran una fotografía de un momento específico, y no incluyen un proceso histórico, aunque hoy en día se están utilizando herramientas como el NDVI que diferencia los índices de vegetación de diferentes años, lo cual puede ser una contribución positiva a darle más veracidad al modelo.

### ***Debate en relación a la los resultados predictivos del modelamiento***

En relación a los resultados del modelo futuro, según la importancia que representó cada variable se supone que el incremento de la temperatura y de las lluvias o precipitaciones a causa de los GEI vienen a ser los factores favorables para el crecimiento de los bosques de algarrobo, por lo que el modelo muestra que habrá una expansión por efecto de actividades humanas, principalmente industriales. Sin embargo, se debe considerar que existen modelos que toman en cuenta procesos como la deforestación o cambios de uso de suelo dentro de los escenarios negativos. Un caso es el modelo CCSM3 (Gotangco & Gurney, 2011), que toca el factor de deforestación pero en base a los bosques tropicales húmedos, como por ejemplo los bosques amazónicos. Esto presenta la posibilidad de que en base a diferentes modelos y haciendo análisis comparativos, se pueda llegar a un resultado futuro diferente en el que los algarrobos, si bien no desaparecerán, sí probablemente reduzcan mínimamente su distribución, sobre todo porque hoy en día la tala ilegal es una situación muy constante.

El RCP 8,5 en base al escenario A2r toma en consideración los cambios de uso en el suelo por lo que podría suponerse que también considera las tendencias a cambio en la cobertura vegetal por, principalmente, expansión agrícola, que es la causa de la deforestación y a su vez del cambio climático. Sin embargo, la cobertura vegetal de los bosques de Lambayeque presenta modificaciones en ciertas épocas

por efectos del ENSO, lo que no viene a considerarse en el estudio. Por otro lado, existen modelos como DIMA (Dynamic Integrated Model of Forestry and Alternative Land Use) con mayor potencial a estudiar este caso pues toma en cuenta procesos forestales – deforestación, reforestación, conservación o manejo forestal – pero no se cuentan con los escenarios climáticos necesarios (Riahi et al., 2011). Finalmente, lo que se puede concluir es que el aumento de las precipitaciones va a mejorar la situación de los algarrobos en los bosques secos, siendo el escenario negativo un resultado conjunto de períodos largos de sequía y deforestación, viéndose contrarrestado el primero por el aumento de lluvias y el segundo frenado por la regeneración natural del bosque.

### ***Potencialidades y límites en los análisis de teledetección***

Si bien las técnicas de teledetección ofrecen beneficios, ya que permiten observaciones a escalas amplias y los resultados pueden incluso cuantificarse para hallar mediciones de aspectos determinados cercanos a la realidad y, además, suponen menos costos que los trabajos realizados en campo, también presentan desventajas que limitan la calidad de los productos. Por ejemplo, según un informe realizado por el Reino Unido, parte de estas limitaciones es que algunos instrumentos satelitales requieren de la luz solar y esto implica la necesidad de ausencia de nubes, por tanto, ante la presencia de gran porcentaje de nubosidad se dificulta aún más la observación y análisis del espacio que se quiere estudiar. Para el caso de estudio, esto significó un problema, ya que para el análisis multitemporal de la cobertura vegetal era importante hacerlo en base a intervalos similares; sin embargo, muchas imágenes presentaban alto nivel de nubosidad, lo que impedía su uso. Por otro lado, las imágenes Landsat TM OLI son de acceso libre, sin embargo, hay otras imágenes que pueden ser de mayor utilidad por su mejor resolución espacial y calidad, como por ejemplo las imágenes *Quickbird*, pero estas suponen un costo a diferencia de las primeras (Reino Unido, s/n).

Algunas fuentes de error en relación a las imágenes satelitales que pueden afectar el análisis realizado son los errores geométricos y radiométricos, como por ejemplo los generados por los instrumentos, por la atmósfera y por el terreno. Los errores geométricos pueden ser relación a la medida de los valores de píxeles, es decir que no hay exactitud entre la posición del píxel en la imagen y su posición en la realidad; mientras que los errores radiométricos son resultado de los instrumentos utilizados, de la longitud de onda en la radiación solar y del efecto atmosférico (Universidad Politécnica de Catalunya, 2000; APN & SIB, 2005; Gregorio, 2008).

### ***Analizando los resultados de percepción***

Respecto a las preguntas enfocadas en los usos del algarrobo y las partes más utilizadas por la población en las encuestas realizadas, es importante analizar estos resultados en base a investigaciones respecto al tema. En el Perú, *Prosopis pallida* es una de las especies más abundantes en los ecosistemas secos de Tumbes, Piura y Lambayeque, cuya importancia en la economía agraria de la zona norte sirve hoy en día como soporte económico y alimento de más de 400 000 familias campesinas y en la autorregulación de la naturaleza del bosque seco tropical (Beltrán, 2013).

El algarrobo representa un valor económico alto para la población local, por lo tanto, para conocer la opinión que se tiene de esta especie, parte de esta encuesta era sobre sus usos e importancia para los aspectos



socioeconómicos. El algarrobo ofrece una serie de usos en donde los humanos y los animales, tanto los domésticos como los silvestres, son los más beneficiados, siendo el primero en tomar el rol de conservarlos, haciendo uso razonable de aquellos productos usados desde tiempos remotos, así como en las zonas rurales y urbanas. Sigue siendo considerado un recurso natural renovable tan útil como en aquellos tiempos, con la diferencia que ahora se le va dando más importancia económica y más usos.

Los usos de los productos del algarrobo pueden considerarse en diferentes formas. Están en primer lugar los productos maderables, como leña principalmente, siendo el más común para cocinar los alimentos. Se ha utilizado como combustible en las zonas rurales, de preferencia en los hogares más humildes.<sup>49</sup> Según el Proyecto Algarrobo (1992) en el área de Lambayeque se calcularon más de 200 000 m<sup>3</sup> de leña usada para cocinar en áreas rurales, lo que equivale a casi un millón de cargas al año<sup>50</sup> (Díaz, 1995).

Otro uso que se le otorga a la leña es el carbón de algarrobo, cuyo proceso se da por la tala de los árboles, tanto con parte de las raíces como parte del tronco.<sup>51</sup> Las ciudades que mayor consumo presentan son Lima, Trujillo, Chimbote y Chiclayo, siendo la primera la que consume mucho más en pollerías, restaurantes, uso doméstico, además de industrias relacionadas con la siderúrgica (Díaz, 1995).

A pesar de que la madera, probablemente, es el producto más comercializado y que beneficia más que todo a las grandes ciudades, a nivel local los usos que más se consideran importantes son de los frutos de algarrobo. Esto se relaciona a que la mayor cantidad de personas encuestadas hayan respondido que el uso más común del algarrobo es doméstico, el cual se impone ante el uso comercial. Las vainas de algarrobo, antes utilizadas en forma integral para la alimentación animal, vienen siendo evaluadas para una mejor utilización en la alimentación humana y para el forraje de animales, con la tendencia hacia la industrialización de la zona nor costera peruana, y va adquiriendo sumo interés en el estudio del potencial nutritivo y de los subproductos derivados de la algarroba (Díaz, 1995).

Como uso doméstico se refiere en gran parte a alimento humano, lo cual se ha dado desde tiempos antiguos, donde los indios comían frutos de algarrobo y cuando los españoles llegaron al continente. El uso más común en el Perú de las vainas de algarrobo es como algarrobina, la cual se vende en botellas y es la base para preparar cocteles. También se usa durante las comidas y como fortificante, e igualmente es apreciado como afrodisiaco y estomacal (Díaz, 1995).

El algarrobo ha sido siempre una de las especies más útiles para la humanidad, no solo por su madera o como combustible, sino también por sus frutos de gran valor nutritivo. El fruto del algarrobo se divide en tres partes: pulpa (56% del fruto y 60% de azúcares, dentro de los cuales 96% es sacarosa), semilla y endocarpio. Su sabor dulce es la característica que le da su potencial dentro del ámbito industrial por el contenido de azúcares y proteína en sus alimentos derivados (Grados et al., 2000). Se obtiene un jarabe o miel de algarroba, usado en jugos, pastas, productos lácteos y licores. Mediante fermentación y destilación se obtiene alcohol absoluto y refrescos como “añapa” y “aloja”, mientras que extractos en polvo de la algarrobina pre concentrado son para café o cacao (Díaz, 1995).

<sup>49</sup> Donde emplean la leña que denominan “charín” o de tercera calidad y “chara” de segunda, son ramas, ramillas, productos de podas, de árboles viejos o muertos, pero también usan la madera del fuste.

<sup>50</sup> Las ladrilleras de Motupe, Mórrope, Jayanca, Paco, Íllimo, Túcume, Mochumí, Lambayeque, han usado más de 1’300,000 cargas, igual a un volumen de 296,200m<sup>3</sup> aproximadamente de leña para un total de 187 hornos. Las panaderías de la misma subregión han utilizado 150,453 cargas, lo que equivale a 33,195.5 m<sup>3</sup>.

<sup>51</sup> Esta labor la realizan con hachas y luego se procede a cortar en tozas con las que sé que se hace la “huairona”. Luego se cubren con hojas secas y tierra. Y a todo este proceso se le denomina el “horno”, donde se realiza la quema que dura de unos 18 a 22 días transformando la leña en carbón.

Fig. N°54: Producción de algarrobina por parte de una familia campesina



El algarrobo no solo tiene un uso como alimento humano, sino también como alimento para animales domésticos, y que incluso se considera como el mayor valor que se le da a los frutos. Estos son usados como forraje desde hace siglos en Perú, donde a lo largo de la costa el uso de algarroba como concentrado está generalizado. El ganado vacuno se alimenta con forraje de vainas de algarrobo y come frutos inmaduros y maduros antes que caiga al suelo o las coman de este.<sup>52</sup> Algo particular es la producción de frutos en épocas de sequía, cuando la disponibilidad de otros alimentos llega a su estado crítico. Cuando el ganado equino se alimenta de algarroba, su pelaje adquiere un brillo excelente, incluso en ciertos lugares de Lambayeque, la algarroba ha sido la base de la cría de caprinos. Por el alto contenido en hidratos de carbono era apropiado para el alimento de cerdos en ceba, lo que permitía un mayor depósito de grasa<sup>53</sup> (Díaz, 1995).

Otro producto derivado de la algarroba es el alcohol de algarroba. En el Perú, según el proceso de fermentación del extracto azucarado del fruto del algarrobo, se obtiene el alcohol etílico. Los usos son variados, ya sea como licores y bebidas, perfumería, farmacología, solvente, agente extractivo, anticongelante y combustible, basado principalmente en sus características de líquido claro, incoloro, volátil, aromático, sabor ardiente, soluble en agua y otros alcoholes y líquidos orgánicos, su combustión da una llama azul caliente y poco luminosa (Díaz, 1997).

Un producto más elaborado a partir del algarrobo, utilizando en esta ocasión las semillas de *Prosopis*, son las gomas y taninos. Si se encontrara una utilización apropiada para la goma en las industrias se mejoraría mucho más el valor económico del algarrobo. Por otra parte, los taninos son sustancias utilizadas para teñir telas. La madera de algarrobo es rica en taninos y se usa en curtiduría al igual que la corteza, el aserrín y los frutos; sus raíces, por otra parte se usan en tintorería para teñir color marrón lana o algodón (Díaz, 1997).

En las encuestas se determinó como opción otros usos, siendo el uso particular como elemento de confort y estética, y coincidentemente esta respuesta fue dada por un grupo de trabajadores del Museo Sicán.<sup>54</sup> Para ellos, el algarrobo no solo proporciona sombra ante el caluroso clima, sino también embellecimiento de la zona cultural, que difiere mucho de otros lugares de la misma índole. A partir de esta respuesta se pudo elaborar una utilidad según el verdor, la frescura y la belleza del paisaje del bosque de algarrobo, además

<sup>52</sup> Las vainas de algarroba son de un alto poder nutritivo para caprinos, ovinos, bovinos, equinos y otros animales domésticos, sustituyendo al maíz y al trigo.

<sup>53</sup> La algarroba puede, entonces, usarse en niveles de 10 a 15% de raciones, como la mejor alternativa para el engorde y acabado de cerdos. En el caso de aves, como los pollos recién nacidos es recomendable solo usar hasta el 10% de algarroba, por su contenido en fibra alta.

<sup>54</sup> Uno de ellos era jardinero y quien hizo un pequeño tour dentro del jardín que rodea al museo, encontrando algarrobos como especie representativa del lugar.

de la cantidad de oxígeno que producen en toda su zona de influencia, la cual es incalculable e invaluable. Respecto a su valor de confort, los algarrobos forman una especie de techado vegetal que entrega sombra en los veranos más intensos, y por las condiciones climáticas extremas, esto aporta al bienestar animal que se refugia bajos estos árboles (Sammartino, 2011).

Los algarrobos detienen el avance de las dunas, impidiendo el movimiento de la arena con su fuerte sistema radicular y su densa copa. Esto permite una amplia sombra que sirve para el ganado, y es tan considerable este uso que se estima que el ganado que no encuentra sombra tiene un rendimiento menor de carne, acentuado en lugares áridos. El bosque de algarrobo crea condiciones más favorables a la vida, reduce las temperaturas extremas del suelo, en su copa aumenta la humedad, disminuye el movimiento del viento, razones por las cuales en muchos lugares se respeta y no se tala a los árboles que bordeen las casas, ofreciendo sombra y protección. Los bosques de algarrobo, otorgan así, una vida rica y variada en fauna, que encuentra albergue y alimento en ellos. En las ciudades nor costeras es frecuente ver crecer al *P. juliflora* y *P. pallida* en parques, plazas y avenidas, donde crean un ambiente fresco y agradable al poblador ciudadano. También es común ver crecer algarrobos en el interior de viviendas, en algunos casos de forma natural por las época de lluvias y en otros han sido sembradas en campañas de forestación (Díaz, 1995).

Un último uso, y que no ha sido muy mencionado en las encuestas, fue el medicinal. En la medicina popular la savia de los tallos de los “algarrobos” es utilizada para curar llagas de la boca. La corteza es triturada hasta convertirse en harina y sirve para curar mordeduras de serpientes y picaduras de escorpiones. Además, también es usada para dolores de estómago y diarreas. Por su parte, las hojas de algarrobo contienen vinalina, que es usado como antimicrobiano. También está la harina de algarroba, empleado como producto antidiarreico por el alto porcentaje de azúcares, que son tolerados en una dieta infantil para lactantes y prematuros; además, es fácil por el olor y sabor agradable de la algarroba. Por otro lado, los cataplasmas del jugo de algarroba, la pimienta y clavo de olor sirven para dolor de muelas, mientras que los frutos cocidos también son utilizados como astringentes en las diarreas, mientras que sus semillas son muy nutritivas (Díaz, 1995).

Más allá de los usos ya mencionados, el algarrobo tiene otras cualidades que lo hacen una especie muy valorada y apreciada. En primer lugar, al ser una leguminosa, fija nitrógeno en el suelo; su bajo requerimiento de agua hace que puedan recuperarse las tierras áridas o en estado de deterioro por procesos de erosión; mejora las condiciones de los suelos reduciendo su acidez y salinidad. Finalmente, esta especie rinde para los sistemas agrosilvopastoriles, ya que al adaptarse o soportar condiciones agroclimáticas desfavorables reduce el riesgo de falta de forraje en años con mucha sequía (Luchini, s.f.).

### ***Importancia del algarrobo en diferentes ámbitos y contextos***

En primer lugar, los bosques secos de algarrobo pueden ofrecer diversos servicios ambientales como regulación del clima, mantenimiento del suelo fértil, prevención de la erosión, entre otros, y al ser valorizadas económicamente aportan hasta más de 70 millones de dólares anualmente (caso de los bosques secos de Piura). Ante esto, se está incentivando los proyectos REDD en ecosistemas secos tanto en Piura como en Lambayeque (Grupo Agronegocios, 2013).

La madera del algarrobo es el producto con mayor demanda en muchas zonas; sin embargo, la población de ciertos distritos concuerda en que hoy en día los frutos tienen un valor igual de importante para la comercialización y consumo. En la encuesta la gran parte de la población sostuvo que son los frutos lo que

más se extrae de los árboles del algarrobo, para usos domésticos, comerciales y medicinales. Además, es importante conocer qué propuestas pueden implementarse para darles una mayor valorización, tanto alimenticia como económica, y qué proyectos se están realizando en otras zonas para su conservación y utilización que puedan encajar en un lugar como Lambayeque.

Un estudio sobre el algarrobo chileno para alimentación humana o animal (Aedo, 2007) menciona que esta especie es especialmente adecuada para la reforestación en zonas áridas y semiáridas con escasas precipitaciones y suelos fuertemente salinos, además de que su cultivo se recomienda para detener el avance de la desertificación y erosión de suelos. Por tanto, Lambayeque es un escenario ideal para planes ambiciosos de reforestación, de hasta 100 000 hectáreas, lo cual se ha realizado en los bosques de Chile y Piura, en zonas con superficies similares a los bosques secos de Lambayeque. Es así que al tener la intención de demostrar, desde ya hace tiempo, que el valor del algarrobo debe medirse más por sus frutos que por la leña producto de la tala, se proponen y emprenden trabajos de recuperación a partir de estudios con el fin de encontrar aplicaciones industriales a la algarroba, y que en la actualidad ya se han logrado en los casos de harina de algarroba, y a nivel nacional la algarrobina. De esta forma, se propone en el futuro la factibilidad de establecer plantas pilotos para procesar el fruto derivado del algarrobo, así como se está haciendo en Chile (Aedo, 2007).

En referencia a Piura, cabe decir que en el año 2013 se valorizaron los servicios ambientales de sus bosques secos en 73 millones de soles y, según los especialistas, se orienta esta inversión en el bosque seco piurano para mitigar y adaptarse al cambio climático, reducir el cambio de la tierra, establecer áreas protegidas y restaurar áreas degradadas. Se presenta entonces, como inicio el proyecto “Fortalecimiento de capacidades en proyectos REDD (Reducción de Deforestación y Degradación) en ecosistema bosque seco”, tanto en Piura como en Lambayeque (Grupo Agronegocios, 2013).

Otra propuesta para conservar el algarrobo y sus productos es a partir del proyecto de cultivo de algarrobo realizado en el Chaco Árido argentino por el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), que opta por la instalación de un vivero propio de algarrobos. Para esto es necesario que las condiciones de hábitat sean las adecuadas para la especie, teniendo en cuenta varios aspectos como la ubicación del terreno, el drenaje, el acceso y la provisión de agua en buena cantidad y calidad, y sobre todo la época en que se realizará, siendo los meses más favorables febrero y marzo donde hay mayor ocurrencia de lluvias (Córdoba et al., s.f.). Sin embargo, este tipo de propuestas necesitan una inversión considerable e interés en las familias locales para concordar en un espacio adecuado dentro de áreas no protegidas y que son parte de sus tierras privadas, para utilizar los recursos para diferentes productos entre varias familias.

En Lambayeque hay varias zonas que pueden ser adecuadas para la instalación de viveros como proyectos locales y regionales, y en todo caso sería un tema de conversación con las familias propietarias de estas tierras para conocer su opinión y predisposición a aportar en plantaciones de algarrobo, mantenimiento y cuidado continuo. Por otra parte, en Tumbes se han elaborado proyectos de diseño y construcción de algarroberas con el fin de concientizar a la población para almacenar algo que contribuye al fortalecimiento de la economía familiar, y se logró con el apoyo y participación de la población local, sensibilizándola acerca de la importancia de este recurso. Este tipo de iniciativas fortalecen los sistemas productivos de las familias del bosque seco y que conlleva a un aprendizaje de todos los actores involucrados para conseguir objetivos como conservar los productos de algarrobo por un tiempo determinado en las algarroberas y permitir una producción constante en los diferentes sistemas productivos sin alteraciones por sequías o lluvias torrenciales (Ruiz, 2003). Además, este tipo de trabajos comunales impulsa a diferentes vías de



comercialización ofreciendo los productos a diversos mercados, y en el caso particular de Lambayeque, a las ciudades importantes vecinas.

En la costa norte, como en Piura y Lambayeque, se ha considerado a la algarroba, desde hace ya casi veinte años, el producto no maderable más importante del algarrobo. Comercialmente, la algarroba tiene un mercado tradicional como alimento natural para diversos tipos de ganado y, por otra parte, para la alimentación familiar y para su transformación e industrialización. Estas formas de utilización han sido las más comunes, por lo que representa para las familias un producto fácilmente comercializable y convertible en recursos monetarios. El algarrobo se convierte en un recurso productivo de mucha importancia no solo para la economía familiar sino también para la economía regional (Asencio, 1997).

La comercialización de la algarroba se caracteriza porque en el proceso intervienen diferentes agentes, los cuales cumplen diversas funciones de tal forma que por los efectos del mercado se llega a un equilibrio entre la oferta y la demanda. Se han reconocido en el tiempo dos tipos de sistemas de comercialización de la algarroba en zonas costeras: sistema de comercialización directa, del productor al consumidor; y un sistema de comercialización indirecta, que se caracteriza porque el producto pasa por diferentes agentes conocidos como intermediarios (acopiadores locales, mayoristas, minoristas, comisionistas, transportistas) hasta llegar al destinatario. Además, se destacan los mercados potenciales de la algarroba, entre los que se encuentran los mercados a las grandes ciudades como Lima, Trujillo, Chiclayo, Tumbes, Piura, Cajamarca y Arequipa (Asencio, 1997), los cuales, según la población local, hasta hoy se mantienen como los más comunes. La algarroba tiene también grandes potencialidades industriales, debido a su amplio contenido de elementos en su composición química, lo cual lo está abriendo cada vez más al mercado por los distintos productos que derivan de este y su demanda actual (Asencio, 1997).

**Tabla N°33: Productos derivados de la algarroba producidos a nivel investigativo y comercial**

Producto	Características	Posibilidades	Institución productora o investigadora
<b>Café de algarroba</b>	Sucedáneo de café. Se obtiene de tostar los frutos "vainas" y molerlos cuando alcanza un color marrón.	Se vende en varios supermercados. Falta difusión de su uso. No se tiene estándar de calidad.	CEPESER Univ. De Piura Proy. Algarrobo Product. De Locuto Otros
<b>Polvo soluble instantáneo</b>	Puede usarse en la elaboración de refrescos o como saborizantes de la leche. Se obtiene tostado ligeramente los frutos de algarroba.	Se vende en varios supermercados. Falta difusión de su uso. No se tiene estándar de calidad.	CEPESER Univ. De Piura Product. Locuto
<b>Algarrobina</b>	Se utiliza como saborizante Extracto azucarado que se obtiene como producto de la concentración de los azúcares por cocción.	Su venta en supermercados y tiendas con diferentes marcas y presentaciones. No tiene estándar de calidad	Proyecto Algarrobo Producto de Locuto Diversos productores artesanales
<b>Otros productos</b>		En investigación y experimentación	Univ. De Piura Univ. Nac. De Piura.

Fuente: Asencio, 1997

Se han llevado a cabo estudios respecto a la rentabilidad de la algarroba en la costa norte, ya que es fundamental conocer la rentabilidad de este producto frente a otras posibilidades de uso que ofrece el bosque seco de algarrobo, como la rentabilidad de leña y carbón. Para los años 90, la algarroba logró un mercado a nivel regional y nacional, lo que llevó a las familias de esas zonas a dedicarse más a su venta para obtener nuevos ingresos, los cuales llegaron a superar 1 500 soles por familia, que resultó ser bastante significativo y representó incluso un tercio de sus ingresos. Para mantener esta constante para la actualidad se debe recurrir a mejorar el manejo de los bosques para su conservación (Asencio, 1997), y evitar el desgaste de los recursos.

**Tabla N°34: Ingresos familiares por venta de algarroba en el asentamiento “El Algarrobo El Papayo”, Piura**

Ingresos por año (S/.)	Porcentaje (%)	Acumulativo (%)
0	5,0	5,0
<500	35,0	40,0
501 a 1000	20,0	60,0
1001 a 1500	25,0	85,0
<1501	15,0	100,0
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Asencio, 1997

Las tablas N°32 y N°33 ejemplifican el caso del asentamiento silvo – pecuario “El Algarrobo El Papayo” en Piura, respecto a las ganancias obtenidas por producción de algarroba. Como se observa, el 95% de productores obtuvo ingresos importantes, llegando hasta 1 500 soles. La leña y el carbón, los productos obtenidos a partir de las actividades depredadoras, muestran otra situación con respecto a los ingresos obtenidos por las familias locales. Entonces, al medir la rentabilidad de las diferentes opciones productivas de los bosques de algarrobo, la producción de algarroba es la actividad que mayor rentabilidad por períodos otorga, frente a las otras dos actividades depredantes. Además permite la realización de otras actividades productivas por períodos de tiempo mucho más amplios en función de la dinámica natural de los recursos del bosque y, si por el lado contrario, se opta por la leña o carbón, se destruye al bosque y afecta a otras especies de flora y fauna silvestre y su valor económico (Asencio, 1997).

**Tabla N°35: Rentabilidad proyectada de tres opciones productivas de una ha de bosque de algarrobos en dos períodos en el asentamiento “El Algarrobo El Papayo”, Piura**

Período de producción	Rentabilidad de producción de algarroba	Rentabilidad producción algarroba + leña	Rentabilidad de producción de algarroba + carbón
5-15 años	124,00	57,80	53,00
5-30 años	147,40	68,90	60,20

Fuente: Asencio, 1997

El algarrobo, como recurso natural, es el depósito económico central para el poblador del bosque seco, ya sea como madera, leña o carbón, para construcción, sombra, refugio, para dar vainas como alimento a animales o como recurso de elaboración de distintos productos a partir de su fruta. Sin embargo, en la

mayoría de zonas del norte, incluyendo Lambayeque, se prioriza el uso del algarrobo como leña y carbón (MINAGRI, 2013).

Hoy en día ya existen empresas formadas por los pobladores de los bosques secos dedicadas a la preparación y venta de los derivados de la fruta en la región de Piura. Al igual que en esta región, en Lambayeque también se puede optar por tomarse medidas de adaptación al cambio climático a partir de acciones y estrategias similares a las de Piura, como formación de brigadas de vigilancia para evitar la tala de algarrobo, concientización hacia la conservación del algarrobo, comprendiendo que es clave en el aspecto socioeconómico, en la estabilidad y progreso de la familia rural. Además, se puede proponer la introducción de nuevas especies de algarrobo que se adapten al clima actual, control biológico a partir de nuevas tecnologías y proyectos de reforestación. Para tales medidas también deben evaluarse el tiempo y los costos.

### ***Relación del bosque seco y la fauna***

Los resultados de las encuestas mostraron la importancia que significa la fauna para la población local, percibiendo por tanto un sentido de protección y conservación de su riqueza biológica. Un caso específico de la relación de la fauna con el bosque es la presencia de las abejas, las cuales dependen del algarrobo para la polinización, y esto se ve principalmente desde el enfoque económico, ya que la apicultura resulta ser una de las actividades económicas mayormente realizadas en la región. A parte del impacto económico que genera la actividad apícola por la creciente demanda de la miel, se produce adicionalmente un impacto ambiental, ya que el incremento de colmenares en el bosque seco puede interpretarse como una mejor ocupación espacial y, por tanto, una explotación racional de los recursos forestales. Hoy en día, se cuentan con más de 1 000 productores en la zona norte de la costa que contribuyen a defender el bosque seco como espacio de actividades apícola para el sustento familiar, lo cual convierte a la apicultura en una opción para el manejo del bosque a partir de actividades no maderables ni depredadoras, a partir de la crianza de abejas y su relación con los árboles de algarrobo, y esto como beneficio para las familias campesinas (Carbajal, 2004).

Otra relación estrecha que se puede hallar en los bosques es la presencia de diversas especies de aves, las cuales la mayoría dependen en gran parte de los bosques, y también de los árboles de algarrobo. En el caso del bosque de Pómac, el cual representa hoy en día la extensión continua de algarrobal más grande del Perú, forma parte de una zona que contiene 55 especies endémicas, una de las más ricas en endemismos pero también de las que están bajo mayor amenaza del planeta por la presión de los recursos naturales debido a la expansión humana. A la fecha se han registrado 106 especies de aves en el bosque de Pómac, de las cuales 17 son endémicas, y son parte de la variedad de especies de la Región de Endemismo Tumbesina (Silva & Cornejo, 2013).

A partir de las observaciones hechas en el lugar de estudio, se pudieron ver que para ciertas especies los árboles de algarrobo representan un hábitat o zona de reproducción, de descanso o reposo, siendo algunas de estas especies la lechuza peruana, el pájaro carpintero de dorso escarlata y la cortarrama peruana. En el caso de la lechuza peruana, esta especie se le encuentra por lo general en el bosque seco denso y semi denso, sin embargo es observada muy poco debido a sus hábitos nocturnos. El pájaro carpintero de dorso escarlata, al cual se le suele ver trepando troncos apoyado en su cola, es una especie abundante en el bosque de Pómac, sobre todo en zonas de bosque seco denso, semi denso, ralo y matorral. En el caso de

la cortarrama peruana (*Phytotoma raimondi*), esta también es una especie muy común en el bosque de Pómac, encontrándose en el bosque seco denso y semi denso, siendo posible observarlos en los alrededores de los algarrobos (Silva & Cornejo, 2013).

Las aves dependen mucho de estos bosques, que son para ellas refugios y a la vez fuentes de vida y desarrollo. Sin embargo, con la fragmentación del hábitat, consecuencia de la constante actividad destructiva del hombre, algunas especies pueden desaparecer, ya sea porque se han desplazado a otros territorios en busca de condiciones más favorables de vida, alimento o refugio, así como especies no registradas como parte de la biodiversidad de Pómac migran hacia este bosque provenientes de otras zonas, como son el Refugio de Vida Silvestre de Laquipampa, o ecosistemas áridos de Olmos.

Un último ejemplo se da con en el caso del zorro costero, el cual no solo es parte de la biodiversidad de Lambayeque, y específicamente de los bosques secos de algarrobo, y que además depende de estos ecosistemas para su subsistencia, sino que esta especie aporta al bosque por su papel ecológico, pues es reconocido como uno de los animales que dispersa las semillas de algarrobo y otros árboles, contribuyendo a la reforestación natural del bosque seco. El zorro costero, conocido también como el zorro de Sechura presenta una dieta omnívora y oportunista, con un alto consumo de frutos, y en el caso particular del SHBP, los frutos de algarrobo son el componente principal de su dieta. Por tanto, el zorro de Sechura influye en el porcentaje de germinación de las semillas de algarrobo al liberarlas del resto del fruto, siendo esta especie la que eleva el porcentaje de germinación de las semillas de algarrobo al disminuir el tiempo de exposición de estas a los depredadores, por lo que el tiempo necesario para la germinación de las semillas de algarrobo disminuye tras su paso por el tracto digestivo (Cossíos, 2005).

Todas las especies de semillas que se encuentran en las heces del zorro costero han presentado alto porcentaje de germinación, es decir semillas no estropeadas. Por tanto, se comprueba de cierta forma que la especie del zorro de Sechura tiene la capacidad de depositar las semillas dispersadas en lugares idóneos para la germinación, siendo entonces un dispersor eficiente para el algarrobo. Se muestra la importancia del zorro costero como dispersor primario de semillas en el bosque seco del norte peruano, debiendo ser su presencia y las de otras especies de dispersores primarios consideradas en los programas de conservación y manejo de dichos bosques (Cossíos, 2005).

Los resultados que conciernen la relación del bosque seco, el algarrobo y la fauna presente pueden compararse con el estudio realizado en Ica con respecto al huarango, ya que en este caso se muestran pérdida de aves, insectos como el escarabajo y distintas especies de murciélagos. Gran variedad de especies de aves dependen de los bosques como hábitats, zonas de reproducción, descanso o refugio y, por tanto, la fragmentación del hábitat puede generar su desaparición, ya sea por extinción o migración.

No solo los animales necesitan de la vegetación, sino también las plantas necesitan de los animales. Estos desempeñan un papel vital para las plantas, como son los procesos de polinización, en el caso de las aves e insectos, y dispersión de semillas, como es el caso del rol del zorro costero, además del control biológico, ya que muchas aves se alimentan de insectos que pueden convertirse en plagas, mientras que los árboles proveen hábitat que estos animales necesitan. Por tanto, la intervención del hombre influye negativamente en los animales, ya que al actuar en un escenario natural donde las funciones para mantener el ecosistema son netamente naturales, crea la tendencia de obligar a las especies animales nativas a migrar, como por ejemplo, podría darse en el uso excesivo de pesticidas para exterminar insectos o la quema intensiva de vegetación, lo cual impide que haya una autorregulación ecológica. Es importante, entonces, incluir dentro



de los proyectos de conservación a la fauna de los bosques, porque mientras más completa y amplia es la biodiversidad, habrá mucha mayor estabilidad en el ecosistema.

Al relacionar la fauna y la flora, cabe destacar un término de importancia: la **fragmentación del hábitat**. La vegetación proporciona una red en donde los organismos se pueden mover para encontrar alimento, agua y nichos para procrear. A la vez que hacen esto, dispersan semillas de plantas, polinizan flores y se comen los unos a los otros, conservando así el equilibrio en la naturaleza y manteniendo al ecosistema saludable y eficiente. Por tanto, si la vegetación se va degradando y fragmentando, se crean áreas como “islas” de hábitats, y mientras más aislados son los fragmentos, más especies se pierden. Se crea un mayor estrés en las plantas y finalmente mueren. A partir de corredores entre los hábitats se puede evitar este proceso (Whaley, 2010).

### ***Evaluando el comportamiento del bosque***

Respecto a las amenazas a los bosques, según la población local, la más impactante es la deforestación, por lo que será un tema que se analizará con mayor profundidad más adelante. En cuanto a otras amenazas presentes en los bosques secos de Lambayeque están, por ejemplo, los incendios. Estos pueden ocasionar una pérdida drástica de la biodiversidad y de sus servicios ambientales.<sup>55</sup> Las causas que los generan son netamente antrópicos, mediante la carbonización ilegal, la quema de poña por parte de los apicultores durante las capturas, la mala utilización del fuego por parte de los visitantes; y en las épocas posteriores a El Niño se incrementa los riesgos de incendios (SERNANP, 2011).

A nivel global el pronóstico sobre los incendios forestales, estos son más frecuentes y su magnitud de daño se incrementa por consecuencia del ENSO, además del calentamiento global y “*por la política de supresión del fuego en los ecosistemas adaptados y sensibles a este, que muchas veces ha llevado a modificar la carga de combustibles forestales y la composición de especies en los bosques, lo cual hoy en día fomenta incendios con mayor intensidad*” (Bingham & Nájera, 2006). En los bosques secos de la costa norte la concentración y acumulación de malezas, ramas muertas y secas como productos del post – Niño generan grandes incendios que afectan los recursos naturales del lugar. Por otro lado, en ecosistemas semiáridos donde hay lluvias extraordinarias durante eventos del ENSO se producen combustibles finos y ligeros de pastos (paja) con una altura de hasta 1,5 metros. Los incendios forestales, por ende, se han presentado como resultado de este fenómeno en los últimos años, lo cual se representa en la siguiente tabla:

**Tabla N°36: Áreas afectadas por incendios forestales en la costa norte del Perú**

Departamento/Año	1998	1999	2000
Piura	97,960 ha	8,000 ha	10 ha
Lambayeque	23,720 ha	8,020 ha	
Tumbes	41 ha		

Fuente: Bravo, 2001<sup>56</sup>

Según el cuadro anterior se puede deducir que el más afectado por la presencia de incendios ha sido Piura; sin embargo, Lambayeque no se aleja mucho de esta realidad, sobre todo en el año 1998, que fue un año

<sup>55</sup> En el SHBP se registraron 15 incendios en áreas de 0,5 a 2 ha entre los años 1998 a 2007.

<sup>56</sup> Prevención, manejo de incendios forestales e impactos ambientales en la cuenca baja y mediana del río Piura [[http://www.itto.int/es/technical\\_report/?pageID=2](http://www.itto.int/es/technical_report/?pageID=2)]

con eventos de ENSO, donde se ve claramente que Piura y Lambayeque sufrieron las mayores consecuencias con miles de hectáreas quemadas. Para el año 1999 esta situación se reduce notablemente y ya para el año 2000 es casi desapercibido o nula. Sin embargo, estos son los incendios que ocurren por efecto de fenómenos climatológicos, mas no se tienen en cuenta los que ocurren por presión antrópica. Por tanto, existe una preocupación, no solo en la costa norte, sino también a nivel nacional de lo que estos incendios pueden llegar a destruir. Por ejemplo, se conoce que para el 2008, hubo en Lambayeque ocho incendios por prender huayronas<sup>57</sup>, acondicionados por pobladores de los bosques secos de Olmos, Motupe, Salas, Jayanca y Chóchope, y como resultado se han perdido unas 2 000 ha (La Primera, 2008).

Una de las razones por las cuales se puede concluir que los impactos ambientales y socioeconómicos son lo bastante negativos para crear planes de prevención, detección y combate de los incendios sin control, así como el manejo del fuego en los bosques secos, es la especie arbórea más importante económica y ecológicamente en esta área: el algarrobo. Es evidente que esta especie es bastante sensible a los incendios intensos, en parte por ciertas características ecológicas que posee, pero además por la deforestación de árboles quemados pero que aún están vivos, y que pueden recuperarse del efecto del fuego, lo cual termina provocando una reducción mucho mayor en su abundancia.<sup>58</sup> Es claro, también, que el fuego en los bosques de algarrobo aporta a la invasión de especies arbustivas. Otros efectos ambientales son el empobrecimiento de la flora y reducción en poblaciones de especies representativas (Bingham & Nájera, 2006). En diferente medida puede considerarse el factor del clímax del fuego, pues al formar este parte de la dinámica forestal, es utilizado por el ser humano para la regulación del ecosistema, buscando de alguna forma controlar los bosques por *“un sistema de incendios en donde, si bien se produce menos cantidad de madera en relacion a las prácticas de tala, proporcionan una cobertura más fuerte, la madera es de mejor calidad y se conservan ciertas especies de aves”* (Cooper citado por Odum, 1969).

Los incendios forestales han sido explicados y estudiados, no solo a partir de fuentes bibliográficas importantes, sino también con la ayuda de imágenes satelitales y herramientas de teledetección, con lo cual se llegó a la conclusión que es una causa secundaria de la desaparición de los bosques y sus especies arbóreas más importantes. Estos incendios se generan, en primer lugar, por una carbonización ilegal, además de que hay una inadecuada utilización del fuego por parte de los invasores y visitantes. Es por esto que se requiere implementar y manejar ciertas medidas o planificar estrategias que aporten a la disminución de estos daños, como por ejemplo un sistema de prevención de incendios a nivel regional, que involucre toda zona que contenga bosques, así sean áreas mínimas, además de contar con un sistema especializado, con un personal adecuado que pueda hacer frente a este problema, ya sean guardaparques oficiales o voluntarios, y un equipamiento necesario ante las evidentes catástrofes que pueden darse, y sobre todo evitar la pérdida de biodiversidad ante este tipo de suceso.

Como amenaza a escala macro, durante las últimas tres décadas, el Perú se ha visto sometido a severos impactos generados por eventos extremos de El Niño. Es en este período donde han ocurrido dos mega El Niño con extrema intensidad y que han afectado zonas del norte costero: el de 1982 – 1983, como cuando se hizo notable el hecho de que los árboles habían perdido sus hojas, flores y frutos a excepción de los que se encontraban en la zona inundada en Lambayeque (Ferreya, 1993), y el de 1997 – 1998.

---

<sup>57</sup> Hornos utilizados para quemar troncos y convertirlos en carbón.

<sup>58</sup> Además, la sensibilidad del algarrobo al fuego está comprobado por un estudio realizado en Australia, donde *Prosopis pallida* ha sido introducido y es considerada una especie invasora.

En la posición contraria de las intensas lluvias, que bien pueden generar consecuencias pero también beneficios a partir de una gestión adecuada, están las sequías.<sup>59</sup> Si bien por ahora las sequías no han presentado un evento muy perjudicial, por lo menos para el bosque del santuario – ya que el algarrobo aún se mantiene como la vegetación predominante – este evento, que ya lleva un tiempo considerable, aún podría generar ciertas dificultades para la ecología y espacios naturales, así como lo hace hoy en día con las actividades agrarias. Según los pobladores de Olmos, las sequías son la causa principal de que haya menor crecimiento forestal en sus bosques secos.

En Lambayeque, los ecosistemas naturales están acrecentando su sensibilidad a la ocurrencia de sequías, al cambio en el uso de la tierra por la deforestación, ampliación de frontera agrícola y fragmentación del hábitat, entre otros efectos como la variación de la distribución y composición de los bosques, el aumento de la vulnerabilidad ante incendios y variación fisiológica de las plantas (Otivo, 2010). Es así como se manifiesta una vulnerabilidad evidente ante la escasez de lluvias, y los factores que la intensifican son la pobreza extrema, la migración y establecimiento de poblaciones en los espacios naturales, la ampliación de la frontera agrícola en zonas inadecuadas, la educación ambiental deficiente, la erosión eólica e hídrica, el incremento de la población sin planificación alguna, carencia de zonificación ecológica económica, incumplimiento de la normatividad ambiental vigente, el manejo inadecuado del suelo, la sobreexplotación de recursos naturales, la disminución de especies nativas, la caza y comercialización ilegal de especies, la contaminación del agua y el suelo y el aumento de las plagas. Es por esto, que para esta zona, PROCLIM recomendó en el 2004 que se aprovechara la regeneración de los bosques secos por efectos del ENSO, generando actividades productivas sostenibles basados en productos naturales, desarrollando además medidas de protección contra incendios forestales y capacitando a los comuneros de los bosques secos (Fundación M.J Bustamante de la Fuente, 2010).

Finalmente, en el trabajo de campo se pudo obtener una percepción ante los cambios que se están dando, particularmente en los ecosistemas y biodiversidad local por parte de la población. En ellos está presente una gran preocupación por el deterioro de los recursos naturales, por la deforestación de los bosques, la extinción de la flora, erosión de los suelos, pérdida de especies botánicas y de cultivos nativos, así como de especies de fauna silvestre y sus variedades. Esta preocupación se une a la percepción en relación al clima como causante en los cambios de la biodiversidad de los ecosistemas, que si bien no es tan fuerte como el tema de la deforestación o tala ilegal de los bosques, sí se siente una manifestación local por este tema en particular.

En el año 2012 se identificaron muchas consecuencias que podrían tener los eventos de El Niño en esa época, los cuales durarían hasta el 2013. Se explicó que su ocurrencia podría afectar los tesoros culturales del SHBP, siendo considerada una de las zonas más amenazadas (CARETAS, 2012). Como contraste a esta información sobre los eventos de El Niño y sus efectos en la zona cultural de Pómac, para Lambayeque y sus riquezas naturales, este fenómeno es aprovechado para reforestar los bosques secos. Esto se dio entre los años 2009 y 2010, como parte del “Plan Nacional de Contingencia y Adaptación del Sector Agrario” frente al ENSO de dichos años, creado por el Ministerio de Agricultura, el cual tiene por objetivo el aprovechamiento de las lluvias de dichas temporadas para la reforestación de aproximadamente 200 000 ha de bosques secos en la costa norte, incluyendo a Lambayeque.<sup>60</sup> Según el equipo técnico del

---

<sup>59</sup> En el 2014 Lambayeque se ha visto afectada por una sequía extrema. Según Hugo Pantoja, jefe del Senamhi, han sido perjudiciales para zonas como Jayanca, Motupe y Olmos (Pantoja, 2013).

<sup>60</sup> Para tal fin, se recolectaron y compraron 50 toneladas métricas de semillas de algarrobo y otras especies. La siembra de estas se dio entre noviembre del 2009 y febrero de 2010.

MINAG, el plan es aprovechar el excedente de agua para plantaciones arbóreas, tal como se hizo durante los años de 1983 y 1998.<sup>61</sup> Por tanto, esta actividad tenía como fin principal mitigar los efectos negativos del ENSO en las actividades agrarias y forestales, además de potenciar los efectos positivos de este evento climático (MINAG, 2009). Por tanto, se busca convertir los problemas que pueden generarse por parte de dicho fenómeno para levantar nuevamente uno o más bosques que son soporte físico y social, y esto solo se dará a partir de estrategias adecuadas de gestión y desarrollo.

Algunas propuestas que puede hacerse ante tales problemas están la adaptación al cambio climático para la competitividad agraria en el caso de cultivos de algarroba (MINAGRI, 2013). En la costa norte del Perú, desde los inicios del 2000 se ha podido apreciar la declinación productiva del *Prosopis pallida* y la muerte de gran número de plantas, lo cual afecta a pobladores cuyo recurso económico principal es esta especie y sus derivados. Es así que el cambio climático, principalmente por varios períodos de sequías, está alterando el paisaje de los bosques, y junto a esto la estabilidad de la biodiversidad que vive a expensas de esta especie. En contraste, se está favoreciendo al desarrollo de plagas de insectos, patógenos y otros agentes bióticos que dañan a los árboles. Por tanto, el impacto directo de esta amenaza ya no solo se dirige hacia la especie en sí, sino a las familias rurales que habitan el bosque seco, siendo entonces un impacto socioeconómico, ya que sus medios de vida dependen de estos bosques y del algarrobo (MINAGRI, 2013).

Un tema importante a analizar es el impacto del ENSO en la región de Lambayeque. Se reconoce que el ENSO significa impactos positivos para zonas naturales, teniendo entre sus ventajas para los humanos una mayor disponibilidad de madera de las especies de bosque seco, mayor disponibilidad de pastos, reforestación natural y el aumento del nivel freático y acuíferos (Rodríguez, 2009). Sin embargo, esto genera un contraste con los impactos en la población en cuanto a actividades productivas: pérdidas de cosecha, escasez de productos agrícolas, inundación de campos de cultivo y reubicación de zonas agrícolas (Rodríguez, 2009). Estos daños pueden ser realmente perjudiciales, ya que si se revisa la investigación del área de estudio, la mayoría de los distritos tienen cierto nivel de pobreza que puede intensificarse con estos eventos climáticos, y además depende principalmente de actividades agrícolas. Ante esta situación, es necesario que las autoridades junto a la población creen mecanismos tanto de protección como de aprovechamiento de los eventos del ENSO, medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, infraestructura adecuada para aprovechar el agua de las precipitaciones, sobre todo en la recarga de acuíferos, así como de protección de las zonas arqueológicas mediante la construcción de defensas ribereñas y sistemas de drenaje.

### ***La deforestación de los bosques secos: una preocupación trascendental***

Lambayeque es una región que ha sido escenario de cambios progresivos en su paisaje, situación que viene dándose hace varios años. Por ejemplo, los habitantes de Lambayeque han presenciado tala indiscriminada de algarrobos en las zonas de Olmos, donde se extrae ilegalmente el carbón para luego comercializarlo en Chiclayo con la ayuda de algunas autoridades (Velásquez, 2009). Ya en el año 2011, Lambayeque sufrió procesos de deforestación, perdiendo aproximadamente unas 20 000 ha de bosques secos, que han sido talados en los distritos de Olmos, Motupe, Salas, Jayanca, Pítipo, Íllimo y Mórrope, siendo estos los principales distritos dentro del área de influencia de los bosques protegidos. Esta situación se le ha atribuido a la gran demanda que hay de carbón de algarrobo en los restaurantes, pollerías y

---

<sup>61</sup> En esa ocasión se ha realizado a través de la dispersión natural de semillas y la diseminación dirigida por los campesinos.



hogares de los distritos limeños, lo cual impulsa a que lleguen compradores que incitan a los campesinos a la tala ilegal de esta especie con fines productivos. A partir de esto, se manifiestan soluciones probables que recaen principalmente en combatir la tala ilegal del algarrobo en la zona rural de Olmos, Motupe y Salas (Sánchez, 2011). En Lima se estima la existencia de más de 2 500 establecimientos de venta de pollo a la brasa, y los cuales consumen 800 000 sacos – de 60 kilos cada uno – de carbón, y esto demanda que se conviertan 200 000 m<sup>3</sup> de madera en carbón (García, 2014; El Comercio, 2012).

Una amenaza que no fue mencionada en las encuestas, y está fuertemente relacionada con la deforestación, son las invasiones, cuyo fin es apropiarse de terrenos que “no estén ocupados”, caso que se ve en el valle del río La Leche de forma constante. Esta amenaza ocasiona problemas ecológicos graves como son el cambio agresivo de uso de suelo, la elevada pérdida de biodiversidad y la destrucción del patrimonio arqueológico. La causa de esto son los procesos de migración desordenada en el área de influencia del santuario y otros bosques protegidos, la poca sensibilización en la población ubicada en los sectores adyacentes y la ausencia política para resolver casos de invasiones (SERNANP, 2011). Esta situación puede ejemplificarse con un estudio que realizó Ricardo Arias Salcedo, ingeniero de la universidad de Piura, quien reveló que casi el 96% del área del SHBP se encuentra en peligro por las invasiones y la tala indiscriminada, lo cual ha deteriorado casi por completo el bosque, el cual tiene un gran potencial por su tipo de suelo y calidad de agua. Ante esto, más de 1 700 ha de bosque seco ecuatorial extremadamente denso han desaparecido y se han transformado en bosques seco tipo chaparral con vegetación arbustiva. Incluso, este investigador calculó por lo menos 35 millones de soles en pérdidas de densidad arbórea. Según Arias, el bosque en su totalidad no está en peligro debido a la presencia de familias que han buscado la protección de las distintas especies y que han podido salvar unas únicas 300 ha de bosque altamente denso en la esquina noreste del SHBP, llamado Tranca Relayza, donde los algarrobos tienen más de 35 m de altura y compiten entre sí por la luz del sol (Manay, 2013). Ante esto, la investigación realizada por Arias, que se denominó “Sistema de Gestión de Recursos Culturales y Naturales en el Santuario Histórico Bosque de Pómac”, busca establecer el ordenamiento territorial de la zona y mejorar el crecimiento desordenado del bosque, siendo un tema más científico y técnico que político (Manay, 2013).

Los integrantes de la Asociación de Ganaderos del Bosque Seco de La Otra Banda, ubicado en el departamento de Lambayeque, junto a otras personas destacadas como el gerente público regional, Enrique Salazar Fernández, así como el director de la Agencia Agraria de Lambayeque, Harold Reyes Dávila, constataron el daño a los bosques secos, como el caso de La Otra Banda, que posee 822 ha, y donde muchos algarrobos han sido talados y quemados; mientras que otros muestran evidencias de haber sido cortados con motosierras. Se pide desde entonces que la situación represente la oportunidad de mejora y rescate de la flora nativa, y además incentivar a la investigación de nuevas especies en las nuevas áreas protegidas para beneficiar el equilibrio ecológico, implementando políticas para el desarrollo de programas que respalden los objetivos de reforestación (Barboza, 2013). De este problema se deriva la comercialización ilegal de productos forestales. Esta es una de las principales amenazas a nivel departamental y que constituye el ingreso sistemático de taladores árboles. A diferencia de la recolección de leña seca que la consumen los pobladores locales, la madera talada es comercializada ilegalmente como leña o carbón. (SERNANP, 2011).

Por ejemplo, para el caso del ACR Huacrupe La Calera, muchos de los voluntarios comuneros vigilan y cuidan el bosque para evitar su depredación. Además, se estima que unos 300 pobladores de este bosque ya se benefician con actividades productivas sostenibles como producción de miel de abeja orgánica,

mejoramiento genético del ganado y rehabilitación de pozos de agua. Para ello, cuenta con el Gobierno Regional de Lambayeque y la comunidad Santo Domingo de Olmos, además del Proyecto Componente Bosque Seco, que cuenta a su vez con el apoyo económico de la KFW de Alemania. Aparte de esto, la comunidad propone que se les otorgue una autorización para cumplir las normas ambientales, es decir, la definición de las zonas destinadas al aprovechamiento racional de los bosques. El gobierno regional de Lambayeque, por su parte, se muestra interesado en la investigación enfocada en el bosque seco de Lambayeque, buscando no solamente mejorar la funcionalidad de los bosques sino que también, a partir de nuevos proyectos y propuestas ecologistas, se puedan beneficiar a las localidades que también se ocupan del cuidado de sus recursos forestales (Sandoval, 2011).

Ante el problema de la deforestación extrema es importante dar una mirada en el tiempo para comprender cómo se ha incrementado este fenómeno social destructivo. Según la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (1986), 179 000 árboles eran talados anualmente para procesos de carbonización, mientras que una de sus consecuencias más drásticas, la desertificación, avanza aproximadamente 20 550 ha por año en la región. Por otra parte, según un inventario realizado por el Instituto Nacional Forestal y de Fauna (1981), para ese entonces solo quedaba el 12,7% de los bosques secos en el departamento, teniendo conocimiento de que casi toda su extensión estuvo cubierta alguna vez por bosques naturales<sup>62</sup>, es decir para 1979 los bosques secos cubrían aproximadamente 133 400 ha de la superficie de Lambayeque, mientras que, según el Proyecto Algarrobo, el ritmo de deforestación es de 7 000 ha por año (Lamadrid, s.f.).

El tema de la ilegalidad también es preocupante, como por ejemplo los transportes ilegales de toneladas de carbón vegetal de algarrobo desde Lambayeque, valorizadas en casi 30 000 soles (La Prensa, 2014). Si bien la tala indiscriminada no es algo nuevo, se está intensificando el problema del tráfico de maderas, y la evidencia está en una simple mirada al paisaje. Los fines de esta tala son para abastecimiento del mercado de leña y carbón, que termina en restaurantes parrilleros y de brasas. Otras especies afectadas son el sapote, el palo santo, el faique, hualtaco y guayacán, y en esto también contribuye la falta de vigilancia y control en los bosques y carreteras donde se transporta el material ilegal a diferentes puntos del norte nacional (Meier, 2011).

### ***Cambio en la vegetación del bosque seco: una tendencia a revertir***

Según los objetivos, no solo se busca identificar aquellas áreas con mayores alteraciones y las causas de estas, sino también proponer estrategias de conservación del bosque de algarrobo. Por tanto, a partir de lo hallado, se visualiza un escenario actual negativo, y que es un escenario tendencial, ya que a partir de una escala espacio – temporal, estos hechos negativos se vienen repitiendo. Si retomamos el marco teórico, se analizan las amenazas planteadas como las más significativas, y es a partir de este análisis que se ve la relación con estos términos, además de reafirmar o alterar la dirección de la hipótesis.

En primer lugar, la deforestación se consideró la amenaza más relevante por su condición de problema a nivel global y con efectos en el medio ambiente, la sociedad y la economía (Callieri, 1996). Anteriormente se ha corroborado la amenaza que representa la deforestación con una mayor investigación acerca de estas prácticas, la pérdida de acuerdo a períodos de tiempo y los efectos producen en el medio ambiente y

---

<sup>62</sup> Esta suposición fue confirmada por la población de Lambayeque, que comentaron las grandes extensiones de bosques secos de algarrobo en el departamento, cubriendo gran parte de su extensión, y el gran contraste con la actualidad.

población local. Sin embargo, este punto tiene una importancia mucho más profunda: los bosques secos de algarrobo están disminuyendo su extensión, y esto depende de la acción y preocupación de la población en general, no solo de los locales. Si bien gran parte de ellos son los que talan el bosque, y muchas veces de manera ilegal, esta práctica se viene realizando desde tiempos antiguos, hace casi mil años, y las razones no son por un simple deseo de degradación y fractura del bosque, sino por necesidad económica.

Si bien hay una tendencia negativa, ya que por año se talan o deforestan cierta porción de área forestal, cabe decir que entre los años 2010 al 2013 esto ha disminuido, si bien no en todas las zonas de bosque seco ecuatorial, sí en áreas donde están iniciando programas de control y tomando medidas para reducir esta preocupante situación. Por ejemplo, para el caso del santuario, en el año 2010 se registraron 10 000 hectáreas deforestadas, siendo las especies con mayor reducción el algarrobo y el sapote; mientras que para el año 2011, se registraron 3 000 hectáreas de bosques deforestados en la región, y por último, en el 2013, más de 1 700 hectáreas fueron destruidas, cambiando por completo su capacidad de albergar árboles y solo vegetación arbustiva (RPP Noticias, 2011; Manay, 2013). Efectivamente hay una continua deforestación en este rango de años, pero podría decirse que se estuvo tomando importancia al tema, por la menor cantidad de bosques desaparecidos, aunque de todas formas son cifras altas que pueden mantenerse o incluso incrementarse. Lamentablemente, estas prácticas degenerativas del bosque junto con los fuertes períodos de sequía han disminuido la superficie de vegetación para la actualidad (año 2015), como se muestra en los resultados del análisis multitemporal trabajado anteriormente, lo cual vuelve a ser un tema preocupante.

En los bosques Moyán Palacios y Huacrupe La Calera se conocen proyectos pequeños de cuidado de los bosques por parte de la población local con apoyo del gobierno regional, pero aún no hay un control y sistema de protección determinado para su conservación. Sin embargo, al ser dos áreas nuevas protegidas por la región presentan una vegetación sin mucha intervención antrópica, además de que a diferencia de las ANP, estas se ubican en zonas no muy cercanas a centros poblados o zonas ocupadas, y vienen a ser menos accesibles para otros usos como pastoreo y agricultura, mientras que las pertenecientes a Ferreñafe están prácticamente cerca y vienen a ser atractivos para la actividad agraria.

Lo que hoy consideramos como bosques es solo una mínima parte de lo que realmente y naturalmente han sido los bosques secos de algarrobo, y esto se debe en gran parte al ser humano, por lo que recae en él, a partir de zonificación y proyectos de conservación, revertir tal situación, y realizarlo de una forma integrada entre todos los actores, buscar un bienestar ambiental y social, conservar los servicios forestales y reducir los problemas económicos y de servicios básicos que conllevan a la práctica de la tala indiscriminada, viendo todo este análisis desde una perspectiva de desarrollo territorial. Tomando como punto de partida el hecho de que la deforestación se ha vuelto y es actualmente la mayor amenaza para los bosques secos, es importante considerar una nueva amenaza que involucra directamente a la deforestación así como un efecto letal para los ecosistemas boscosos: la **expansión agrícola** y la **desertificación**.

Lambayeque posee zonas con un gran potencial y excelentes características para la agricultura, principalmente por su topografía, lo cual atrae a los invasores que buscan apropiarse de terrenos “no ocupados”, siendo ya una amenaza constante y una práctica que no solo se relacionan con la deforestación sino también con una gran pérdida de la biodiversidad. Esto también surge por parte de las comunidades campesinas que ofrecen terrenos con fines agrícolas, y son los mismos campesinos quienes aún no muestran una sensibilización sobre la importancia de la conservación de estas áreas. Lamentablemente, debido a esto y al crecimiento de la agricultura, sobre todo en zonas circundantes al SHBP, se reduce la

calidad del suelo, perjudicando también de cierta manera a los mismos agricultores con el tiempo. Por otra parte, la expansión de tierras agrícolas afecta también el valor cultural de los bosques, que representan gran valor histórico y beneficios económicos por medio del turismo y esto genera degradación natural y de la riqueza arqueológica.<sup>63</sup>

Siguiendo el lineamiento de las actividades agrarias también viene a ser importante tener en cuenta el siguiente término: el **sobrepastoreo**. En los bosques secos la presencia del ganado caprino, ovino y vacuno afecta la regeneración natural, debido a que quitan parte de la corteza de los árboles más jóvenes y ocasionan daños en épocas de sequía. Además, la actividad del sobrepastoreo es una perturbación de la tranquilidad en el hábitat para la fauna silvestre que también debe ser conservada. El sobrepastoreo reduce la potencialidad de las tierras en cuanto a su productividad, siendo las causas centrales la desertificación y la erosión, además de que generan en parte la propagación de especies invasoras, plantas no nativas o malezas, poniendo en peligro la dominancia de especies claves como el algarrobo y, en general, la funcionalidad del ecosistema.<sup>64</sup> Un caso particular que se presenta en relación al sobrepastoreo y una especie invasora es el estudio realizado por la doctora Ana Sabogal (2011), en el cual explica que la especie *Ipomoea carnea Jacq* se distribuye en espacios sobre pastoreados y, por ende, dañados. Este caso tiene aspectos positivos y negativos a la vez, ya que, según Sabogal, la presencia de la “borrachera” aumenta por la gran cantidad de luz necesaria para su desarrollo, y esto lo proporciona la deforestación, que es a su vez la causa principal de la desaparición del algarrobo. Por tanto, de forma indirecta, el sobrepastoreo contribuye a su desaparición, ya que al tomar espacio en el área natural termina estrangulando a los algarrobos. Ante esto urgen planes y estrategias que logren un equilibrio ecológico con estos ecosistemas, no solo con especies nativas o invasoras, sino con todas las actividades mencionadas que degradan a los bosques. Este tipo de estrategias pueden incluir zonificación de áreas donde se reforeste algarrobo (La Republica.pe, 2013) y otras donde pueda expandirse la “borrachera”, con el fin de que la relación depredador – presa se mantenga, pero a la vez haya un funcionamiento ecológico regular.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede explicar el tema de la desertificación. Este término no significa simplemente la conversión de tierra fértil en desiertos, sino que es usado en una serie de problemas mucho más amplios que incluyen degradación y deterioro que confronta no solo zonas del Perú, sino también otras partes áridas como China, Estados Unidos, Australia y África. La desertificación es considerada el caso de extrema degradación del suelo, resultado de la conjugación de diversos factores: clima semiárido, altas tasas de erosión y elevada dinámica de usos de suelo (Meléndez et al., s.f.). La desertificación es un problema muy real y que va en incremento, y si no se toman medidas necesarias no habrá forma de revertirlo, llevando a consecuencias graves como la hambruna, infertilidad del suelo y la pérdida total de las funciones ecosistémicas. Son la deforestación, la quema y el sobrepastoreo las causas más conocidas, además de los cambios en la disponibilidad y calidad del agua, que dependen mucho de los eventos climáticos, particularmente de las precipitaciones (MINAM, 2011b, MINAM, 2011d).

Se infiere entonces que si el proceso de deforestación, quema y el sobrepastoreo continúan, con el transcurso de los años las semillas en el suelo se perderán por lo que habría muy poca regeneración natural, y esto implicaría menos vegetación y finalmente sería una tierra estéril. Para evitar esta tendencia de degradación forestal y su camino a la desertificación se debe recurrir a proyectos de restauración de la vegetación natural. Un ejemplo de esta iniciativa se ha dado en África, donde los agricultores del Sahara, en

<sup>63</sup> Estas son opiniones y comentarios de una familia campesina en el distrito de Pítipu, provincia de Ferreñafe.

<sup>64</sup> El sobrepastoreo [<https://prezi.com/yctcxnr-vefl/el-sobrepastoreo/>]



el límite sur, han transformado las tierras desertificadas nuevamente en productivas, lográndolo a partir de la integración de cultivos y ganado que mantienen la productividad del suelo, además de las plantaciones de árboles nativos locales que mantienen la humedad del suelo e incrementan su fertilidad, lo cual ha permitido que estos agricultores formen cooperativas productivas y rentables (Whaley, 2010).

Sin ir muy lejos, en Ica se ha puesto en práctica la restauración a partir del compromiso de las comunidades y la capacitación de estas, determinando las condiciones físicas del lugar y las características espacio – temporales, delimitando y protegiendo el área ocupada por el ganado, seleccionando las especies más adecuadas, recolectando las semillas para su posterior siembra y monitoreando su crecimiento (Whaley, 2010). La situación en Lambayeque puede diferir en ciertos aspectos por sus condiciones físicas naturales; sin embargo, puede tomarse como base estos trabajos para emprender unos similares, ya que las prácticas agrícolas y de pastoreo no van a desaparecer, pero sí se puede lograr un equilibrio entre la actividad agraria y el mantenimiento del ecosistema, con beneficios ambientales y sociales.

Un punto importante a considerarse es el papel de las aguas subterráneas, ya que estas influyen por ser parte del crecimiento de los algarrobos en épocas de sequías. Esto se debe a la longitud de sus raíces, las cuales llegan a alcanzar la napa freática. Los acuíferos se encuentran, en Lambayeque, entre 50 a 100 m de profundidad, y esto se recargan por las lluvias de los andes, captando un cierto porcentaje de estas, mientras que el resto se va al mar (Rodas et al., 2010). Sin embargo, una consecuencia para el suelo de esta zona es la salinización que se produce por diversos motivos. Uno de ellos es la deforestación de las especies que se alimentan de las aguas subterráneas, lo que implica el crecimiento del nivel del mar y por tanto la salinización de los suelos.<sup>65</sup>

### ***Los riesgos y amenazas al bosque seco de algarrobo***

Si bien a lo largo de esta investigación se ha demostrado que el bosque seco de algarrobo tiene una importancia única, tanto ecológica como económica para los ecosistemas y las comunidades humanas de Lambayeque, así como a otros departamentos que contienen este tipo de ecosistemas, esto visto desde la perspectiva científica. La política, por su parte, no va necesariamente orientada a la conservación de dichos bosques sino más bien buscar beneficiar a actividades y procesos económicos como la agricultura y la expansión agrícola y la agro – exportación.

Un ejemplo es el proyecto ley para reducción de la superficie de bosques secos en el Parque Nacional Cerros de Amotape para realizar trabajos de irrigación. Esta ANP forma parte de la Reserva de la Biosfera del Noroeste, siendo su zona central y representativa. Este proyecto se basa principalmente en criterios políticos y acuerdos binacionales entre Perú y Ecuador y, lamentablemente, no por la significancia de mantener un sistema de áreas naturales protegidas y por la diversidad biológica. Sin embargo, el aspecto negativo recae en que no hay regulación para el recorte de parques naturales, solo una condición de aprobación por parte del congreso, lo cual no indica la magnitud del posible daño. Por tanto, se ve necesario que se creen instrumentos para la gestión ambiental y que estén respaldados por el SERNANP. A pesar de que esta situación ocurre en el departamento de Tumbes, si este proyecto ley se aprueba y aplica, probablemente no faltaría mucho tiempo para que dicho antecedente se aplique a los bosques secos de Piura y Lambayeque (Info región, 2014; SPDA, 2014).

---

<sup>65</sup> EcuRed. Salinización de los suelos [[http://www.ecured.cu/index.php/Salinizacion\\_de\\_los\\_suelos](http://www.ecured.cu/index.php/Salinizacion_de_los_suelos)]

Al iniciar el estudio se plantearon tres factores principales que podrían ser los causantes de la pérdida de la vegetación y reducción de los árboles de algarrobo en Lambayeque, siendo finalmente el factor más influyente e importante la deforestación. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, este proceso de degradación se da principalmente para expandir las tierras agrícolas, y esto se da a causa de la potencialidad actual que tiene para el Perú la agro – exportación. La agricultura de exportación podría significar una de las razones de mayor peso crear este tipo de proyectos de ley que buscan reducir los bosques secos del noroeste.

Actualmente, en el Perú, la agricultura de exportación desempeña un papel de mayor importancia frente a otros tipos de exportaciones, y se considera a los departamentos costeros las regiones más productivas, siendo estas Ica, Piura, Lambayeque y La Libertad (Ríos, 2015). En los últimos años se ha tenido un amplio acceso a la exportación, principalmente del café, frutales y menestras, siendo los principales mercados Estados Unidos, España, Inglaterra, Holanda, Portugal, Panamá y Alemania. Si bien es positivo buscar el desarrollo económico consolidando los mercados y aumentar la demanda de productos, debe tenerse en cuenta los problemas desde el punto de vista ambiental, principalmente la alta fragmentación de la tierra y degradación de los bosques naturales (MINAGRI & Gobierno Regional de Lambayeque, 2008; Salazar, 2009).

Es así que se proponen algunas innovaciones en lo que es exportación, como por ejemplo los proyectos para exportar miel de abeja, la cual deriva de la actividad apicultura, y esta, a la vez, depende de los bosques de algarrobo. Para dichos fines ya se han estado realizando estudios para considerar este producto para la exportación. Sin embargo, la actividad apícola y la cantidad de toneladas de miel de abeja ha disminuido por la misma tala indiscriminada de los bosques secos. Más allá de ello, este proyecto tiene potencial para realizarse, sobre todo por la participación de instituciones públicas y privadas dentro de la Mesa de Concertación de la Actividad Apícola en Lambayeque, cuyo objetivo es implementar mini plantas de producción de miel de abeja en zonas como Olmos, Motupe, Mórrope, entre otros (Andina, 2009).

### ***Muestreo de la vegetación: comparación con otros estudios***

El muestreo realizado en el bosque seco de Huacrupe La Calera mostró que el algarrobo tiene el mayor valor de importancia ecológica, reflejando así que este bosque es considerado un bosque seco de algarrobo y de los más importantes de la región. Sin embargo, queda la duda de la presencia de esta especie en el otro bosque con mayor cantidad de algarrobos, el Santuario Histórico Bosque de Pómac, y a pesar de que por fuentes bibliográficas se conoce de su gran densidad, es importante compararlos a pesar de no haber sido estudiados con la misma metodología.

El trabajo realizado por Arias Salcedo (2013) (Anexo 18), muestra que el algarrobo es por demás el árbol dominante, superando en todas las parcelas de muestreo el 40% y con un valor promedio de 61, mientras que en el muestreo personal se obtuvo un promedio de 53,01, muy por encima de las demás especies. Otra coincidencia es la importancia de la presencia del sapote, ya que en el ACR presenta un valor de 25,06, mientras que en el SHBP 23,8. Estas diferencias podrían estar relacionadas a la cantidad de transectos o parcelas realizadas. Otras especies comunes que se encontraron fueron el faique y vichayo, que si bien en el muestreo realizado en ambos lugares tienen muy poca presencia, apareciendo a lo más en unas cuantas

unidades o parcelas, también son parte de la composición de los bosques secos y comparten las condiciones de hábitat con el algarrobo.

Es importante mencionar que ambos estudios pueden servir para realizar un inventario de mayor amplitud en el futuro por otros investigadores o futuros tesisistas cuyo objeto de interés sean los bosques secos de algarrobo. Sin embargo, es importante rescatar que los resultados podrían haber sido mucho más satisfactorios si se hubiera contado con mayor tiempo y financiamiento, al igual que si se hubieran tomado otros bosques con características similares de los que aún no se tiene mayor conocimiento.

## 7.2. Síntesis

Respondiendo a los cuestionamientos planteados se puede decir que el estado actual de los bosques secos es de una amenaza evidente y deterioro de sus hábitats y especies predominantes, mientras que la distribución del algarrobo en el departamento de Lambayeque viene a extenderse en gran parte de la región y en ciertos puntos de los departamentos vecinos – Piura, Tumbes y La Libertad – por lo que se comprueba de alguna forma la importancia de esta especie para la zona de la costa norte. En cuanto a su distribución potencial futura, el algarrobo muestra resultados inesperados, pues el cambio climático generará un impacto positivo para su extensión.

La forma en cómo influye la intervención humana en la desaparición del algarrobo y en la fauna silvestre que depende de la especie es a partir de las prácticas intensivas de deforestación, quema de bosques – que ya son muy comunes en las zonas – y prácticas agrarias. El cuestionamiento sobre la importancia del algarrobo y los beneficios que proporciona a la población se derivan de los múltiples usos que se le otorgan, desde la opinión de la gente local hasta investigaciones profundas y detalladas de la “labor” que tiene el algarrobo para la región de Lambayeque, ya que este árbol es fuente alimenticia, medicinal y económica; pero la importancia es en cuanto a los usos que aportan para la población y a la vez al medio ambiente y conservación del mismo, dejando de lado, por tanto, el uso maderero, que se ha vuelto mucho más fuerte en la actualidad. Afortunadamente, en ciertas zonas viene a ser una tendencia la disminución de áreas deforestadas, lo que si bien no mejora la situación, sí impulsa a la concientización social. Por otra parte, se han reconocido de manera cuantitativa los valores de importancia ecológica del algarrobo en un ecosistema de bosque seco seleccionado para su muestreo, donde esta especie es la dominante, la más frecuente y la que mayor densidad presenta.

Finalmente, se debe aplicar un modelo de gestión que incluyan estrategias de conservación principalmente, como reforestación de algarrobo, creación de corredores biológicos y ecológicos, aplicación de nuevas tecnologías campesinas para uso sostenible por parte de las comunidades locales, así como la zonificación de cada bosque, siguiendo tal vez el modelo realizado en el bosque de Ferreñafe, todas y cada una de estas estrategias con miras, además, al desarrollo social y económico.

Con respecto a la hipótesis, se reafirma que el departamento de Lambayeque es escenario de distintos eventos naturales y humanos que están definiendo el nuevo estado de sus bosques secos y composición vegetativa. Fenómenos antrópicos como los incendios forestales son una causa secundaria de los cambios en los bosques, incluso llegan a ser parte de la dinámica forestal por medio del factor del clímax del fuego, el cual da un equilibrio en el ecosistema, pues si bien se pierde parte de la producción del bosque, se logran conservar algunas especie., por lo que, en cuanto a la pérdida de su biomasa, este tipo de amenaza, si bien es influyente, no a mayor magnitud. El cambio climático, por otro lado, beneficia y afecta a los bosques,

dependiendo de los eventos que tengan lugar. Las sequías perjudican el crecimiento de las especies arbóreas, sobre todo cuando estas épocas se extienden a largos períodos; mientras que el aumento de precipitaciones es un aporte a la regeneración natural del bosque. Esto último se relaciona estrechamente al ENSO, que es un evento de variabilidad climática, cuyos eventos generan un impacto positivo y directo a los bosques secos en cuanto a su desarrollo. Relacionando este tema con la distribución potencial futura del algarrobo por impacto del cambio climático queda demostrado que, según los escenarios climáticos futuros utilizados, habrá un resultado positivo. Por último, la deforestación, debido, principalmente a la expansión agrícola, es el factor que degenera con mayor intensidad estos bosques costeros, y se le considera por tanto una actividad depredadora. Con el tiempo, la densidad de los bosques en cuanto a vegetación y potencial forestal ha ido reduciéndose, como se ha observado a partir de los índices de vegetación obtenidos, y junto a esto la degradación y fragmentación de hábitats se ha hecho más evidente, influyendo fuertemente en la extinción de especies de fauna silvestre. Por tanto, es la intervención antrópica la que ejerce mayor presión sobre los bosques, muy por encima de los fenómenos naturales.

La reducción y posible desaparición de este árbol traería graves efectos negativos para la economía local, como se ve también en otras zonas costeras como Piura y Tumbes, ya que sus usos han sido aporte desde tiempos milenarios a la sobrevivencia de las comunidades. Además, el aporte del modelo de distribución espacial del algarrobo a nivel de región otorga conocimiento de su extensión y su contribución a diferentes poblaciones con similares características. Por tanto, el bosque seco, más allá de su reconocido valor cultural, posee un valor económico fuertemente demarcado por los recursos forestales que ofrece, y por tanto se proponen estrategias de manejo y gestión en estos, y en especial para el árbol de algarrobo, como impulso al desarrollo territorial por medio de su conservación, y para esto se buscan acciones en programas y proyectos de apoyo con una inversión determinada para lograr resultados beneficiosos para el mantenimiento de estos ecosistemas secos y resultados rentables para la población local.



## CAPÍTULO VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este último capítulo de la tesis se describirán las conclusiones a las que se llegó luego de un proceso de investigación y trabajo de campo. Las consideraciones finales son las recomendaciones y propuestas de manejo adecuado para los bosques de algarrobo ante la situación negativa que enfrentan en la actualidad.

#### 8.1. Conclusiones

- Los bosques secos de Lambayeque están en estado de deterioro principalmente por la intensa deforestación, las invasiones, cambios agresivos de uso de suelo y sobrepastoreo, lo cual conlleva a una pérdida del ecosistema, una sobreexplotación y agotamientos de sus principales recursos, primordialmente el algarrobo, y una fragmentación de los hábitats que afecta a sus especies de flora y fauna. El cambio climático y los incendios forestales vienen a ser causas secundarias, pues el primero en parte también beneficia y aporta a la regeneración de los bosques por el incremento de precipitaciones según el modelo de impacto futuro, mientras que los incendios forestales, si bien generan daños, también son parte de la dinámica constante de los bosques.
- La distribución potencial de algarrobo (*Prosopis pallida*) se extiende en toda la costa norte, demostrando que hay tierras potenciales para albergarlos y, por tanto, en un futuro ser convertidas en tierras de protección. El departamento de Lambayeque tiene mayor presencia de algarrobos, mientras que, para un escenario futuro, los departamentos de Piura, La Libertad y Tumbes también contarán con una distribución similar por impacto del cambio climático.
- Si bien el cambio climático beneficiaría a la especie a futuro, es importante considerar que el modelo se basa en el aumento de GEI por demanda de energía por crecimiento poblacional y bajo PBI, mas no considera totalmente el efecto de la deforestación o cambios en los usos de suelo, típicos de la zona, por lo que los resultados en su distribución podrían cambiar si se incluyeran dichas variables en el modelamiento o modelos basados en esos supuestos (LULCC, CABLE, Mk3L, etc).
- El análisis de paisaje evidencia una fuerte fragmentación, es decir hay quiebres en los ecosistemas que afectan los hábitats de las especies y por tanto frenan su crecimiento y desarrollo, por lo que se hace necesaria la presencia de indicadores ecológicos que puedan mejorar la situación, ya que con el tiempo puede terminar aislando ciertas zonas y dejar de formar el ecosistema que es actualmente.
- El modelo de gestión para implementarse a los bosques secos incluye crear nuevas zonas de reforestación en los alrededores de las áreas protegidas, donde se encuentran gran cantidad de algarrobos que sufren la constante actividad humana, mayormente ilegal, lo cual fomenta a una desaparición de la vegetación e influye indirectamente a nivel regional e interregional.
- La fauna de los bosques secos tiene una importancia significativa, ya que existe una relación estrecha entre estos y el algarrobo, como por ejemplo la relación zorro costeño y las semillas de este árbol, por lo que la funcionalidad del bosque no se concretaría sin la presencia de estos. Además, la distribución

potencial del zorro tiene gran similitud con la del algarrobo, por lo que ambas especies entran como parte de los planes de conservación de los bosques secos de algarrobo para garantizar una exitosa funcionalidad del ecosistema.

- El uso tradicional del árbol del algarrobo es el de la leña y carbón vegetal, fundamentalmente por la función que ha cumplido en el tiempo para la población y por la demanda actual que genera su producción y venta. Hoy en día, además, se da un mayor uso a los frutos del algarrobo, siendo la producción de algarroba una actividad económica de mucha abertura al mercado y de gran beneficio para los campesinos.
- Muchas familias de la región poseen tierras donde crecen algarrobos y recolectan cantidades significativas de algarroba, lo cual les permite obtener ingresos para complementar sus economías y satisfacer sus necesidades elementales.
- El fruto del algarrobo tiene oportunidades industriales, por lo que se viene investigando las distintas opciones de transformación que ofrece tal producto, además de ser también parte de los hábitos alimenticios de los pobladores.
- Los resultados obtenidos servirán para, más adelante, elaborar planes de desarrollo territorial, así como procesos de Zonificación Ecológica y Económica, no solo en los bosques nombrados recientemente como áreas de conservación, sino para probables futuras áreas protegidas, que serán producto de los planes de reforestación que se planteen y que estarán unidas por corredores biológicos y ecológicos.
- Para modelar de manera exitosa la especie del algarrobo, se requieren, aparte de las variables bioclimáticas que brinda *Worldclim*, cobertura vegetal, de suelo y la napa freática de la zona, ya que son los factores más importantes para su distribución la altitud, la vegetación natural y la presencia de aguas subterráneas, por lo que es necesario generar un mapa y base de datos que puede utilizarse a nivel regional y nacional, y que puedan obtenerse tanto del MINAM, MINAGRI o INGEMMET.
- El ordenamiento territorial es el instrumento clave para iniciar una planificación adecuada en áreas protegidas, ya que permite que los recursos puedan ser distribuidos de acuerdo a la oferta ambiental, a las políticas de desarrollo, a la conservación de la biodiversidad y a las necesidades de la población. Además, esto se relaciona con los efectos del cambio climático, ya que si bien la especie del algarrobo en sí no muestra mucho efecto negativo de estos cambios, en general sí los bosques secos, los cuales sufren una fuerte presión por sus recursos, incentivando al cambio en el uso de suelo y a la estructura vegetal de los mismos, por lo cual se ven necesarios sistemas de adaptación y conservación de los bosques como mitigadores del cambio climático, y para eso se requiere proteger las especies claves de sus ecosistemas.
- La metodología de muestreo generó datos importantes para cuantificar la importancia del algarrobo y otras especies que forman parte del bosque seco, lo que permitió conocer que el bosque tiene características homogéneas en toda su amplitud pero también contiene una diversidad biológica importante y servicios ambientales que surgen de esta. La importancia ecológica del algarrobo se hizo evidente en los bosques de Huacrupe La Calera y el SHBP, siendo estos los bosques secos de algarrobo más representativos de Lambayeque.

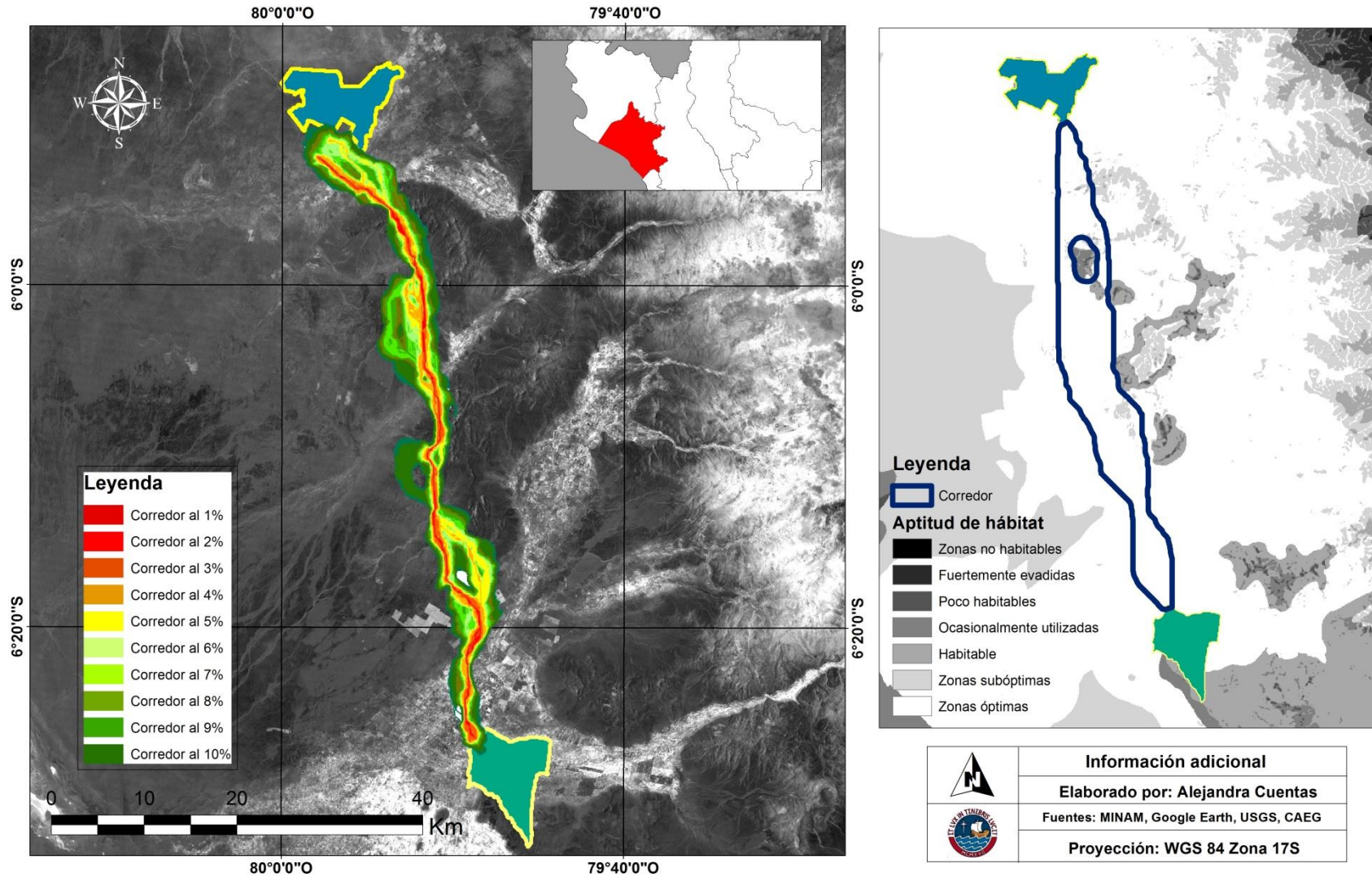
## 8.2. Recomendaciones, propuestas y aportes (Anexo 19 y 20)

- Aprovechar los eventos de El Niño por sus precipitaciones de magnitud variable, lo cual permite, de forma eventual, establecer especies vegetales cuyas semillas tienen una capacidad de germinación potencialmente alta, pero que esto a partir de un sistema de gestión de riesgos busque un equilibrio para el beneficio de ambos sectores, ambiental y social, ya que el ENSO puede ser perjudicial para el ámbito socioeconómico.
- Definir estrategias de adaptación al cambio climático, como el uso y manejo sostenible del bosque, aprovechamiento de los diferentes recursos de manera integral, así como medidas de mitigación, como el caso de captura o secuestro de carbono de los bosques, con el fin de mejorar la calidad de vida de las familias campesinas del bosque, por medio de prácticas de reforestación.
- Zonificar los bosques, tanto las nuevas áreas protegidas como las zonas aún no protegidas que pueden resultar a partir del modelamiento de distribución espacial, siguiendo los modelos de gestión de recursos similar al de SHBP, sectorizando sus áreas de vegetación en zonas con exclusividad para investigación y educación ambiental, zonas para ecoturismo y turismo cultural, bosques de protección, conservación, recuperación y regeneración forestal o reforestación, y bosques de producción sostenible, donde se aprovechen recursos como los frutos que generan mayor rentabilidad que productos madereros.
- Mantener contacto con las diferentes comunidades campesinas para ayudarles a impulsar sus actividades productivas, para que así se obtengan productos de calidad y les generen ingresos económicamente satisfactorios.
- Creación de ferias y otros eventos donde se promueva y difundan los diferentes productos del algarrobo que puedan entrar a las industrias a partir del apoyo y financiamiento del sector privado, lo cual puede ayudar a promocionar la importancia del uso sostenible de los algarrobos y los bosques secos.
- Realizar planes de manejo para asegurar la sostenibilidad de los bosques secos, constituyendo una alternativa que genere beneficios para el desarrollo de las poblaciones locales, incentivando además en los productos maderables poco estudiados, pero cuya demanda va incrementándose.
- Plantación de circuitos de árboles nativos (algarrobos) como parte del diseño de nuevos corredores ecológicos para mantener el ecosistema e incentivar la conectividad de áreas naturales evitando la creación continua de parches y hábitats aislados, así como asegurar la conservación de especies de fauna. Además, también pueden implementar nuevos cuerpos de agua para atraer más especies de aves, así como delimitar las áreas que sean favorables para las especies que se relacionen con el algarrobo, como por ejemplo el zorro costero.
- Creación de talleres de educación ambiental para las nuevas generaciones, incentivando a que los niños conozcan y reconozcan el valor fundamental de las especies forestales para su comunidad y para el medio ambiente en general. Dentro de estos eventos pueden proponerse los huertos comunitarios o escolares, talleres de interpretación del patrimonio natural, charlas y conferencias por parte de los especialistas para capacitar y concientizar a la población local sobre el valor de sus propios recursos naturales.

- Desarrollar mecanismos que aseguren una adecuada recuperación económica de forma que los ingresos por ecoturismo ayuden en el financiamiento al manejo de las ANP, entre otras prioridades ambientales. Para esto, se debe buscar elaborar y establecer modelos para el desarrollo del ecoturismo en las ANP, relacionando los componentes de patrimonio cultural y natural abarcando etapas y modalidades de diseño y desarrollo de infraestructuras físicas, además de sensibilizar e informar al turista y poblador local sobre el valor de los bosques.
- Aves como atracción turística, ya que se encuentran muchas especies distribuidas en diferentes hábitats con alto potencial para el ecoturismo. Desde el punto de vista cultural, las aves han sido siempre una fuente de inspiración, y es muy común que en el turismo se involucre el *bird watching*.
- Aplicar las habilidades geográficas como el uso de los sistemas de información geográfica y otros métodos para proponer estrategias de conservación, no solo para la conectividad de hábitats, sino también la creación de sendas ecológicas, zonas propicias para avistamiento y creación de mapas de zonificación. Utilizar además otros software para mejorar la calidad de las imágenes satelitales (ERDAS, Claslite, etc.)
- Para el caso de que hubieran errores en las imágenes satelitales, es recomendable realizar correcciones, que permiten remover las distorsiones geométricas y ubicar cada píxel en la posición que le corresponde, permitiendo que así puedan superponerse con otras capas temáticas. Si la corrección geométrica mejora la exactitud en relación a la posición de los píxeles, la corrección radiométrica mejora la precisión de las medidas de reflectancia, es decir, convertir los valores obtenidos en valores de reflectancia de la superficie, sobre todo para mejorar la calidad de los resultados cuantitativos de los factores biofísicos de los elementos de la superficie. Finalmente, sería de gran apoyo obtener imágenes de mejor calidad – por ejemplo las imágenes Quickbird – que no presenten mucha nubosidad o baja resolución, para obtener mejor resultados, tanto visuales como cuantitativos.
- Utilizar herramientas como el *corridor designer*, el cual diseña corredores ecológicos dependiendo de la especie a conservar y las variables involucradas. Las herramientas SIG permiten crear diferentes archivos que representan al corredor ecológico propuesto a partir de los parámetros definidos. El corredor se divide según los porcentajes del área máxima que puede ocupar y transitar la especie dentro de su hábitat apto. El corredor ecológico propuesto une a las dos áreas protegidas que representan a los bosques secos de algarrobo, definiendo así una posible conectividad para la especie del zorro costero, el cual guarda mayor relación con el algarrobo. Finalmente se define el corredor de anchura menor, ya que en esta área, al ser menor, se pueden definir de mejor forma los proyectos de reforestación con circuitos de árboles, ya sea de algarrobo o de especies asociadas a este, pero que sirva como forma de unir los parches producto de los intensos cambios usos de suelo. Esta herramienta también puede trabajarse en conjunto con las opciones de modelamiento de Maxent para mejorar la calidad de los resultados, definir mejor las áreas de conservación y las que cumplirán las funciones de conectividad. (Ver mapa N°18)



**Mapa N°19: Propuesta de corredores ecológicos del zorro costero en Lambayeque**



Fuente: Elaboración propia

## BIBLIOGRAFÍA

- AEDO, R. (2007). *Factibilidad técnico-económica de generar productos alimenticios a partir del fruto de Algarrobo Chileno (Prosopis chilensis Mol. Stuntz) para la alimentación humana o animal*. Valdivia, Chile, 120 pp. Obtenido de [<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/faa246f/sources/faa246f.pdf>]
- AGUILAR, C., MARTÍNEZ, E., & ARRIAGA, L. (2000). Deforestación y fragmentación de ecosistemas: ¿Qué tan grave es el problema en México? *CONABIO. Biodiversitas*, 7-11. Obtenido de [<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv30art2.pdf>]
- ALAEJOS, J. (2013). *Prevención y extinción de incendios forestales*, pp. 3-11. Obtenido de [[http://www.uhu.es/auladelaexperiencia/Apuntes/programas/vivir\\_del\\_campo/Incendios.pdf](http://www.uhu.es/auladelaexperiencia/Apuntes/programas/vivir_del_campo/Incendios.pdf)]
- ALARCÓN, J. (2003). *Evaluación de la fenología del prosopis en el departamento de Lambayeque*. Chiclayo: INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales), 59 pp.
- ANDINA (12 junio de 2015). *Región Lambayeque proyecta exportar producción de miel de abeja*. Agencia Peruana de Noticias. Obtenido de [<http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-region-lambayeque-proyecta-exportar-produccion-miel-abeja-300977.aspx>]
- ANGULO, E. (2008). *Participación de las poblaciones locales en la conservación y en la gestión del Santuario Bosque de Pómac*. Lima, Perú: Escuela de Graduados, PUCP, 110 pp. Obtenido de [<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1305>]
- ANTÚNEZ DE MAYOLO R., S. (1990). *Perfil antropogeográfico del departamento de Lambayeque*. Lima: Sociedad Geográfica de Lima, 157 pp.
- APN & SIB (2005). *Protocolo para el preprocesamiento de imágenes satelitales Landsat para aplicaciones de la Administración de Parques Nacional*. Administración de Parques Nacionales – Sistema de Información de Biodiversidad. Obtenido de [[http://www.sib.gov.ar/archivos/Protocolo\\_Landsat.pdf](http://www.sib.gov.ar/archivos/Protocolo_Landsat.pdf)]
- ARIAS, R. (2013). *Sistema de Gestión de Recursos Culturales y Naturales Santuario Bosque de Pómac, Lambayeque, Perú*. Tesis de Master en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Piura, Perú, 204 pp. Obtenido de [[http://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1856/MAS\\_PRO\\_001.pdf?sequence=1](http://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1856/MAS_PRO_001.pdf?sequence=1)]
- ARIZA, A. (2013). *Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission)*. IGAC – Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Centro de Investigación y Desarrollo – CIAF. Grupo Interno de Trabajo en Percepción Remota y Aplicaciones Geográficas. Bogotá, Colombia. Obtenido de [<http://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>]
- ASENCIO, F. (1997). *La producción de algarroba de los bosques secos. Economía y medio ambiente en la Región Grau*. Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de Las Casas", 127 pp.
- BALVANERA, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas. Revista científica de ecología y medio ambiente*, 136-147. Obtenido de [<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/23854>].
- BARBOZA, B. (03 de Octubre de 2013). *Autoridades verifican depredación del bosque seco de La Otra Banda*. El Digital. Obtenido de [<http://eldigital.pe/publicacion/2013/10/03/catlam/autoridades-verifican-depredacin-del-bosque-seco-de-la-otra-banda#.U2b8fVdVu4>]
- BARROS, S. (s.f.). *El Género Prosopis, valioso recurso forestal de las zonas áridas y semiáridas de América, Asia y África*. Chile: Instituto Forestal, p. 4. Obtenido de [<http://biblioteca1.infor.cl:81/DataFiles/26298-2.pdf>]
- BELTRÁN, R. (2013). *Citología básica de los meristenos radiculares de las semillas de Prosopis pallida (Humb & Bonpl. ex Wild.) "algarrobo pálido" mediante la impregnación argéntica*. Revista de la Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, pp. 1-12. Obtenido de [<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/132/106>]

- BENEDETTI, G., CAMPO, A., & GERALDI, A. (2010). Las nuevas tecnologías aplicadas a la ecología del paisaje: estudio de un área del salitral de la vidriera, provincia de Buenos Aires. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*. *Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG)*. Programa de Estudios (PROEG). Universidad Nacional de Luján, Argentina., pp. 126-134. Obtenido de [<http://www.gesig-proeg.com.ar/documentos/revista-geosig/2010/BENEDETTI-CAMPO-GERALDI.pdf>]
- BENNET, A. (1998). *Enlazando el paisaje. El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Suiza y Cambridge: UICN, p. 49. Obtenido de [<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/FR-021-Es.pdf>]
- BERNEX, N. (2008). *La geografía de la percepción: una metodología de la proximidad para la sostenibilidad*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, p. 4, 15. Obtenido de [[http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/summa\\_humanitatis/article/view/2400](http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/summa_humanitatis/article/view/2400)]
- BINGHAM, M. & NÁJERA, A. (2006). *Prevención, manejo de incendios forestales e impactos ambientales en la cuenca baja y medida del río Piura*. Piura, Perú. Organización Internacional de las maderas tropicales (ITTO), 57 pp. Obtenido de [[http://www.ito.int/es/technical\\_report/?pageID=2](http://www.ito.int/es/technical_report/?pageID=2)]
- BoletínParamostar. (s.f.). *¿Qué es un incendio?* p. 1.
- BRACK, A. (2008). *Perú, país de bosques*. Lima. Imprenta Graph, 178 pp.
- BUREL, F. & BAUFREY, J. (2002). *Ecología del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones*. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa, pp. 151-166. Obtenido de [[http://web2.udg.edu/aigua/material/Conceptos%20y%20m%C3%A9todos%20fundamentales%20en%20ecolog%C3%ADa%20del%20paisaje\\_DAG\\_48\\_2006.pdf](http://web2.udg.edu/aigua/material/Conceptos%20y%20m%C3%A9todos%20fundamentales%20en%20ecolog%C3%ADa%20del%20paisaje_DAG_48_2006.pdf)]
- BURGHARDT, A.; BRIZUELA, M.; MOM M.; ALBÁN, L. & PALACIOS, R. (2010). *Análisis numérico de las especies de Prosopis L. (Fabaceae) de las costas de Perú y Ecuador*. *Revista Perú biol.* 17(3): pp. 317-323. Obtenido de [<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/6>]
- CABEZAS, A., & OSPINA, R. (2010). Análisis del paisaje y de su relación con la regeneración del roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) en el municipio de Popayán, Departamento del Cauca. *Revista Colombia Forestal*, pp. 189-200. Obtenido de [<http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v13n2/v13n2a02>]
- CABRERA, C. (2003). *Plantaciones forestales: Oportunidades para el desarrollo sostenible*. Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. Obtenido de [<http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/SERIETECNINCA/6.pdf>]
- CABRERA, E., VARGAS, D., GALINDO, G., GARCÍA, M., ORDOÑEZ, M., VERGARA, L., GIRALDO, P. (2011). *Memoria técnica de cuantificación de la deforestación nacional-escalas gruesa y fina*. Bogotá, Colombia, p. 13. Obtenido de [[https://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Bosques/131112\\_MT\\_Cuantif\\_Tasa\\_Deforestacion.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Bosques/131112_MT_Cuantif_Tasa_Deforestacion.pdf)]: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.
- CALLIERI, C. (1996). *Degradación y deforestación del bosque nativo por extracción de leña. Bosque de Pómac, Lambayeque*. Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas.
- CAMPOS, C. (2012). *Los niños y la biodiversidad ¿Qué especies conocen y cuáles son las fuentes de conocimiento sobre la biodiversidad que utilizan los estudiantes? Un aporte para definir estrategias educativas*. Aportes a la enseñanza de la biología, 9 pp. Obtenido de [[http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N24/campos\(aportes24\).pdf](http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N24/campos(aportes24).pdf)]
- CARBAJAL (2004). *La experiencia del crédito en el desarrollo de la apicultura y el fortalecimiento de las organizaciones campesinas en bosques secos*. La experiencia del Proyecto Algarrobo. Serie: Lecciones Aprendidas N°15, Piura, Perú. INRENA, 61 pp.



- CARETAS (14 de junio de 2012). *El Niño amenaza el Pómac*. Inminencia de fenómeno climatológico podría arrasarse la cuna preincaica del norte. Un error legal retrasa las acciones preventivas. págs. 46-47. Obtenido de [\[http://www.caretas.com.pe/Main.asp?T=3082&id=12&idE=1034&idA=59245#.VRAHqI7F9u4\]](http://www.caretas.com.pe/Main.asp?T=3082&id=12&idE=1034&idA=59245#.VRAHqI7F9u4)
- CARVACHO, L & SÁNCHEZ M. (2010). *Comparación de índices de vegetación a partir de imágenes MODIS en la región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile, en el periodo 2001-2005*. Universidad de Sevilla, pp. 728-737. Obtenido de [\[http://age-tig.es/2010\\_Sevilla/ponencia3/CARVACHO.pdf\]](http://age-tig.es/2010_Sevilla/ponencia3/CARVACHO.pdf)
- CONAFOR. (2010). *Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores*, pp. 5-11. Obtenido de [\[http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf\]](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf).
- CONAFOR. (s.f.). *Bloque 2: Importancia de los bosques para la mitigación del cambio climático*. Obtenido de [\[http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/35/3893Bosques%20y%20cambio%20climatico.pdf\]](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/35/3893Bosques%20y%20cambio%20climatico.pdf)
- CONAFOR. (s.f.). *Guía práctica sobre cambio climático y bosques*. SERMANAT. Gobierno Federal de México. Obtenido de [\[http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca\\_digital/guia-practica-sobre-el-cambio-climatico-y-bosques.pdf\]](http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/guia-practica-sobre-el-cambio-climatico-y-bosques.pdf)
- CONAFOR, CENAPRED, SERMANAT, SEGOB. (s.f.). *Incendios forestales*. México, D.F. : Secretaría de Gobernación. Coordinación de protección civil. Centro Nacional de Prevención de desastres, pp. 2-5.
- CONABIO. (s.f.). *Prosopis juliflora. Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*, Obtenido de [\[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/46-legum44m.pdf\]](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/46-legum44m.pdf).
- CÓRDOBA, A.; CARRANZA, C.; JOSEAU, J.; LEDESMA, M.; VERGA, A. (s.f.). *El cultivo del algarrobo. Obtención de semilla, vivero y plantación del algarrobo con especial referencia al Chaco Árido argentino*. Elaborado en el marco del Proyecto Nacional de INTA N° 520403 "Conservación, mejoramiento genético y silvicultura del algarrobo en el Chaco Árido argentino", Obtenido de [\[http://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2008/02/El-Cultivo-del-Algarrobo.pdf\]](http://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2008/02/El-Cultivo-del-Algarrobo.pdf)
- COSSÍOS, E. (2005). *Dispersión y variación de la capacidad de germinación de semillas ingeridas por el zorro costero (Lycalopez sechurae) en el Santuario Histórico de Pómac*. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marco, 53 pp. Obtenido de [\[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1578/1/cossios\\_me.pdf\]](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1578/1/cossios_me.pdf)
- CHUVIECO, E. (1990). *Fundamentos de Teledetección espacial*. Madrid, España: Ediciones RIALP, S.A, 422 pp. Obtenido de [\[ftp://148.231.212.8/meza2012/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf\]](ftp://148.231.212.8/meza2012/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf)
- CRISCI, J. & KATINAS, L. (2009). *Darwin, historical biogeography, and the importance of overcoming binary opposites*. Blackwell Publishing Ltd, p. 1030. Obtenido de [\[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2699.2009.02111.x/epdf\]](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2699.2009.02111.x/epdf)
- CSURHES, S.; MARCH N.; AKERS, D.; JEFFREY P.; MITCHELL, T.; JAMES, P. & MACKEY, A. (1996). *Mesquite (Prosopis spp. in Queensland). Pest Status Review Series-Land Protection Branch*. Queensland Government. Natural Resources and Mines, pp. 9-14. Obtenido de [\[https://www.daff.qld.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0010/72595/IPA-Mesquite-PSA.pdf\]](https://www.daff.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0010/72595/IPA-Mesquite-PSA.pdf)
- DÁVILAS, M. (2004). *Sistemas de monitoreo y evaluación del Proyecto Algarrobo mediante el uso de indicadores en bosques secos: la experiencia del Proyecto Algarrobo, 2001-2003*. Piura. Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, 57 pp.
- DE LA ROSA, I. (22 setiembre, 2013). *Buscan preservar el algarrobo y regular el uso de su madera*. En los '70 la deforestación generó la prohibición de su tala. Hoy, científicos mendocinos quieren determinar cuáles son los sitios donde puede ser explotado. *Los Andes, Sociedad*. Obtenido de [\[http://losandes.com.ar/article/buscan-preservar-algarrobo-regular-madera-739741\]](http://losandes.com.ar/article/buscan-preservar-algarrobo-regular-madera-739741)



- DFID; NM PASIECZNIK; FELKER, P.; HARRIS, P.J.C.; HARSH, LN.; CRUZ, G. & TEWARI, JC. CADORET, K. & MALDONADO, L.J. (2001). *The Prosopis juliflora-Prosopis pallida Complex: A Monograph*. HDRA Coventry UK. Obtenido de [http://m.www.gardenorganic.org.uk/sites/www.gardenorganic.org.uk/files/resources/international/ProsopisMonographMainText.pdf]
- DE LAS SALAS, G. (1987). *Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América Tropical*. IICA LIME – 80. San José, Costa Rica. Vol. XVIII, 450 pp. Colección Libros y Materiales Educativos / IICA; N°80 Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=hC4Fdd-LhNsC&pg=PA68&lpg=PA68&dq=climax+de+fuego+ecosistema&source=bl&ots=yEiHylacWy&sig=HzMI21xplhkGQIHctxFjaxD4dj4&hl=es-419&sa=X&redir\_esc=y#v=onepage&q=climax%20de%20fuego%20ecosistema&f=false]
- DÍAZ, A. (1995). *Los Algarrobos*. Perú. CONCYTEC
- DÍAZ, A. (1997). *Guía para el cultivo y aprovechamiento de los "algarrobos" o "trupillos"*. Bogotá. Convenio Andrés Bello, 41 pp.
- DÍAZ, F. (2013). Determinación de la deforestación en los Bosques Secos del Santuario Histórico de Pómac. *Anais XVI Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pp. 2996-3002. Obtenido de [http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1704.pdf]
- DOSTERT, N., ROQUE, J., CANO, A., LA TORRE, M., & WEIGEND, M. (2012). *Hoja Botánica: Algarrobo. Prosopis pallida (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth*. Lima: Museo de Historial Natural. Universidad Mayor de San Marcos, p. 6. Obtenido de [http://www.botconsult.com/downloads/Hoja\_Botanica\_Algarrobo\_2012.pdf]
- DURÁN, E., GALICIA, L., PÉREZ, E., & ZAMBRANO, L. (2002). *El paisaje en ecología*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 47-50. Obtenido de [http://www.ejournal.unam.mx/cns/no67/CNS06705.pdf]
- EL COMERCIO (21 de Noviembre de 2012). La tala ilegal deforesta más de 13 mil hectáreas de algarrobo al año en Piura. *El Comercio*. Obtenido de [http://www.actualidadambiental.pe/?p=17314]
- EL COMERCIO. (15 de enero de 2014). *Detienen a taladores ilegales del bosque de Chaparrí*. Los infractores entraron a la zona reservada para extraer palo santo y fueron capturados por las rondas campesinas. Obtenido de [http://elcomercio.pe/peru/lambayeque/detienen-taladores-ilegales-bosque-chaparrí-noticia-1702914]
- EL COMERCIO. (7 de mayo de 2014). *Más del 50% de niños en Cañaris e Incahuasi están desnutridos*. La desnutrición crónica infantil afecta a niños menores de cinco años, según Gerencia Regional de Salud de Lambayeque. Obtenido de [http://elcomercio.pe/peru/lambayeque/mas-50-ninos-canaris-incahuasi-estan-desnutridos-noticia-1727722]
- EL COMERCIO. (6 de agosto de 2015). *Lambayeque: 705 000 hectáreas de bosque están peligro*. Deforestan entre 7 000 y 10 000 hectáreas de bosques secos en la región como consecuencia de la tala ilegal. Obtenido de [http://elcomercio.pe/peru/lambayeque/lambayeque-705000-hectareas-bosque-estan-peligro-noticia-1831042]
- EPIQUIÉN, M. (Agosto 2013). *La Diversidad Biológica de Lambayeque*. Gobierno Regional de Lambayeque: Dirección de Recursos Naturales y Áreas Protegidas de la Gerencia de Recursos Naturales y Medio Ambiente, 101 pp.
- ESCALANTE, T. (2003). Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los maíferos terrestres de México, empleando criterios biogeográficos. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, pp. 211-237. Obtenido de [http://www.ejournal.unam.mx/zoo/74-02/ZOO74208.pdf]
- ESCALANTE, T. (2009). Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, pp. 551-560. Obtenido de [http://www.journals.unam.mx/index.php/bio/article/view/17944]

- ESCALANTE, T., RODRÍGUEZ, G., GAMEZ, N., LEÓN, L., BARRERA, O., & SÁNCHEZ, V. (2007). Biogeografía y conservación de los mamíferos. *Biodiversidad de la faja volcánica transmexicana*, p. 486. Obtenido de: [http://tecrenat.fcien.edu.uy/Cursos/reconcimiento\_de\_flora/Bibliograf%C3%ADa\_%20de\_apoyo\_para\_curso\_2010/Tema\_5\_Biodiversidad\_y\_Conservaci%C3%B3n/Escalante\_et\_al\_2007\_BiodivFVT.pdf]
- ETTER, A. (1991). *Introducción a la Ecología del Paisaje. Un Marco de Integración para los Levantamientos Ecológicos*. Bogotá, pp. 6, 29, 30. Obtenido de [http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/001-Introd-ecologia-del-paisaje.pdf]
- EUROPARC. (2009). *Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos*. Madrid: Ed. FUNGOBE, p. 10. Obtenido de [http://www.redeuroparc.org/publicaciones/monografia2.pdf]
- FAO (2010). *La FAO, los bosques y el cambio climático. Trabajando con los países para hacer frente al cambio climático por medio de la gestión forestal sostenible*. Departamento Forestal de la FAO pp. 1-20. Obtenido de [http://www.fao.org/docrep/017/i2906s/i2906s00.pdf]
- FERNÁNDEZ, I. & HERRERO, E. (2006.). *El satélite Landsat. Análisis visual de imágenes obtenidas del sensor ETM+ Satélite Landsat*. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. Universidad de Valladolid, pp. 12-16. Obtenido de [http://www.cartesia.org/data/apuntes/teledeteccion/landsat-analisis-visual.pdf]
- FERREYRA, R. (1993). *Registros de la vegetación en la costa peruana en relación con el Fenómeno el Niño*. Bull. Inst. fr. études andines, p. 4. Obtenido de [http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/22%281%29/259.pdf]
- FMAM (2005). *Manejo Sostenible en el Bosque Seco de Algarrobo en el Caserío de Progreso Bajo, II Etapa, Tambo Grande-Piura*. Fondo Global para el Medio Ambiente-Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 17 pp. Obtenido de [http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/767/1/BVCI0000141.pdf]
- FONTÚRBEL, F. (2007). *Evaluación de la pérdida de la cobertura del bosque seco chaqueño en el municipio de Toronto y en el Parque Nacional Torotoro (Potosí, Bolivia), mediante teledetección*. Lima, Perú: Departamento académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, p. 3. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v6n1-2/a07v6n1-2.pdf]
- FUNDACIÓN M.J. BUSTAMANTE DE LA FUENTE. (2010). *Cambio climático en el Perú. Costa Norte*. Lima, p. 60. Obtenido de [http://www.fundacionmjbustamante.com/wp-content/uploads/2012/06/Cambio-Climatico-Costa-Norte.pdf]
- GARCÍA, E. (2014). *Diseño de proceso y de planta piloto para fabricación de briquetas de aserrín*. Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú, p. 16. Obtenido de [http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1829/ING\_535.pdf?sequence=1]
- GARCÍA, G., ESCALANTE, T., & MORRONE, J. (2008). Establecimiento de prioridades para la conservación de mamíferos terrestres neotropicales de México. *Mastozología Neotropical*, pp. 41-65. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/pdf/mznt/v15n1/v15n1a05.pdf]
- GARCÍA, J. (s.f.). *Biogeografía. Tema 1. Conceptos previos*. Obtenido de [http://ocw.unican.es/ciencias-sociales-y-juridicas/biogeografia/materiales/pdfs-temas/1-Introduccion.pdf] Open course ware. Universidad de Cantabria.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO. (2002). Índice de vegetación (NDVI). *Centro de Información Agropecuaria*, pp.1-7.
- GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE. (2008). *Plan Regional de igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres de Lambayeque 2009-2014*. Chiclayo, 44 pp. Obtenido de [http://www.unfpa.org.pe/publicaciones/publicacionesperu/GRL-PRIO-Lambayeque-Oficial.pdf]

- GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE (2011). *Área de Conservación Regional Huacrupe La Calera*. Lambayeque, Perú: Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión Ambiental. Dirección de Recursos Naturales y Áreas Protegidas.
- GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE (2011). *Área de Conservación Regional Moyán Palacios*. Lambayeque, País: Perú. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión Ambiental. Dirección de Recursos Naturales y Áreas Protegidas.
- GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE. (2012). *Estudio sobre zonas de vida con fines de zonificación ecológica económica*, pp. 12-19. Obtenido de [[http://ot.regionlambayeque.gob.pe/public/ckfinder/userfiles/files/009\\_ESTUDIO%20DE%20\\_ZONAS%20DE%20VIDA%20LAMBAYEQUE.pdf](http://ot.regionlambayeque.gob.pe/public/ckfinder/userfiles/files/009_ESTUDIO%20DE%20_ZONAS%20DE%20VIDA%20LAMBAYEQUE.pdf)]: Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible.
- GÓMEZ, L. (2014). *Producción agrícola y ganadera en riesgo de perderse por sequía en Piura*. Heifer International Perú, pp. 1-2. Obtenido de [<http://es.slideshare.net/HeiferPeru/nota-sequa-en-piura-y-lambayeque>]
- GOTANGCO, K. & GURNEY, K. (2011). *Exploring Surface Biophysical – Climate Sensitivity to Tropical Deforestation Rates Using a GCM: A Feasibility Study*. Earth Interactions. Vol. 16. Paper N°4. Obtenido de [<http://gurney.faculty.asu.edu/uploads/pdffiles/Castillo.Gurney.El.2012.pdf>]
- GONZÁLEZ, J. (2012). Carl Troll y la geografía del paisaje: Vida, obra y traducción de un texto fundamental. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N°59*, pp. 173-200. Obtenido de [<http://www.boletinage.com/articulos/59/08-GONZALEZ%20TRUEBA.pdf>].
- GONZÁLEZ, N. (2013). *La lucha contra la Deforestación y la Degradación de los bosques*, p. 14. Obtenido de [[http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc\\_1003625271.pdf](http://www.reddccadgiz.org/documentos/doc_1003625271.pdf)]
- GOVERNMENT OF SOUTH AUSTRALIA (2011). *Have you seen this Alert Weed? Mesquit*. Obtenido de [[http://pir.sa.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/232434/Prosopis\\_pallida\\_June\\_2011.pdf](http://pir.sa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0018/232434/Prosopis_pallida_June_2011.pdf)]
- GRADOS, N., RUIZ, W., CRUZ, G., DÍAZ, C., & PUICÓN, J. (2000). *Productos industrializables de la algarroba peruana (prosopis pallida): algarrobina y harina de algarroba*. Piura: Unidad de Proyectos Ambientales, Universidad de Piura, pp. 2-3. Obtenido de [[http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/09\\_02/9\\_2\\_8.pdf](http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/09_02/9_2_8.pdf)]
- GREGORIO, J. (2007). *Tratamiento digital previo de las imágenes*. Módulo VII: Sistemas de Información Geografía y Teledetección. Escuela de Negocios. Obtenido de [[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45518/componente45516.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45518/componente45516.pdf)]
- GRUPO AGRONEGOCIOS. (18 de junio de 2013). *Bosques secos en Piura aportan más de S/. 70 millones en servicios ambientales*. Obtenido de [<http://www.agronegocios.pe/regionales/item/1171-bosques-secos-en-piura-aportan-mas-de-s-70-millones-en-servicios-ambientales>]
- GUEVARA, S. & LABORDE, J. (2008). *El enfoque paisajístico en la conservación: Rediseñando las reservas para la protección de la diversidad biológica y cultural en América Latina*. 1-12 pp. Obtenido de [[http://www.unesco.org/uy/mab/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/articulos\\_RB/EnvironmentalEthics\\_Espanol09.pdf](http://www.unesco.org/uy/mab/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/articulos_RB/EnvironmentalEthics_Espanol09.pdf)]
- GUEVARA, S. SÁNCHEZ-RÍOS G. & LABORDE, J. (s.f.). *La Deforestación*, p. 104. Obtenido de [<http://www1.inecol.edu.mx/paisaje/documentos/PDFs/5%20La%20Deforestaci%C3%B3n%20p%C3%A1g%2085-1.pdf>]
- GUEVARA, S. SÁNCHEZ-RÍOS G. & LANDGRAVE, R. (2004). *LOS TUXTLAS, El paisaje de la Sierra*. Instituto de Ecología, A.C., Unión Europea. 111-194 pp. México. Obtenido de [[http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/LOS\\_TUXTLAS.htm](http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/LOS_TUXTLAS.htm)]
- GURRUTXAGA, M., & LOZANO, P. (2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. *Estudios Geográficos, LXIX*, 265, 519-543. Obtenido de [<http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/viewArticle/97>]



- HISTORIAS Y LEYENDAS DEL BOSQUE DE POMAC. (29 de diciembre de 2005). *El bosque seco más denso y antiguo del Perú*. Bosque Pómac. Obtenido de [<https://bosque-pomac.blogia.com/>]
- HIJMANS, R.J., CAMERON, S.E., PARRA, J.L, JONES, P.G. & JARVIS, A. (2005). *Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas*. International Journal of Climatology, 25 (15), 1965 – 1978. Doi: 10.1002/joc.1276.
- HIJMANS, R.J., GUARINO, L., CRUZ, M. & ROJAS, E. (2001). *Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA – GIS*. Plants Genetic Resources Newsletter, 127, 15 – 19. Doi: 10.1016/j.compositesa.2008.10.018.
- HOCQUENGHEM, A. (s.f.). *Una historia del bosque seco. La ecorregión natural de bosque seco ecuatorial. Límites espaciales*, pp. 3-5. Obtenido de [<http://www.cepes.org.pe/debate/debate33/04-articulo-da33.pdf>]
- HOFFMAN, F.; FUNG, I.; RANDERSON, J.; THORNTON, P.; FOLEY, J.; COVEY, C.; JOHN, J.; LEVIS, S.; MAC, W.; VERTENSTEIN, M; STOCKLI, R.; RUNNING, S.; HEINSCH, F; ERICKSON, D. & DRAKE, J. (2006) *Terrestrial biogeochemistry in the community climate system model*, p. 363. Institute of Physics Publishing. Doi:10.1088/1742-6596/46/1/051
- HUMANO, C. (2013). *Modelo de la dinámica y producción forestal de la Selva Pedemontana de Yungas, Argentina*, p. 32. Obtenido de [<http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/maestria/2013humanocristianariel.pdf>]: Facultad de Ciencias Agrarias-UNJU. Universidad de Buenos Aires.
- HURTADO, C. (2007). *Uso de modelos de predicción como herramienta para estimar el área de distribución potencial de la especie Aniba perutilis Hemsley (comino crespo) en el departamentp del valle del cauca*. Popayán: Fundación Univeristaria de Popayán. Facultad de Ciencias Naturales. Programa de Ecología, p. 7. Obtenido de [[http://botanica.uniandes.edu.co/investigacion/pdfs/Hurtado-Distribucion\\_Aniba%20perutilis%20Hemsley\\_2007\\_.pdf](http://botanica.uniandes.edu.co/investigacion/pdfs/Hurtado-Distribucion_Aniba%20perutilis%20Hemsley_2007_.pdf)]
- IGLESIAS, T. (1993). *Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades del suelo en un pinar de repoblación (Pinus Pinaster), en Arenas de San Pedro (Ávila)*. Departamento de edafología. Facultad de Farmacia. Obtenido de [<http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/1/AD1016201.pdf>]
- IMARPE. (10 de diciembre de 1998). *Dirección general de investigación en pesca*. Seguimiento del incendio forestal en los alrededores de Olmos. Obtenido de: [<http://www.imarpe.gob.pe/argen/29/>]
- INDECI (2008). *Informe de Emergencia N°135 – 03/04/2008 COEN – SINADECI/ 18:00 horas (Informe N°64). Situación a nivel nacional por precipitaciones pluviales*. Instituto Nacional de Defensa Civil. Obtenido de [[http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/documentos/PERinunda\\_INDECI3abril08.pdf](http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/documentos/PERinunda_INDECI3abril08.pdf)]
- INEGI. (s.f.). *Aspectos técnicos de las imágenes Landsat*. Dirección General de Geografía y Medio Ambiente. Obtenido de [[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos\\_tecnicos\\_de\\_imagenes\\_landsat.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos_tecnicos_de_imagenes_landsat.pdf)]
- INFOREGIÓN (13 de noviembre de 2014). *Piden retirar proyecto de ley que afecta al Parque Nacional Cerros de Amotape*. Proyecto Binacional Puyango – Tumbes se sustenta exclusivamente en la reducción de la superficie del Parque Nacional. Obtenido de [<http://www.inforegion.pe/192524/piden-retirar-proyecto-de-ley-que-afecta-al-parque-nacional-cerros-de-amotape/>]
- INEI (2010). *Lambayeque: Indicadores Demográficos, Sociales, Económicos y de Gestión Municipal*. Piura. Fondo de Población de las Naciones Unidas, 74 pp. Obtenido de [<http://www.unfpa.org.pe/publicaciones/publicacionesperu/INEI-Lambayeque-Indicadores.pdf>]
- INRENA (1994). *Mapa ecológico del Perú: guía explicativa*. Lima.
- INRENA (2004). *Experiencia del Proyecto Algarrobo en la prevención y control de incendios forestales en bosques secos*. Piura, 47 pp. Sistematización realizada por: Ing. José Vilela Pingo.



- IPCC (2007). *Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies*. IPCC Expert Meeting Report. Noordwijkerhout, The Netherlands. Obtenido de [<http://www.aimes.ucar.edu/docs/IPCC.meetingreport.final.pdf>]
- JARA, F. (1990). *Potencial forestal del departamento de Lambayeque: inventario forestal del bosque seco en el departamento de Lambayeque*. Piura. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, 56 pp.
- KANNINEN, M., MURDIYARSO, D., SEYMOUR, F., ANGELSEN, A., WUNDER, S., & GERMAN, L. (2008). *¿Crecen los árboles sobre el dinero? Implicaciones de la investigación sobre deforestación en las medidas para promover la REDD*, p. 2. Obtenido de [[http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/BKanninen0801SP.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BKanninen0801SP.pdf)]
- LACOSTE, A. (1978). *Biogeografía*. Barcelona, España: Oikos-Tau, 271 pp.
- LAMADRID, A. (s.f.). La tala ilegal del bosque seco en la región Lambayeque-Perú: problemas y soluciones. *Revista Científica MONFRAGÜE DESARROLLO RESILIENTE*, 118-138. Obtenido de [<http://www.monfragueresiliente.com/Documentos/numero5/inv6.pdf>]
- LA PRENSA. (9 de mayo de 2014). *Detienen a camión que transportaba ilegalmente 15 toneladas de carbón en Lambayeque*. Obtenido de [<http://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-transporte-ilegal-carbon-vegetal-15-toneladas-lambayeque-25360>]
- LA PRIMERA. (20 de setiembre de 2008). *Incendio arrasó dos mil hectáreas. Lambayeque perdió forestales*. Obtenido de [[http://www.laprimera.peru.pe/online/ecologia/lambayeque-perdio-forestales\\_23864.html](http://www.laprimera.peru.pe/online/ecologia/lambayeque-perdio-forestales_23864.html)]
- LA REPUBLICA.PE. (19 de mayo de 2013). *Plaga de hongos carcome árboles de algarrobo*. Obtenido de [<http://www.larepublica.pe/19-05-2013/plaga-de-hongos-carcome-arboles-de-algarrobo>]
- LA REPUBLICA.PE (21 de enero de 2014). *Ronderos contra el tráfico ilegal de madera en Chaparrí*. Obtenido de [<http://www.larepublica.pe/21-01-2014/ronderos-contra-el-trafico-ilegal-de-madera-en-chaparrí>]
- LA TORRE, M., & LINARES, R. (2008). Mapas y clasificación de vegetación en ecosistemas estacionales: un análisis cuantitativo de los bosques secos de Piura. *Revista Perú biológico* 15(1), 31-42. Obtenido de [<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/1668>]
- LARA, A., URRUTIA, R., LITTLE, C., & MARTÍNEZ, A. (2010). Servicios Ecosistémicos y Ley del Bosque Nativo: No basta con definirlos. *Revista Bosque Nativo*, 3-9. Obtenido de [[http://www.bosquenativo.cl/descargas/Revista\\_Bosque\\_Nativo/RBN\\_47\\_art\\_tec1web.pdf](http://www.bosquenativo.cl/descargas/Revista_Bosque_Nativo/RBN_47_art_tec1web.pdf)]
- LEAL, J., & LINARES, R. (2005) Los bosques secos de la Reserva de Biósfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación. *Caldasia*, 195-211. Obtenido de <http://www.jstor.org/discover/10.2307/23641637?uid=3738800&uid=2&uid=4&sid=21106788304113>
- LINARES, R. (2004). *Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú*. Lima: Herbario MOL Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de [[http://www.researchgate.net/profile/Reynaldo\\_Linares-Palomino/publication/262102957\\_Los\\_BosquesTropicales\\_Estacionalmente\\_Secos\\_I.\\_El\\_concepto\\_de\\_los\\_bosques\\_secos\\_en\\_el\\_Peru/links/5437c64d0cf2027cbb20454b.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Reynaldo_Linares-Palomino/publication/262102957_Los_BosquesTropicales_Estacionalmente_Secos_I._El_concepto_de_los_bosques_secos_en_el_Peru/links/5437c64d0cf2027cbb20454b.pdf)]
- LINARES, R. (2005). Spatial distribution patterns of trees in a seasonally dry forest in the Cerros de Amotape National Park, northwestern Peru. *Bosques relictos del NO de Perú y SO de Ecuador. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM*, pp. 317-326. Obtenido de [[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1727-99332005000200015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1727-99332005000200015&script=sci_arttext)].
- LLÚNCOR, C. (2011). *Refugio de Vida Silvestre Laquipampa*. Obtenido de [<http://es.scribd.com/doc/51766468/Refugio-de-Vida-Silvestre-Laquipampa#scribd>]
- LO, J. (2015). *Cuando el último tronco de algarrobo termine en la cocina de una pollería*. Diario Poder. Obtenido de [<https://poder.pe/2015/07/19/00271-cuando-el-ultimo-tronco-de-algarrobo-termine-en-la-cocina-de-una-polleria/>]

- LUCHINI, L. (s.f.). *Harina de algarrobo, herencia para valorar*. Alimentos Argentinos, p. 4. Obtenido de [<http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/pdfs/60/8.pdf>]
- LUNA, I. & CONTRERAS, R. (2010). *Métodos biogeográficos y su aplicación en la conservación de la biodiversidad en México*. Universidad Simón Bolívar, 34 pp. Obtenido de [[http://www.inecc.gob.mx/descargas/con\\_eco/2010\\_sem\\_megadiverso\\_pres\\_04\\_luna\\_contreras.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/2010_sem_megadiverso_pres_04_luna_contreras.pdf)]
- MADRID, A. & ORTÍZ, L. (s.f.). Análisis espacial, p. 17. Obtenido de [<http://www.bdigital.unal.edu.co/1239/3/02CAPI01.pdf>]
- MANAY, N. (19 de Mayo de 2013). Casi el 96% del área del Santuario Histórico Bosque de Pómac está en peligro. *La República*. Obtenido de [<http://www.larepublica.pe/19-05-2013/casi-el-96-del-area-del-santuario-historico-bosque-de-pomac-esta-en-peligro>]
- MANTA, I. & LEÓN, H. (2004). *Los incendios forestales en el Perú: Grave problema por resolver*, pp. 1-8. Obtenido de [<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/viewFile/2392/2001>]
- MARAPI, R. (2013). La deforestación de los bosques: un proceso indetenible. *La Revista Agraria*, 6-7. Obtenido de [<http://servindi.org/actualidad/97965>]
- MARTÍNEZ, N. (2010). *Apuntes sobre modelación de nichos ecológicos*. Laboratorio de Evolución Molecular y Experimental, del Instituto de Ecología de la UNAM, p. 5. Obtenido de [[http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es\\_ES/Blog/Documentos\\_blog/apuntes-sig-modelacion.pdf](http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/Blog/Documentos_blog/apuntes-sig-modelacion.pdf)]
- MATEO, R., FELICÍSIMO, Á., & MÚÑOZ, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*, pp. 217-240. Obtenido de [<http://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v84n2/art08.pdf>]
- MATEO, R., FELICÍSIMO, Á., & MUÑOZ, J. (2012). *Modelos de distribución de especies y su potencialidad como recurso educativo interdisciplinar*. Madrid: Real Jardín Botánico (CSIC); Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura, pp. 9-10. Obtenido de [<http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/881/1030>]
- MATTEUCCI, S. (2012). *I Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana. Desafíos y escenarios de desarrollo para las ciudades latinoamericanas*. Universidad Nacional General Sarmiento. Instituto del Conurbano, p. 7. Obtenido de [[http://www.ungs.edu.ar/ms\\_ico/?p=305](http://www.ungs.edu.ar/ms_ico/?p=305)]
- MDRAYMA. (2008). *Política Nacional para la Gestión Integral de los bosques*, pp. 7-9. Obtenido de [[http://www.ibepa.org/index-Dateien/46\\_Politica\\_Nal\\_bosques\\_MDR.pdf](http://www.ibepa.org/index-Dateien/46_Politica_Nal_bosques_MDR.pdf)]
- MEDINA, G. (10 de Julio de 2014). *Laquipampa, el Primer Refugio de Vida Silvestre en el Perú*. Obtenido de [<http://www.peruenvideos.com/laquipampa-primer-refugio-vida-silvestre-peru/>]
- MEIER, M. (18 de Setiembre de 1996). *San Pedro de Lloc y sus mágicos algarrobos: El bosque que se va...* El Comercio. Obtenido de [[http://www.ecologiaaldia.com/mmmq/d96\\_montes.htm](http://www.ecologiaaldia.com/mmmq/d96_montes.htm)]
- MEIER, M. (19 de Setiembre de 2011). *Tala ilegal destruyó más del 23% de bosques entre Piura y Huancabamba*. El Comercio. Obtenido de [[http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/tala-ilegal-destruyo-mas-23-bosques-entre-piura-huancabamba\\_1-noticia-1305037](http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/tala-ilegal-destruyo-mas-23-bosques-entre-piura-huancabamba_1-noticia-1305037)]
- MELÉNDEZ, I., NAVARRO, J., GÓMEZ, I., & KOCH, M. (s.f.). *Análisis de series temporales de vegetación obtenidas mediante teledetección como herramienta para el seguimiento de procesos de desertificación*. España: Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández de Elche; Center for Remote Sensing, Boston University, p. 339. Obtenido de [<http://congresos.um.es/icod/icod2009/paper/viewFile/4961/4571>]
- Mendoza.edu.ar (2015). *Ecosistema – Ecosistema del desierto mendocino*. Obtenido de [[http://www.mendoza.edu.ar/contenidosdigitales/index.php?option=com\\_content&view=article&id=982:ecosistema&Itemid=1393&limitstart=2](http://www.mendoza.edu.ar/contenidosdigitales/index.php?option=com_content&view=article&id=982:ecosistema&Itemid=1393&limitstart=2)].

- MENDOZA, W. (2013). *Lambayeque tiene unas 709 mil hectáreas según mapa forestal*. Obtenido de [[http://www.rpp.com.pe/2013-05-20-lambayeque-tiene-unas-709-mil-hectareas-de-bosque-segun-mapa-forestal-noticia\\_596230.html](http://www.rpp.com.pe/2013-05-20-lambayeque-tiene-unas-709-mil-hectareas-de-bosque-segun-mapa-forestal-noticia_596230.html)].
- MERCHÁN, C., ASENJO, V., BIANUCCI, P., CUENCA, J., FRANCO, F., HERRERA, P., . . . SERRADA, M. (2009). *Ecología del paisaje y seguimiento ambiental: Feedback en Materia Ambiental*. Madrid: Asociación Técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental. Obtenido de [<http://www.ecopas.es/Descargas/ecopas09-libro.pdf>]
- MFS. (s.f.). *Catálogo de Innovaciones del Programa Manejo Forestal Sostenible en la Región Andina*, p. 15. Obtenido de [<http://www.forestalsostenibleandina.net/Proyectos/catalogo-de-proyectos.aspx>]
- MILLÁN, M. (2004). La Geografía de la percepción: una metodología de análisis para el desarrollo rural. *Papeles de Geografía*, 133-149. Obtenido de [<http://revistas.um.es/geografia/article/view/44601>].
- MINAG (2009). *Aprovecharán Fenómeno del Niño para reforestar bosques secos*. Obtenido de AgroForum.pe. Tu agro herramienta virtual: [<http://www.agroforum.pe/foresteria/aprovecharan-fenomeno-del-nino-reforestar-bosques-secos-1964/?langid=1>]
- MINAGRI. (2013). *Adaptación al cambio climático para la competitividad agraria*. Lima. [[http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/bioenergia/adaptacion\\_algarroba\\_cacao.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/bioenergia/adaptacion_algarroba_cacao.pdf)]
- MINAM. (2011) (a). *Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado-SINANPE*. Perú: SERNANP. Obtenido de [[http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/mapas/ListaAnps\\_22042015.pdf](http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/mapas/ListaAnps_22042015.pdf)]
- MINAM (2011) (b). *La desertificación en el Perú. Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía*. Lima, pp. 37-40. Obtenido de [<http://cdam.minam.gob.pe/novedades/desertificacionperu.pdf>]
- MINAM (2011) (c). *El Perú de los bosques*, 73 pp. [<http://cdam.minam.gob.pe/novedades/elperudelosbosques2011.pdf>]
- MINAM (2011) (d). *Mapa del Patrimonio Forestal Nacional*, pp. 1-6. Obtenido de [<http://cdam.minam.gob.pe/novedades/mapapatrimoniorestal.pdf>]
- MINAM & GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE (2008). *Plan Estratégico Regional del Sector Agrario de Lambayeque 2009 – 2015*. Chiclayo, Perú. Obtenido de [[http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes\\_estrategicos\\_regionales/lambayeque.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/lambayeque.pdf)]
- MINCETUR. (s.f.). *Plan Maestro. Área de Conservación Privada Chaparrí*, 83 pp. Obtenido de [[http://www.mincetur.gob.pe/newweb/portals/0/RUTA\\_MOHCE\\_Plan\\_Maestro\\_area\\_Conservacion\\_Privada\\_Chaparrí.pdf](http://www.mincetur.gob.pe/newweb/portals/0/RUTA_MOHCE_Plan_Maestro_area_Conservacion_Privada_Chaparrí.pdf)]
- MOIZO, P. (2004). La percepción remota y la tecnología SIG: una aplicación en ecología de paisaje. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 1-24. Obtenido de [[http://geofocus.rediris.es/docPDF/Articulo1\\_2004.pdf](http://geofocus.rediris.es/docPDF/Articulo1_2004.pdf)]
- MONTENEGRO, C., BONO, J., PAMUCHI, M., & STRADA, M. (s.f.). *La Deforestación y Degradación de los Bosque Nativos*. Argentina, p. 263. Obtenido de [<http://www.biblioteca.org.ar/libros/210434.pdf>]; Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Dirección de Bosques, SA y OS.
- MONTORO, B. (2012). *Utilización de especies nativas del “Bosque Seco” para la recuperación del paisaje en el proceso de cierre del botadero a cielo abierto del distrito Las Lomas – Piura*. Obtenido de [[http://tecnica.uni.edu.pe/site/DataTecnica/TECNIA-26-\(1\)-2012-03.pdf](http://tecnica.uni.edu.pe/site/DataTecnica/TECNIA-26-(1)-2012-03.pdf)]
- MORALES, F. (2012). La Geografía de la percepción: una metodología válida al caso de una ciudad de tipo medio-pequeño. El ejemplo de Yecla (Murcia). Universidad de Murcia, España. *Papeles de Geografía. Núm, 55-56*, 137-152. Obtenido de [<http://revistas.um.es/geografia/article/view/176261>]



- MORALES, N. (2012). *Modelos de distribución de especies: Software Maxent y sus aplicaciones en Conservación*. Revista Conservación Ambiental, Vol 2. N°1. pp. 1-5. Obtenido de [<http://www.ecomabi.cl/biblioteca/file/300-notas-y-comentarios-modelos-de-distribucion-de-especies-software-maxent-y-sus-aplicaciones-en-conservacion?tmpl=component>]
- MORIZAKI, A. (1998). *Política de manejo de los bosques secos*. En Bosques secos y desertificación. INRENA, pp. 5-6.
- MORLÁNS, M. (2005). *Introducción a la Ecología del Paisaje*. Editorial Científica Universitaria-Universidad Nacional de Catamarca, p. 4. Obtenido de [<http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/001-Introd-ecologia-del-paisaje.pdf>].
- MOSCOVICH, F., IVANDIC, F., & BESOLD, L. (s.f.). *Manual de Manejo de Fuego y Control de Incendios Forestales*, p. 24. Obtenido de [<http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/forestacion/manuales/manual%20de%20incendios%20baja.pdf>]
- MOSTACEDO, B. & FREDERICKSEN, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Editorial El País, pp. 12-14, 51. Obtenido de [<http://www.bionica.info/biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>]
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE (2010). *Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Lambayeque 2011-2021*. Informe final, p. 78. Concejo de Coordinación Local Provincial Obtenido de [[http://www.munilambayeque.gob.pe/documentos/PDCProv2011\\_2021.pdf](http://www.munilambayeque.gob.pe/documentos/PDCProv2011_2021.pdf)]
- NATIONAL WEEDS STRATEGY EXECUTIVE COMMITTEE (2001). *Mesquite (Prosopis species) Strategic Plan*, pp. 12-20. Obtenido de [<http://www.southwestnrm.org.au/sites/default/files/uploads/ihub/agriculture-and-resource-management-council-australia-and-new-zealand-2001-wons-mesquite.pdf>]
- NOVOA, Z. (2011). *Valoración económica del patrimonio natural: las áreas naturales protegidas*. Lima. PUCP, Sociedad Geográfica de Lima, 108 pp.
- ODUM, E. (1969). *La estrategia de desarrollo de los ecosistemas*. El entendimiento de la sucesión ecológica proporciona las bases para resolver el conflicto del ser humano con la naturaleza. Athens. Georgia, Estados Unidos. Obtenido de [<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n26/aeodu.html>]
- OJEA, E. (s.f.). *Valoración de los Bienes y Servicios de los Ecosistemas: Agua y Recreo*. Fundación BBVA, p. 5. Obtenido de [[http://www.bc3research.org/events/climbe/images/stories/workshop/2011/ponencias/Elena\\_Ojea.pdf](http://www.bc3research.org/events/climbe/images/stories/workshop/2011/ponencias/Elena_Ojea.pdf)]
- OSINFOR. (s.f.). *Modelamiento espacial de nichos ecológicos para la evaluación de presencia de especies forestales maderables en la amazonía peruana*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 82 pp. Obtenido de [http://www.osinfor.gob.pe/portal/data/destacado/adjunto/modelamiento\\_nichos\\_ecologicos.pdf](http://www.osinfor.gob.pe/portal/data/destacado/adjunto/modelamiento_nichos_ecologicos.pdf)
- OTIVO, J. (2008). *Gestión sostenible de los bosques secos*. Piura. Encuentro Económico Región Piura, pp. 1-23. Obtenido de [<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2008/Piura/EER-Piura-05Otivo.pdf>]
- OTIVO, J. (2010). *Manejo de bosques y captura de carbono como estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático*. Taller internacional. Lecciones aprendidas de la Gestión del Riesgo en Procesos de Planificación e Inversión para el Desarrollo: el caso peruano. Perú: EIRD, p. 9. Obtenido de [[http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/exposiciones/Ponencias\\_segundo\\_dia/2d-Panel\\_AIDER.pdf](http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/exposiciones/Ponencias_segundo_dia/2d-Panel_AIDER.pdf)]
- PANTOJA, H. (15 de Febrero de 2014). *Lambayeque: Sequía extrema afecta tres localidades del norte*. Perú 21. Obtenido de [<http://peru21.pe/actualidad/lambayeque-sequia-extrema-afecta-tres-localidades-norte-2170189>]
- PARKSWATCH. (marzo de 2005). *Noticias del campo*. Amenazas al Santuario Histórico Bosque de Pómac. Obtenido de [<http://www.parkswatch.org/news.php?l=spa&id=249>]



- PASIECZNIK, NM; HARRIS, PJC & SMITH, SJ. (2004). *Identifying Tropical Prosopis Species*. A Field Guide. HDRA, Coventry, UK. Obtenido de [<http://gardenorganic.org.uk/sites/www.gardenorganic.org.uk/files/resources/international/IdentifyingProsopisGuide.pdf>]
- PATTA, V. (2002). *Ecologia vegetal: conceitos básicos*. UFRGS, Departamento de Ecologia, pp. 1-7 Obtenido de [<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>]
- PÉREZ, F., & DE LA RIVA, J. (1998). *El empleo de imágenes Landsat TM para la detección y cartografía de áreas incendiadas en el Prepirineo Occidental Oscense*. *Geographicalia*, pp. 131-145. Obtenido de [[http://www.researchgate.net/publication/28314466\\_El\\_empleo\\_de\\_imgenes\\_Landsat\\_TM\\_para\\_la\\_deteccion\\_y\\_cartografa\\_de\\_reas\\_incendiadas\\_en\\_el\\_Prepirineo\\_occidental\\_oscense](http://www.researchgate.net/publication/28314466_El_empleo_de_imgenes_Landsat_TM_para_la_deteccion_y_cartografa_de_reas_incendiadas_en_el_Prepirineo_occidental_oscense)]
- PEROSA, M. FACUNDO, R. VILLAGRA, P. TOGNELLI, M. CARRARA, R. & ALVAREZ, J. (2014). *Distribución potencial de los bosques de Prosopis flexuosa en la Provincia Biogeográfica del Monte (Argentina)*. Instituto de Ciencias Ambientales-Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, pp. 238-248. Obtenido de [<http://www.ecologiaaustral.com.ar/files/24-2-12.pdf>]
- PERÚ21 (4 de abril del 2009). *Declaran en emergencia a los bosques secos de Lambayeque*. Estos son sometidos a un proceso de explotación permanente por una creciente demanda del carbón y leña para fines comerciales. El ritmo de deforestación es de siete mil hectáreas por año. Obtenido de [[http://peru21.pe/noticia/268930/declaran-emergencia-bosques-secos-lambayeque\\_1](http://peru21.pe/noticia/268930/declaran-emergencia-bosques-secos-lambayeque_1)]
- PHILLIPS, S.J, ANDERSON, R.P. & SCHAPIRE, R.E. (2006). *Maximun entropy modeling of species geographic distributions*. *Ecological Modelling*, 190 (3-4), 231 – 259. Doi: 10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026
- PHILLIPS, S., & DUDÍK, M. (2007). *Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation*. Inc. Journal compilation, pp. 161-175 [doi: 10.1111/j.2007.0906-7590.05203.x].
- Plan Nacional de Manejo del Fuego & Jefatura de Gabinete de Ministros. (2006). *Manual de combatiente de incendios forestales*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, p. 9. Obtenido de [<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/compras/File/Manual%20Combat.2006.pdf>]
- PLISCOFF, P. & FUENTES-CASTILLO, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, pp. 61-79. Obtenido de [<http://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n48/art05.pdf>]
- PNUD & INDECI (2003). *Mapa de Peligros de la ciudad de Lambayeque*. Lambayeque: Proyecto INDECI-PNUD PER/02/051 Ciudades Sostenible. Obtenido de [[http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/estudios\\_cs/lambayeque.htm](http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/estudios_cs/lambayeque.htm)]
- POSADA, E., RAMÍREZ, H., ISAACS, P., & BARAJAS, M. (2010). *Generación de modelos de distribución de ecosistemas vulnerables al cambio climático*. Colombia: Universidad de Manizales, p. 15. Obtenido de [<http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/view/190>]
- PRB. (s.f.). *La gente sana necesita bosques sanos-Población y deforestación*. Population Reference Bureau, pp. 3-4. Obtenido de [[http://www.prb.org/pdf/HealthyPeopleNeed\\_Sp.pdf](http://www.prb.org/pdf/HealthyPeopleNeed_Sp.pdf)]
- PROKOPIUK, D. CRUZ, G. GRADOS, N. GARRO, O. & CHIRALT, A. (2000). *Estudio comparativo entre frutos de Prosopis alba y Prosopis pallida*. Piura. Facultad de Ingeniería. Universidad de Piura, pp. 1-15. Obtenido de [[http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/09/9\\_5.pdf](http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/09/9_5.pdf)]
- PROYECTO ALGARROBO (1997). *Declaran en emergencia los bosques secos de Lambayeque: ritmo de deforestación de los bosques de Lambayeque es de un aproximado de 7 mil hectáreas por año*. *El Comercio*. Obtenido de [<http://elcomercio.pe/peru/268913/noticia-declaran-emergencia-bosques-secos-lambayeque>]

- REINO UNIDO (s.f.). *Técnicas de teledetección para una vigilancia más efectiva del cambio ambiental y climático en la Antártida*. Documento de trabajo presentado por el Reino Unido. XXXIV Antarctic Treaty Consultative Meeting – Buenos Aires.
- REMOLINA, F. (2006). *Propuesta de tipología de corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá*. Bogotá: Subdirección científica. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, pp. 16-17. Obtenido de [<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3396721>]
- REQUES, P. (s.f.). *La geografía de la percepción y del comportamiento: una introducción*. Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria, p. 2. Obtenido de [<http://www.psicologiajoven.com/publicaciones5/Geografia%20de%20la%20percepcion.pdf>]
- RHODY, B. (s.f.). *Interpretación de fotografías y cartografía con fines forestales*. Instituto de Investigaciones forestales, Birmensdorf, Zurich (Suiza). Obtenido de [<http://www.fao.org/docrep/24755s/24755s02.htm>]
- RIahi K.; RAO, S.; KREY, V.; CHO, C.; CHIRKOV, V.; FISCHER, G.; KINDERMANN, G.; NAKICENOVIC, N. & RAFAJ, P. (2011). *A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions*. *Climatic Change* (2011) 109: 33 – 57. Doi: 10.1007/s10584-011-0149-y
- RÍOS, M. (17 de junio de 2015). *Las agroexportaciones y su llegada a 157 destinos*. GGestión, el diario de economía y negocios de Perú. Obtenido de [<http://gestion.pe/economia/agroexportaciones-y-su-llegada-157-destinos-2134896>]
- RODAS, M.; SANTAYANA, T.; URREGO, G. (2010). *Recursos hídricos subterráneos en Perú*. PNUMA, pp. 6-7. Obtenido de [<http://www.pnuma.org/agua-miaac/CODIA%20HIDROGEOLOGIA/MATERIAL%20ADICIONAL/PONENCIAS%20HIDROGEOLOGIA/PARTICIPANTES/Peru/Hidrogeologia%20en%20Peru.pdf>]
- RODRÍGUEZ, J. (s.f.). *Décimo informe sobre el estado de la Nación en desarrollo humano sostenible. Informe final. Bosque pago de servicios ambientales e industria forestal*. Consejo Nacional de Rectores. La Defensoría de los Habitantes, p. 2. Obtenido de [[http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/010/Rodriguez\\_2004.pdf](http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/010/Rodriguez_2004.pdf)]
- RODRÍGUEZ, M., GUERRA, G., REYES, B., & BANDA, R. (2008). *III Congreso Internacional de Ecosistemas Secos*. Bogotá, Colombia: Fundación Ecosistemas, pp. 1-65. Obtenido de [[http://www.ecosistemassecos.org/Documentos/libro\\_resumenes\\_proyecto6.pdf](http://www.ecosistemassecos.org/Documentos/libro_resumenes_proyecto6.pdf)]
- RODRÍGUEZ, R. (2009). *El Fenómeno El Niño (FEN) en la costa norte del Perú: Principales Impactos*. Piura: Universidad de Piura, pp. 21-30. Obtenido de [<http://www.riesgoclimatico.org/Foro-Preven/Fen-Impactos.pdf>]
- RPP NOTICIAS. (7 de junio de 2011). *Bosques de algarrobo en peligro por expansión de chacras en Lambayeque*. Obtenido de [[http://www.rpp.com.pe/2011-06-07-bosques-de-algarrobo-en-peligro-por-expansion-de-chacras-en-lambayeque-noticia\\_373146.html](http://www.rpp.com.pe/2011-06-07-bosques-de-algarrobo-en-peligro-por-expansion-de-chacras-en-lambayeque-noticia_373146.html)]
- SALAZAR, J. (2009). *Agricultura y Agro Exportación en el desarrollo Provincial*. Municipalidad Provincial de Chiclayo. Obtenido de [<http://www.juanjosalazargarcia.com/descargas/Agroexportacion.pdf>]
- SAMMARTINO, F. (2011). *Algarrobo: Sombra, carne y madera*. Obtenido de [<http://www.lanacion.com.ar/1395050-algarrobo-sombra-madera-y-carne>]
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). *Gestión forestal sostenible, biodiversidad y medios de vida*. Montreal, p. 6. Obtenido de [<https://www.cbd.int/development/doc/cbd-guide-des-bonnes-pratiques-forests-web-es.pdf>]
- SERNANP. (2011). *Más bosques protegidos: Dos nuevas Áreas de Conservación Regional conservarán los bosques secos de Lambayeque*. Obtenido de [<http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/noticia.jsp?ID=633>]

- SERNANP (2011). *Plan Maestro del Santuario Histórico Bosque de Pómac 2011-2016*. San Isidro, Lima. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, 175 pp. Obtenido de [[http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/Bosque\\_de\\_Pomac/PLAN\\_MAESTRO\\_SHB\\_P\\_2011-2016.pdf](http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/Bosque_de_Pomac/PLAN_MAESTRO_SHB_P_2011-2016.pdf)]
- SENAMHI (2013). *Clima y Escenarios de Cambio Climático en Perú*. Obtenido de [[http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_forst\\_geo\\_und\\_hydrowissenschaften/fachrichtung\\_forstwissenschaften/institute/inter/tropen/forschung/INCA/workshops/pres2013/Dacuna-SENAMHI.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_forst_geo_und_hydrowissenschaften/fachrichtung_forstwissenschaften/institute/inter/tropen/forschung/INCA/workshops/pres2013/Dacuna-SENAMHI.pdf)]
- SENAMHI & MINAM (2014). *El fenómeno El Niño en el Perú*. Reducir la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida ante riesgo de desastres. Desarrollar el conocimiento del riesgo. Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014 – 2021 (Objetivo Nacional y Objetivo Estratégico 1). Obtenido de [[http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final\\_web.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final_web.pdf)]
- SILVA, J. & CORNEJO, C. (2013). *Guía de Aves-Santuario Histórico Bosque de Pómac*. Lince, Lima: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2013-08119, 45 pp. Obtenido de [[http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/Bosque\\_de\\_Pomac/BOSQUEDEPOMAC-FINAL.pdf](http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/Bosque_de_Pomac/BOSQUEDEPOMAC-FINAL.pdf)]
- SKOLMEN, R. (1990). *Prosopis pallida (Humb & Bonpl. Ex Wild) H.B.K Kiawe*, pp. 1-4. Obtenido de [<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Prosopispallida.pdf>]
- SMITH, T., & SMITH, R. (2007). *Ecología*. Universidad de Virginia: Madrid. Obtenido de [<http://www.freelibros.org/ecologia/ecologia-6ta-edicion-thomas-m-smith-y-robert-leo-smith.html>]
- SOBA, A. (2012). *La evaluación de paisajes: tres casos de estudio*. Montevideo, Uruguay, pp. 13-26. Obtenido de [[http://www.conpadre.org/L&E/L&E\\_v6\\_n1\\_2012/02\\_p13-26.pdf](http://www.conpadre.org/L&E/L&E_v6_n1_2012/02_p13-26.pdf)]: Revista Labor & Engenho.
- SPDA (7 de noviembre de 2014). *Tumbes: Gobierno anunció que por primera vez recortarán un Parque Nacional para proyecto de irrigación*. Obtenido de [<http://www.actualidadambiental.pe/?p=26353>]
- TIRIA, D.; ALMEIDA, P.; PADILLA, D.; CORTÉS, K.; DÍAZ, M.; ÁLVEREZ, U.; PINOS, G.; BOADA, C. & SORIA, P. (2004). *Portafolio de Sitios Prioritarios para la Conservación dentro de la Unidad de Planificación Ecorregional Pacífico Ecuatorial: Componente Terrestre*. Fundación Jatun Sacha, CDC – Ecuador, CDC – UNALM, The Nature Conservancy, Quito, Ecuador.
- TORRES, R., & JAYAST, P. (2010). *Modelos predictivos de distribución para cuatro especies de mamíferos (cingulata, artiodactyla y rodentia) típicas del chaco en Argentina*. Mendoza, p. 337. Obtenido de [<http://www.sarem.org.ar>].
- UICN-Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. (2012). *Una mirada integral a los bosques del Perú*. Quito, Ecuador. Obtenido de [<http://www.uicn.org/sur>]
- UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA (2000). *Características de las imágenes y su tratamiento*. Obtenido de [<file:///C:/Users/ARomero/Downloads/20452-2683.pdf>]
- VALDÉS, A. (2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas. Revista científica técnica ecológica y medio ambiente*, pp. 11-20. Obtenido de [<http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/19/13>].
- VALENCILLO, S. (2009). *Los cambios en el paisaje y su efecto sobre la distribución de las especies: modelización y aplicación a la conservación de las aves de hábitats abiertos en paisaje mediterráneos*. Solsona, p. 7. Obtenido de [<http://www.tesisred.net/bitstream/handle/10803/8354/Tsvr1de1.pdf?sequence=1>]
- VALLEJO, C., LEVERÓN, M., & RAMOS, K. (2013). *Los Bosques, Aliados frente al Cambio Climático*. Honduras: Programa de Fomento al Manejo Sostenible de Recursos Naturales y Desarrollo Económico Local (PROFENA), p. 7. Obtenido de [<http://cambioclimaticohn.org/uploaded/content/category/385832140.pdf>]

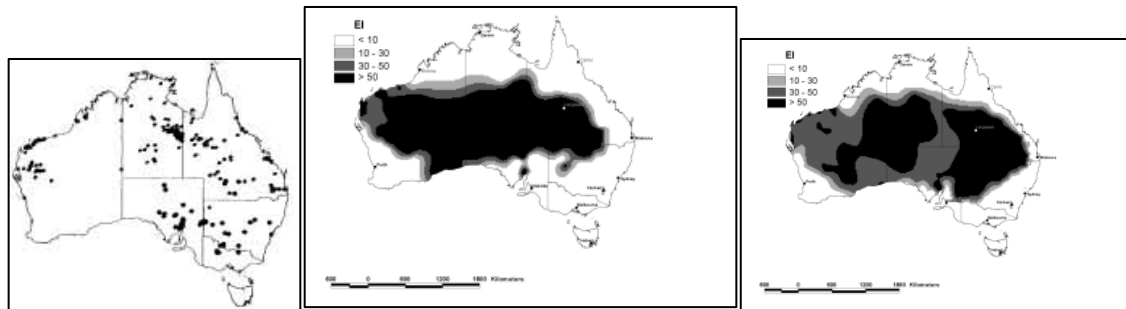


- VAN DER MAAREL, E. & FRANKLIN, J. (2013). *Vegetation Ecology. Chapter 1: Historical Notes and Outline*. Chichester, United Kingdom, 51 pp. Obtenido de [<http://labs.bio.unc.edu/Peet/courses/bio669/papers/DeMaarel.pdf>]
- VELÁSQUEZ, J. (18 de Noviembre de 2009). Ejecutivo refuerza lucha contra la tala de algarrobos en el norte del país. *InfoRegión. Agencia de Prensa Ambiental* Obtenido de [<http://www.inforegion.pe/portada/42044/ejecutivo-refuerza-lucha-contra-la-tala-ilegal-de-algarrobos-en-el-norte-del-pais/>]
- VILA, J.; VARGA, D.; LLAUSÁS A. & RIBAS, A. (2006). *Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology) Una interpretación desde la geografía*. Universitat de Girona. Unitat de Geografia i Institut de Medi Ambient. Obtenido de [[http://web2.udg.edu/aigua/material/Conceptos%20y%20m%C3%A9todos%20fundamentales%20en%20ecolog%C3%ADa%20del%20paisaje\\_DAG\\_48\\_2006.pdf](http://web2.udg.edu/aigua/material/Conceptos%20y%20m%C3%A9todos%20fundamentales%20en%20ecolog%C3%ADa%20del%20paisaje_DAG_48_2006.pdf)]
- WALSH. (s.f.). *Recursos forestales*, p. 12. Obtenido de [<http://www.southperupanel.org/files/eias/50.%20EIA%20REPSOL%20PROYECTO%20DESARROLLO%20CAMPO%20SUR%20KINTERONI%20-%20LOTE%2057/4.2.3%20Recursos%20Forestales.pdf>]: EIA Proyecto de Desarrollo del Área Sur del campo kinteroni.
- WEED MANEGEMENT (2003). *Weed Management Guide. Mesquite (Prosopis species)*. Obtenido de [<http://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/publications/guidelines/wons/pubs/prosopis.pdf>]
- WHALEY, O. (2009). *Salvemos al Huarango: árbol peruano para combatir el cambio climático*. Obtenido de [<http://radio.rpp.com.pe/cuidaelagua/salvemos-al-huarango-arbol-peruano-para-combatir-el-cambio-climatico/>]
- WHALEY, O. (2010). *Sembrando un futuro: Restauración y Manejo Sostenible de los bosques y la Naturaleza en Ica, Perú*, 62 pp. Obtenido de [[http://www.kew.org/science/tropamerica/icaperu/restauracion\\_libro.pdf](http://www.kew.org/science/tropamerica/icaperu/restauracion_libro.pdf)]
- ZARCO, E.; VALDÉZ, JI.; ÁNGELES, G.; CASTILLO, O. (2010) *Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macupana, Tabasco*. Universidad y Ciencia, 26(1) pp. 1-17. Obtenido de [<http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n1/v26n1a1.pdf>]



## ANEXOS

Anexo 1: Mapa de localización de invasiones de mesquite (*Prosopis sp.*) en Australia y distribución proyectada según variables climáticas.



Fuente: Gobierno de Queensland

## Anexo 2: Formato de encuesta

1. ¿Qué partes del árbol utiliza más?
  - a. El tronco
  - b. La planta
  - c. Los frutos
  - d. Otros
2. ¿Cuál es el uso que le da a la especie de algarrobo para su beneficio?
  - a. Uso doméstico o alimenticio
  - b. Uso comercial (productos/leña)
  - c. Uso medicinal
  - d. Otros
3. ¿Con qué frecuencia se extraen los árboles de algarrobo? (Semanal/Mensual/Anual)
4. ¿Cuáles son sus mercados de destino?
5. ¿Cuál cree es la interrelación entre la fauna existente en la región y los bosques de algarrobo? Pregunta para los que conocen el tema (guardabosques y actores clave) Casos conocidos
6. ¿Cuál cree son las causas o amenazas de la desaparición de los bosques secos de algarrobo y otras especies vegetales?
  - a. Deforestación
  - b. Incendios forestales
  - c. Cambio climático
7. ¿Cuál cree es el mayor impacto o consecuencia de la desaparición de estos bosques?
  - a. La desaparición de especies animales que dependen de estos ecosistemas
  - b. Para la población que se queda sin sus recursos
  - c. Para el medio ambiente ya que se pierden bosques que mitigan los efectos del cambio climático.
  - d. Otro
8. ¿Por qué cree que es recomendable conservar los bosques secos de algarrobo en Lambayeque?
  - a. Por la fauna que habita en esos bosques
  - b. Como forma de mitigación para el cambio climático
  - c. Como una forma de proteger un aspecto cultural de la región
  - d. Como atractivo turístico
  - e. Otro
9. ¿Estaría de acuerdo y/o participaría en programas de conservación y reforestación de las zonas ahora desérticas de su provincia de esta especie?
10. ¿Considera es más rentable posiblemente el plantar más árboles y utilizar los recursos de su planta y fruto en vez de la tala de estos para el uso de su leña?
  - a. Sí ¿Por qué?

b. No ¿Por qué?

**11. ¿Qué tipo de métodos considera sería el más adecuado para iniciar los proyectos de gestión de los bosques?**

- Talleres de educación ambiental sobre uso sostenible de los bosques secos de algarrobo.
- Métodos de riego
- Concesiones forestales para plantaciones y conservación.

**Anexo 3: Variables bioclimáticas de Worldclim**

<b>Código</b>	<b>Variable Bioclimática</b>
<b>BIO1</b>	Temperatura promedio anual
<b>BIO2</b>	Rango medio diario (temp max – temp min; promedio mensual)
<b>BIO3</b>	Isotermalidad (BIO1/BIO7)* 100
<b>BIO4</b>	Estacionalidad en temperatura (coeficiente de variación)
<b>BIO5</b>	Temperatura máxima del período más caliente
<b>BIO6</b>	Temperatura mínima del período más frío
<b>BIO7</b>	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
<b>BIO8</b>	Temperatura media en el trimestre más lluvioso
<b>BIO9</b>	Temperatura promedio en el trimestre más seco
<b>BIO10</b>	Temperatura promedio en el trimestre más caluroso
<b>BIO11</b>	Temperatura promedio en el trimestre más frío
<b>BIO12</b>	Precipitación anual
<b>BIO13</b>	Precipitación en el período más lluvioso
<b>BIO14</b>	Precipitación en el período más seco
<b>BIO15</b>	Estacionalidad de la precipitación (Coeficiente de variación)
<b>BIO16</b>	Precipitación en el trimestre más lluvioso
<b>BIO17</b>	Precipitación en el trimestre más seco
<b>BIO18</b>	Precipitación en el trimestre más caluroso
<b>BIO19</b>	Precipitación en el trimestre más frío

Fuente: Worldclim

**Anexo 4: Escenas Landsat utilizadas en la investigación**

<b>Escena</b>	<b>Path/Row</b>	<b>CC</b>	<b>Fecha</b>
LT50100641985047AAA03	10 / 64	50%	16/02/1985
LT50100651985047AAA03	10 / 65	20%	16/02/1985
LT50100641989346CPE02	10 / 64	24%	12/12/1989
LT50100651990061CPE03	10 / 65	41%	03/02/1990
LT50100651998099CPE00	10 / 65	49%	09/04/1998
LT50100641998083CPE00	10 / 64	72%	24/03/1998
LT50100641998243XXX01	10 / 64	20%	31/08/1998
LT50100642001027XXX01	10 / 64	30%	27/01/2001
LT50100652001027XXX01	10 / 65	40%	27/01/2001
LT50100642008127CUB00	10 / 64	19%	06/05/2008
LT50100652008111CUB00	10 / 65	5%	20/04/2008
LT50100642008127CUB00	10 / 64	19%	06/05/2008
LC80100642014095LGN00	10 / 64	28%	05/04/2014
LC80100652014095LGN00	10 / 65	14%	05/04/2014

Fuente: Glovis, USGS

**Anexo 5: Tipos de bosques y formación vegetal en el SHBP**

Tipos de bosques y formación vegetal	Características
<b>Bosque de Prosopis</b>	De mayor densidad arbórea con más de mil árboles por hectárea, y el cual se caracteriza por el dominio absoluto del algarrobo sobre el sapote.
<b>Bosque de Prosopis y Capparis</b>	Cuenta con aproximadamente 38 árboles por hectárea, ocupando solo el 6.16% del área total, y se caracteriza además por no presentar dominancia de alguna especie.
<b>Bosque de Capparis</b>	Tiene el sapote como la especie dominante, mientras que el algarrobo no supera el 30% del total.
<b>El Chaparral</b>	Se desarrolla en las áreas marginales y tipifica la transición entre los bosques de Prosopis y el desierto o arenal. En esta formación vegetal, el algarrobo y el sapote son muy escasos, con aproximadamente 5 árboles por hectárea.

Elaboración propia

Fuente: UNALM-Proyecto Algarrobo, 1997

**Anexo 6: Tipos de bosques en el SHBP**

Tipo de Bosque	Superficie (ha)	Características
<b>Bosque seco denso</b>	1912,12	Presenta una cobertura arbórea al 100%, con más de 250 árboles por hectárea. El algarrobo es la especie dominante con el 63% de la ocupación en el área (63%), además de la presencia de arbustos de “cuncuno” <i>Vallesia glabra</i> .
<b>Bosque seco semidenso</b>	1654,67	Tiene un 59% de cobertura arbórea y un promedio de 217 árboles por hectárea. Se puede hallar una proporción equitativa entre el algarrobo y el sapote, que cohabitan con especies arbustivas como vichayo y canutillo o palo negro.
<b>Bosque seco ralo</b>	417,77	Tiene una cobertura arbórea de 14% y un promedio de 105 árboles hectárea. Predomina el sapote y existe un 40% de cobertura de arbustos vichayo, cuncuno, entre otros.

Elaboración propia

Fuente: Plan Maestro del SHBP (SERNANP, 2011)

**Anexo 7: Categoría de paisaje en ACP Chaparrí**

Categorías de paisaje en Chaparrí	Características
<b>Chaparral</b>	Extendido sobre áreas planas y de pendiente suave. Su vegetación se compone de individuos de especies de crecimiento arbustivo, que se encuentran generalmente dispersos, formando islas de vegetación sobre un suelo rocoso y/o árido. Sus especies más representativas son el Overo y el Vichayo.
<b>Bosque arbustivo</b>	Se compone de especies de crecimiento arbustivo y arbóreo. Este tipo de paisaje se encuentra también en áreas planas y de pendiente suave, e incluso puede estar en zonas de pendiente pronunciada, pero por lo general es de mayor humedad que el Chaparral. Las especies más representativas son el algarrobo, el sapote y el canaquil.
<b>Bosque arbóreo o denso</b>	Está compuesto de especies de porte arbóreo, las cuales crecen formando una cobertura uniforme tanto en espacio como en altura. Las especies más representativas son el hualtaco, el palo santo, el pasallo, el angolo y el charán.
<b>Bosque de galería</b>	Se encuentra adyacente a los cursos de agua ya sean permanentes o estacionales. Mantiene su cobertura vegetal durante gran parte del año, sobre todo en época seca. Sus especies más representativas son el chaquito, higuierón y cerecillo.

Elaboración propia

Fuente: Plan Maestro Área de Conservación Chaparrí (MINCETUR, s.f.)

**Anexo 8: Especies de flora presente en el SHBP**

Familia	Nombre Científico	Nombre común	
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera halimifolia</i>	Hierba blanca	
APOCYNACEAE	<i>Vallesia glabra (Cav.) Link</i>	Cuncuno	
ASTERACEAE	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilco	
	<i>Pluchea chingoyo (H.B.K) DC.</i>	Chilca	
	<i>Tessaria integrifolia R. &amp; P.</i>	Pájaro bobo	
BORAGINACEAE	<i>Cordia lutea Lam.</i>	Overo	
	<i>Heliotropium arborescens L.</i>	Cola de alacrán	
	<i>Tiquilia parahychooides (Phil.)A.Rich</i>	Manito de ratón	
CAPPARIDACEAE	<i>Capparis ovalifolia</i>	Vichayo	
	<i>Capparis scabrada</i>	Sapote	
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea Jacq.</i>	Borrachera	
	<i>Ipomoea crassifolia Cav.</i>	Bejuco	
	<i>Ipomoea hederifolia L.</i>	Gran galán	
CUCURBITACEAE	<i>Luffa operculata (L.) Cong.</i>	Jaboncillo	
ELAEOCARPACEAE	<i>Muntingia calabura L.</i>	Cerezo	
FABACEAE	<i>Acacia macracantha.</i>	Faique	
	<i>Caesalpinea paipai</i>	Charan/ pai pai	
	<i>Cercidium praecox</i>	Palo verde	
	<i>Mimosa pigra L.</i>	Uña de gato	
	<i>Parkinsonia aculeata L.</i>	Azote de cristo	
	<i>Pithecolobium multiflorum (H.B.K.) Benth</i>	Angolo	
	<i>Pithecolobium excelsum</i>	Chaquirol	
	<i>Prosopis affinis Sprengel</i>	Algarrobo-pava	
	<i>Prosopis juliflora var horrida H.B.K</i>	Algarrobo	
	<i>Prosopis pallida H.B.K. form. Armata Ferreyra</i>	Algarrobo	
	<i>Prosopis pallida H.B.K. form. Pallida Ferreyra</i>	Algarrobo	
	<i>Senna pendula var tenuifolia (Bentham) H. Irwin &amp; Barneby</i>	Hierba blanca	
	LORANTACEAE	<i>Psittacanthus chanduyensis Eichl.</i>	Suelda con suelda
	LYTRACEAE	<i>Adenaria floribunda</i>	Palo colorado
NYGTAGINACEAE	<i>Boerhavia erecta L.</i>	Pega-pega	
	<i>Cryptocarpus pyriformis H.B.K.</i>	Chope	

Fuente: Plan Maestro del SHBP

**Anexo 9: Cachorro de zorro en el SHBP**



**Anexo 10: Cambios en el área de distribución potencial del algarrobo (modelo actual, escenario futuro positivo y escenario futuro negativo)**



Fuente: Elaboración propia



Anexo 11: FODA

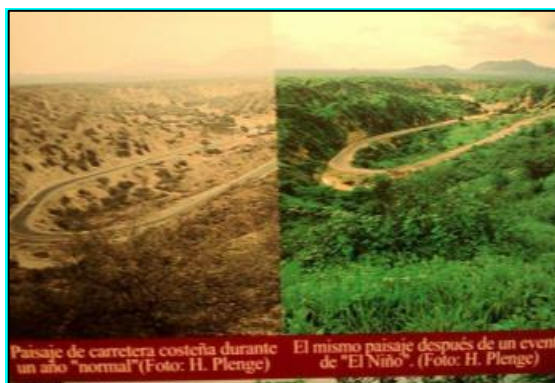
**ANÁLISIS FODA DE ESPACIOS CULTURALES, RECURSOS Y ZONA DE INFLUENCIA DE LOS BOSQUES SECOS DE LAMBAYEQUE**

F	Región que alberga bosques productores de bienes y servicios ambientales para el desarrollo de actividades productivas sostenibles de carácter ancestral.
O	Albergue de especies vegetales, especialmente arbóreas, como el algarrobo y sapote, que proporciona diversos beneficios, tanto económicos, de consumo, medicinal, productivo, turístico, estético, entre otros.
R	Albergue de especies de aves endémicas y amenazadas que suponen gran interés para investigadores tanto nacionales como internacionales, así como para actividades de avistamiento de aves.
L	Región poseedora de riquezas culturales e históricas, arqueológicas y ecológicas, como parte de un patrimonio mixto peruano (SERNANP, 2011).
Z	Disposición de la población local en apoyar la conservación de los bosques, particularmente controlando zonas aledañas al SHBP, es decir un mayor compromiso con la gestión de las ANP.
S	Incremento de la cantidad de guardaparques voluntarios relacionados a la protección y cuidado de los bosques.
O	Eventos del ENSO como una forma natural de recuperación o “reconstrucción” natural de los bosques.
P	Presencia de entidades que aportan financiamiento, a nivel nacional e internacional, que ayuda en la conservación de los bosques, en particular del SHBP.
R	Aumento del interés hacia un ecoturismo y aviturismo, así como turismo cultural.
T	Mayor interés e iniciativa de parte de entidades locales y nacionales para la creación de nuevas áreas protegidas que se propongan conservar las especies nativas vegetales.
U	Demanda internacional de servicios turísticos a las zonas naturales y culturales de Lambayeque.
N	Crecimiento económico y productivo en la región.
I	Incorporación de las ANP y ACR propias de Lambayeque dentro del currículo educativo regional, como puntos de importancia para la conservación y estrategias de educación ambiental.
D	Modelo de gestión ideal que parte del SHBP para la conservación de otras áreas naturales regionales presentes o futuras.
S	No existen aún muchas políticas que regulen las actividades extractivas, de tala o quema de bosques que deterioran los ecosistemas.
D	No hay una planificación ordenada en el aprovechamiento de los recursos en los bosques, siendo las actividades productivas generalmente no sostenibles.
E	Falta de trabajo en la zona de amortiguamiento del SHBP para asegurar una mayor conservación de especies como el algarrobo, así como delimitación o zonificación en las nuevas ACR para que se amplíe el rango espacial de protección.
B	Poca o nula difusión de los valores culturales y naturales de las ANP entre la población a nivel local, regional y nacional.
I	Aún baja calidad de los servicios de turismo.
D	Falta de conciencia ambiental en la ZA del SHBP, así como en la gestión y protección de las otras áreas.
E	Conflictos entre pobladores locales para el aprovechamiento de los distintos recursos del bosque.
S	Actividades ancestrales no ordenadas ni compatibles con los bosques y áreas protegidas.
A	Incendios forestales de origen antrópico, provocados principalmente por los pobladores locales o visitantes, los cuales incrementan por lo general después del ENSO.
M	Tala ilegal para comercialización de leña y carbón (del algarrobo).
E	Fragmentación del corredor biológico del valle del río La Leche
N	Alteración en los hábitats de la fauna por un turismo no sostenible y degradación ambiental.
A	Tránsito de vehículos que contaminan y perturban la tranquilidad ecosistémica de los bosques.
Z	Luchas de poder entre los distritos pertenecientes al área de influencia del SHBP.
A	Sequías prolongadas que ocasionan que las actividades productivas ancestrales disminuyan y aumente la presión sobre el bosque del santuario. Además, la variabilidad climática modifica el paisaje de los bosques, junto a los cambios en los usos de suelo, termina modificando su composición en especies, eliminando algunas especies o reduciendo su población.

Fuente: Elaboración propia

Fuente de apoyo: SERNANP, 2011

Anexo 12: Ejemplo de la diferencia de vegetación en los paisajes de la costa por eventos del Niño



Fuente: Museo de Sicán, Lambayeque

Anexo 13: Imágenes de áreas quemadas en bosque seco

Quema del bosque seco de algarrobo

Territorios afectados en la comunidad Santo Domingo de Olmos



Fuentes: ParksWatch [<http://www.parkswatch.org/news.php?l=spa&id=249>]

El Valle para todos Radio [<https://delvalleparatodos.wordpress.com/2011/01/01/lambayeque-en-olmos-incendio-forestal-consume-dos-mil-500-hectareas-de-pastos-naturales/>]

Anexo 14: Transectos realizados en campo

TRANSECTO 1						
PUNTO	CUADRANTE	ESPECIE	DISTANCIA	DAP (cm)	AB	AB (m)
1	I	SA	6.61	27	572	0.0572
	II	AL	10.96	17	227	0.0227
	III	AL	6.39	17	227	0.0227
	IV	AL	16.7	24	452	0.0452
2	I	AL	10.11	15	177	0.0177
	II	SA	11.47	27	572	0.0572
	III	AL	12.3	17	227	0.0227
	IV	AL	6.94	24	452	0.0452
3	I	SA	24.55	18	254	0.0254
	II	AL	6.2	15	177	0.0177
	III	AL	5.68	24	452	0.0452
	IV	AL	14.91	14	154	0.0154
4	I	SA	20.65	8	50	0.0050
	II	AL	11.69	15	177	0.0177
	III	SA	13.4	17	227	0.0227
	IV	AL	5.6	14	154	0.0154
5	I	SA	8.47	3	7	0.0007
	II	AL	20.96	15	177	0.0177
	III	AL	4.83	14	154	0.0154
	IV	AL	13.27	37	1075	0.1075
6	I	AL	12.61	12	113	0.0113
	II	SA	8.48	3	7	0.0007
	III	AL	6.87	10	79	0.0079
	IV	AL	27.1	24	452	0.0452

**TRANSECTO 1**

7	I	AL	3.48	12	113	0.0113
	II	SA	16.58	3	7	0.0007
	III	AL	13.34	24	452	0.0452
	IV	AL	7.45	11	95	0.0095
8	I	SA	3.46	6	28	0.0028
	II	AL	7.68	12	113	0.0113
	III	AL	3.2	26	531	0.0531
9	IV	SA	6.75	7	38	0.0038
	I	SA	2.41	4	13	0.0013
	II	SA	6.71	6	28	0.0028
	III	SA	10.64	7	38	0.0038
10	IV	PV	1.88	10	79	0.0079
	I	AL	13.6	22	380	0.0380
	II	SA	7.41	4	13	0.0013
	III	SA	3.46	4	13	0.0013
	IV	FA	13.58	9	64	0.0064

**TRANSECTO 2**

PUNTO	CUADRANTE	ESPECIE	DISTANCIA	DAP (cm)	AB	AB (m)
1	I	SA	8.9	2	3	0.0003
	II	AL	3.87	16	201	0.0201
	III	AL	4.43	29	660	0.0660
	IV	AL	19	19	283	0.0283
2	I	AL	36.66	17	227	0.0227
	II	SA	8.9	2	3	0.0003
	III	AL	3.87	16	201	0.0201
	IV	SA	7.2	3	7	0.0007
3	I	AL	36.7	17	227	0.0227
	II	SA	9	2	3	0.0003
	III	SA	7.2	3	7	0.0007
	IV	SA	25.4	14	154	0.0154
4	I	SA	20	8	50	0.0050
	II	SA	20.8	17	227	0.0227
	III	SA	18.25	4	13	0.0013
	IV	AL	17.9	14	154	0.0154
5	I	SA	12.63	9	64	0.0064
	II	AL	33.1	17	227	0.0227
	III	AL	14.36	12	113	0.0113
	IV	AL	15.3	16	201	0.0201
6	I	AL	14.22	20	314	0.0314
	II	SA	11	9	64	0.0064
	III	AL	5.1	9	64	0.0064
	IV	AL	4.55	25	491	0.0491
7	I	AL	25.23	13	133	0.0133
	II	AL	10.85	20	314	0.0314
	III	AL	9.77	25	491	0.0491
	IV	AL	17.1	19	283	0.0283
8	I	SA	25.8	15	177	0.0177
	II	AL	15.36	20	314	0.0314
	III	AL	18.56	24	452	0.0452
	IV	AL	10.26	19	283	0.0283
9	I	SA	19.32	15	177	0.0177
	II	AL	21.17	13	133	0.0133
	III	AL	10.62	19	283	0.0283
	IV	AL	30.92	23	415	0.0415
10	I	SA	64.73	30	707	0.0707
	II	SA	15.99	16	201	0.0201
	III	AL	17.35	19	283	0.0283
	IV	AL	32.74	23	415	0.0415

**TRANSECTO 3**

PUNTO	CUADRANTE	ESPECIE	DISTANCIA	DAP (cm)	AB	AB (m)
1	I	AL	8.99	16	201	0.0201
	II	AL	5.44	11	95	0.0095
	III	AL	24.43	38	1134	0.1134
	IV	VI	16.66	10	79	0.0079

**TRANSECTO 3**

2	I	AL	2.79	27	572	0.0572
	II	AL	11.63	17	227	0.0227
	III	SA	17.73	40	1256	0.1256
	IV	AL	2.68	18	254	0.0254
3	I	SA	5.23	3	7	0.0007
	II	AL	8.97	27	572	0.0572
	III	AL	4.6	6	28	0.0028
	IV	AL	18.1	17	227	0.0227
4	I	AL	14.34	18	254	0.0254
	II	SA	6.23	3	7	0.0007
	III	AL	8.25	17	227	0.0227
	IV	AL	6.24	22	380	0.0380
5	I	SA	19.88	3	7	0.0007
	II	AL	11.27	18	254	0.0254
	III	AL	5.04	15	177	0.0177
	IV	YU	31.62	12	113	0.0113
6	I	SA	9.41	3	7	0.0007
	II	AL	17.69	18	254	0.0254
	III	AL	13.33	15	177	0.0177
	IV	SA	17.52	7	38	0.0038
7	I	AL	5.88	17	227	0.0227
	II	AL	11.32	13	133	0.0133
	III	AL	23.03	15	177	0.0177
	IV	SA	1.52	5	20	0.0020
8	I	SA	4.04	1	1	0.0001
	II	AL	8.1	17	227	0.0227
	III	SA	0.52	9	64	0.0064
	IV	SA	21.48	9	64	0.0064
9	I	SA	5.59	21	346	0.0346
	II	SA	4.54	5	20	0.0020
	III	SA	10.57	9	64	0.0064
	IV	SA	17.16	19	283	0.0283
10	I	SA	9.58	2	3	0.0003
	II	SA	10.78	21	346	0.0346
	III	SA	19.51	14	154	0.0154
	IV	SA	7.02	5	20	0.0020

**TRANSECTO 4**

PUNTO	CUADRANTE	ESPECIE	DISTANCIA	DAP (cm)	AB	AB (m)
1	I	AL	4.71	22	380	0.0380
	II	YU	3.35	2	3	0.0003
	III	YU	8	4	13	0.0013
	IV	PV	2.44	11	95	0.0095
2	I	AL	7.1	15	177	0.0177
	II	AL	8.07	14	154	0.0154
	III	PV	9.16	11	95	0.0095
	IV	AL	7.8	17	227	0.0227
3	I	AR	3.66	1	1	0.0001
	II	AL	9	17	227	0.0227
	III	AL	6.72	15	177	0.0177
	IV	SA	9.18	26	531	0.0531
4	I	AL	13.63	33	855	0.0855
	II	AR	6.94	1	1	0.0001
	III	SA	13.6	26	531	0.0531
	IV	AL	24.92	24	452	0.0452
5	I	AR	1.91	4	13	0.0013
	II	AL	8.41	33	855	0.0855
	III	VI	19.43	8	50	0.0050
	IV	AL	12.7	31	754	0.0754
6	I	YU	9.24	3	7	0.0007
	II	AL	12.87	33	855	0.0855
	III	AR	10.71	14	154	0.0154
	IV	AL	4.99	31	754	0.0754
7	I	AR	5.11	28	615	0.0615
	II	YU	6.32	3	7	0.0007
	III	AL	9.34	31	754	0.0754
	IV	AL	9.38	21	346	0.0346



**TRANSECTO 4**

8	I	AL	3.81	9	64	0.0064
	II	AL	6.41	9	64	0.0064
	III	VI	5.7	9	64	0.0064
	IV	AL	6.85	25	491	0.0491
9	I	SA	4.34	3	7	0.0007
	II	AL	8.08	9	64	0.0064
	III	AL	5.37	25	491	0.0491
10	IV	AL	1.69	13	133	0.0133
	I	AL	7.8	11	95	0.0095
	II	AL	8.11	32	804	0.0804
	III	AL	8.39	13	133	0.0133
	IV	AL	2.9	18	254	0.0254

**TRANSECTO 5**

PUNTO	CUADRANTE	ESPECIE	DISTANCIA	DAP (cm)	AB	AB (m)
1	I	AL	20.12	11	95	0.0095
	II	SA	10.84	21	346	0.0346
	III	AL	10.78	33	855	0.0855
	IV	AL	9	23	415	0.0415
2	I	AL	10.91	11	95	0.0095
	II	SA	17.8	21	346	0.0346
	III	AL	10.1	10	79	0.0079
	IV	OV	21.54	11	95	0.0095
3	I	AL	3.51	23	415	0.0415
	II	AL	5.67	11	95	0.0095
	III	AL	0.96	12	113	0.0113
	IV	AL	1.76	5	20	0.0020
4	I	AL	18.48	16	201	0.0201
	II	AL	6.37	23	415	0.0415
	III	AL	8.11	5	20	0.0020
	IV	AL	8.2	18	254	0.0254
5	I	AL	10.73	16	201	0.0201
	II	AL	23.46	27	572	0.0572
	III	AR	8.26	17	227	0.0227
	IV	AL	16.52	16	201	0.0201
6	I	AL	5.38	25	491	0.0491
	II	AL	8.97	15	177	0.0177
	III	AL	13.26	16	201	0.0201
	IV	AR	5.33	9	64	0.0064
7	I	AL	9.07	18	254	0.0254
	II	OV	2.05	12	113	0.0113
	III	AL	3.19	15	177	0.0177
	IV	AR	5.21	13	133	0.0133
8	I	AL	7.34	14	154	0.0154
	II	AR	5.24	11	95	0.0095
	III	AR	7.06	13	133	0.0133
	IV	AR	14.1	6	28	0.0028
9	I	VI	7.22	8	50	0.0050
	II	AL	12.1	15	177	0.0177
	III	AR	16.58	6	28	0.0028
	IV	AR	9.49	6	28	0.0028
10	I	SA	15.67	20	314	0.0314
	II	VI	2.35	8	50	0.0050
	III	PV	0.3	8	50	0.0050
	IV	AL	9.48	16	201	0.0201

**TRANSECTO 6**

PUNTO	CUADRANTE	ESPECIE	DISTANCIA	DAP (cm)	AB	AB (m)
1	I	PV	13.32	11	95	0.0095
	II	PV	17.94	10	79	0.0079
	III	AR	3.06	8	50	0.0050
	IV	AL	8.06	38	1134	0.1134
2	I	PV	6.32	11	95	0.0095
	II	PV	19.88	10	79	0.0079
	III	AL	1.77	38	1134	0.1134
	IV	SA	13.99	4	13	0.0013

**TRANSECTO 6**

3	I	AR	5.32	6	28	0.0028
	II	AR	5.07	7	38	0.0038
	III	AL	11.41	38	1134	0.1134
	IV	AL	4.59	19	283	0.0283
4	I	SA	11.73	5	20	0.0020
	II	AR	9.7	6	28	0.0028
	III	SA	3.67	4	13	0.0013
	IV	SA	13.47	4	13	0.0013
5	I	PV	13.84	9	64	0.0064
	II	SA	10.98	5	20	0.0020
	III	AR	7.34	2	3	0.0003
	IV	SA	5.95	4	13	0.0013
6	I	PV	7.17	9	64	0.0064
	II	SA	17.46	5	20	0.0020
	III	AL	6.13	23	415	0.0415
	IV	AR	14.36	6	28	0.0028
7	I	VI	2	7	38	0.0038
	II	AL	1.83	7	38	0.0038
	III	SA	13.28	4	13	0.0013
	IV	SA	11.67	6	28	0.0028
8	I	AL	5.28	21	346	0.0346
	II	VI	11.97	7	38	0.0038
	III	AR	2	8	50	0.0050
	IV	SA	2.67	2	3	0.0003
9	I	SA	4.74	7	38	0.0038
	II	AL	2.68	21	346	0.0346
	III	SA	5.69	2	3	0.0003
	IV	AL	6.26	29	660	0.0660
10	I	AR	4.9	15	177	0.0177
	II	SA	8.46	7	38	0.0038
	III	AL	10.1	29	660	0.0660
	IV	AR	18.2	14	154	0.0154

**TRANSECTO 7**

PUNTO	CUADRANTE	ESPECIE	DISTANCIA	DAP (cm)	AB	AB (m)
1	I	AR	11.1	13	133	0.0133
	II	PV	8.3	16	201	0.0201
	III	AR	6.34	18	254	0.0254
	IV	AR	9.8	8	50	0.0050
2	I	SA	4.3	12	113	0.0113
	II	AR	7.81	9	64	0.0064
	III	AR	7.36	8	50	0.0050
	IV	SA	1.43	6	28	0.0028
3	I	AR	10.1	21	346	0.0346
	II	AR	6.15	9	64	0.0064
	III	AR	4.28	7	38	0.0038
	IV	PV	4.6	9	64	0.0064
4	I	SA	6.14	6	28	0.0028
	II	AR	7.2	8	50	0.0050
	III	PV	9.58	9	64	0.0064
	IV	AR	1.96	13	133	0.0133
5	I	AL	8.92	6	28	0.0028
	II	AL	4.77	6	28	0.0028
	III	AR	8.7	3	7	0.0007
	IV	AR	4.32	18	254	0.0254
6	I	AR	9.26	15	177	0.0177
	II	AL	10.38	3	7	0.0007
	III	OV	3.72	18	254	0.0254
	IV	AR	3.25	3	7	0.0007
7	I	SA	2.77	14	154	0.0154
	II	AR	8.33	15	177	0.0177
	III	AR	9.18	6	28	0.0028
	IV	AL	13.02	23	415	0.0415
8	I	SA	6.81	14	154	0.0154
	II	AR	8.27	15	177	0.0177
	III	AL	20.4	22	380	0.0380
	IV	AR	13.07	12	113	0.0113

**TRANSECTO 7**

9	I	SA	18.31	14	154	0.0154
	II	SA	6.96	12	113	0.0113
	III	AL	15.7	22	380	0.0380
	IV	AR	17.04	12	113	0.0113
10	I	SA	11.16	12	113	0.0113
	II	AL	10.48	3	7	0.0007
	III	AL	24.22	22	380	0.0380
	IV	AR	9.39	12	113	0.0113

**TRANSECTO 8**

PUNTO	CUADRANTE	ESPECIE	DISTANCIA	DAP (cm)	AB	AB (m)
1	I	SA	15.02	16	201	0.0201
	II	SA	17.13	14	154	0.0154
	III	AL	4.37	15	177	0.0177
	IV	AL	12.2	22	380	0.0380
2	I	SA	5	16	201	0.0201
	II	SA	20.61	14	154	0.0154
	III	AL	9.83	22	380	0.0380
	IV	PV	7.42	10	79	0.0079
3	I	AL	16.91	24	452	0.0452
	II	SA	8.72	16	201	0.0201
	III	PV	6.26	10	79	0.0079
	IV	AL	7.4	17	227	0.0227
4	I	SA	11.43	4	13	0.0013
	II	AL	13.02	24	452	0.0452
	III	AL	6.67	17	227	0.0227
	IV	SA	14.21	3	7	0.0007
5	I	SA	3.07	3	7	0.0007
	II	AL	9.51	22	380	0.0380
	III	AL	11.21	17	227	0.0227
	IV	AL	12.97	17	227	0.0227
6	I	AL	10.88	24	452	0.0452
	II	AL	14.01	13	133	0.0133
	III	AL	8.37	17	227	0.0227
	IV	AL	5.23	15	177	0.0177
7	I	SA	9.13	6	28	0.0028
	II	AL	7.71	24	452	0.0452
	III	SA	3.64	5	20	0.0020
	IV	AL	21.18	21	346	0.0346
8	I	AL	4.65	14	154	0.0154
	II	SA	8.35	6	28	0.0028
	III	AL	18.12	21	346	0.0346
	IV	AL	14.92	25	491	0.0491
9	I	SA	27.1	11	95	0.0095
	II	AL	9	14	154	0.0154
	III	AL	18.53	21	346	0.0346
	IV	AL	12	25	491	0.0491
10	I	SA	21.9	11	95	0.0095
	II	AL	19.16	17	227	0.0227
	III	AL	12.32	25	491	0.0491
	IV	AL	7.78	15	177	0.0177

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 15: Parámetros de medición en el muestreo**

Código	Parámetro
DENSP	Densidad por especie
RELDENSP	Densidad relativa por especie
BA	Área basal
PROMBASP	Promedio de área basal por especie
DOMSP	Dominancia por especie
RELDOMSP	Dominancia relativa por especie
FREQSP	Frecuencia
RELFREQSP	Frecuencia relativa por especie
IV	Valor de importancia
RIV	Valor de importancia relativo

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 16: Ficha de especies arbóreas encontradas en Huarupe La Calera

<i>Prosopis pallida</i>	
<b>Nombre común</b>	Algarrobo
<b>Uso</b>	Muy apreciada como leña y carbón. Se le observa también en sistemas silvopastoriles, y como árbol de sombra cerca de las viviendas rurales.
<b>Distribución</b>	México, Panamá, Costa Rica y el Cairbe; en Sudamérica en Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia y Perú. En el Perú, registrada en Lambayeque, La Libertad, Piura, Ancash y Cajamarca. Distribución altitudinal de 450 a 1200 m.
<b>Ecología</b>	Crece en bosques secundarios, a veces cerca de las riberas de los cursos de agua.
<b>Fenología</b>	Floración en julio

<i>Capparis scabrída Kunth</i>	
<b>Nombre común</b>	Sapote
<b>Uso</b>	Su madera es de grano fino, blanquecina, y se usa en artesanía y carpintería. También, como leña para cocción de artesanía de barro, la elaboración de ladrillos, el horneado del pan y la cocina del hogar. Las hojas constituyen un excelente forraje, comestible por el ganado caprino y ovino en estado seco. Sus flores tienen potencial melífero. Se le puede emplear para estabilización de taludes y protección del suelo contra la erosión.
<b>Distribución</b>	Especie es endémica del sur de Ecuador y norte del Perú. En el Perú, registrada en Ancash, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque y Piura.
<b>Ecología</b>	Durante la época de floración es visitada por una gran cantidad de abejas con evidente contribución a la producción de miel.
<b>Fenología</b>	Floración entre abril y junio, fructificación julio.

<i>Cordia lutea Lam.</i>	
<b>Nombre común</b>	Overo
<b>Uso</b>	Cultivada como ornamental. Se emplea también como leña. Las hojas y flores se usan localmente como medicinales para la hepatitis y males del hígado, para la tifoidea y fiebre amarilla. Los frutos se usan como pegamento.
<b>Distribución</b>	En Colombia, Ecuador y Perú. En el Perú, registrada en Amazonas, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes.
<b>Ecología</b>	Crece en suelos franco arenosos y profundos.
<b>Fenología</b>	Floración entre agosto y diciembre, fructificación entre noviembre y febrero.

<i>Parkinsonia praecox</i>	
<b>Nombre común</b>	Palo verde
<b>Uso</b>	Las hojas y las flores son consumidas por el ganado vacuno y caprino. Tiene potencial ornamental para diseños de jardinería con poca demanda de agua.
<b>Distribución</b>	En México, Paraguay, Ecuador y norte del Perú. En el Perú, reportada en Amazonas, Cajamarca, Lambayeque y Piura.
<b>Ecología</b>	Es una planta que se desarrolla en zonas muy secas, en suelos superficiales hasta profundos, a veces rocosos, sobre pendientes bajas y fuertemente pronunciadas.
<b>Fenología</b>	Floración en junio

<i>Capparis crotonoides Kunth</i>	
<b>Nombre común</b>	Yunto
<b>Uso</b>	Se le usa localmente como leña. La especie es melífera. Tiene potencial ornamental para diseños de jardinería con baja demanda de agua.
<b>Distribución</b>	Endémica del sur del Ecuador y norte del Perú. En el Perú, registrada en Amazonas, Cajamarca, La Libertad y Lambayeque. Distribución altitudinal de 120 a 800 m.
<b>Ecología</b>	Crece en las zonas más secas, en suelos franco arcillosos y franco arenosos.
<b>Fenología</b>	Floración en abril, julio y noviembre, fructificación en enero.

<i>Acacia aroma</i>	
<b>Nombre común</b>	Faique
<b>Uso</b>	Se utiliza como leña y carbón; en sistemas silvopastoriles; es melífera. Tiene potencial ornamental y para sombra, por su copa aparasolada.
<b>Distribución</b>	Se distribuye desde el sur de Sudamérica, en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Ecuador. En el Perú en Amazonas, Apurímac, Cajamarca, Cusco, Lambayeque y La Libertad. Distribución altitudinal de 380 a 2500 m.
<b>Ecología</b>	Especie pionera e invasora, resistente al ramoneo. Es indicadora de fuego en los bosques chaqueños. Tolerancia a suelos pesados y coloniza campos pisoteados y sobre pastoreados.
<b>Fenología</b>	Floración en junio y fructificación agosto.

Fuente: Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú (Peña et al., 2010)



## Anexo 17: Aspectos positivos y limitaciones de la investigación

Actividad/ Resultado	Aporte a la geografía	Aporte a otras disciplinas	Aspecto limitante	Otras observaciones
Reconocimiento del lugar	Mayor información acerca de los bosques secos de Lambayeque documentada para próximas investigaciones geográficas.	Mayor información para investigadores en disciplinas como arqueología, historia, turismo, biología, etc.	Factor limitante: <b>tiempo</b> . Si bien se da una buena información a partir de bibliografía, el trabajo in situ requiere más elaboración para dar una documentación más detallada.	Fue de gran ayuda la gran cantidad de fuentes bibliográficas acerca del área de estudio que permitió dar una aproximación mucho mayor, que fue posteriormente complementada con la observación en campo, aunque esta fue de corta duración.
Análisis del paisaje	Estudio referente a la ecología del paisaje del bosque seco, disciplina de la geografía.	Dinámicas de los ecosistemas presentes en este y evaluación de las especies claves: aporte para la biología y la botánica.	<b>Falta de instrumentos de evaluación</b> como imágenes aéreas y ortofotos con buena resolución.	Fue una ayuda el trabajar con fuentes como Google Earth, pues en ciertas zonas del área de estudio hay imágenes claras que permiten identificar elementos del paisaje y hacer un análisis.
Investigación bibliográfica y otras fuentes	Elaboración de gráficos y mapas temáticos que dan una aproximación a la geografía del lugar: productos importantes para ser utilizados más adelante.	Gran conjunto de información con respecto al algarrobo: aporte al conocimiento botánico y ecológico sobre la especie en el Perú, y también para otros países.	<b>Registro de localidades</b> de esta especie no se han podido encontrar en los grandes herbarios del mundo, y en algunos casos no se ha podido tener acceso.	Las fuentes han sido una combinación de información bibliográfica de mi parte, aportes muy importantes del asesor, de parte del Gobierno Regional de Lambayeque y de otros profesionales que han ayudado a mi investigación.
Trabajo de campo	Trabajo de campo con utilización del GPS, por lo que se pueden trazar rutas de las zonas con mejor aptitud para ser estudiadas que servirá más adelante a los geógrafos que tomen esta zona también como área de estudio.	Muestreo da un aporte más ecológico y botánico, ya que dará resultados de dominancia, frecuencia, altura del tronco, y aspectos económicos ya que se cuantificarán los servicios forestales. Además se obtendrá un herbario que será donado a la UNMSM.	<b>El tiempo y colaboración de asistentes</b> , pues un muestreo requiere aproximadamente dos semanas al ser más de un bosque, además de otros temas de logística. Al ser un bosque bastante denso, el uso del GPS a veces es limitado.	El terreno es plano, por lo que su relieve facilita el muestreo de las especies, así como el clima es ideal para un trabajo de campo prolongado, a la vez de obtener buenas fotografías y otros materiales audiovisuales. Por otro lado se pudo observar una mayor relación entre la fauna y la flora del lugar, lo que refuerza la idea de las funciones en el ecosistema depende en parte de sus elementos bióticos y la relación entre estos.
Modelo de distribución espacial	Mapas de distribución actual y futura de la especie del algarrobo. Para la geografía es un aporte para realizar una ZEE y ordenamiento del territorio según recursos naturales.	Estos mapas son una herramienta para la ubicación de las zonas con mayor concentración de algarrobos, donde botánicos, ecólogos y biólogos pueden acudir a estudiar la especie en sí.	Los <b>registros de especímenes de algarrobo son muy limitados</b> en los grandes herbarios del mundo, al igual que en los accesibles aquí en el Perú, por lo que se procede a hacer un registro propio en la salida de campo.	Un aspecto positivo es innovar en el uso de nuevos métodos, no muy utilizados por geógrafos pero que son prioritarios para cualquier estudio biogeográfico, el MaxEnt.

Actividad/ Resultado	Aporte a la geografía	Aporte a otras disciplinas	Aspecto limitante	Otras observaciones
Análisis multitemporal de la vegetación	Mapas de cambio de vegetación, utilizando técnicas de teledetección, propias de estudios geográficos a escalas temporales y espaciales, y que mostrarán ciertas tendencias para un posterior análisis según los eventos ya sea climáticos-físicos como antrópicos-sociales.	Para especialistas en ecología, es importante conocer cuál es la tendencia y en qué zona se da la reducción de la especie, para proponer nuevas áreas protegidas y plantaciones o zonas de reforestación.	<b>Imágenes satelitales aun con baja resolución, y en ocasiones no ortorectificadas</b> , por lo que los resultados de índices de vegetación no están totalmente fijados a la realidad, aunque sí próximos.	A partir del método de teledetección, también se pudieron identificar zonas potenciales de incendios forestales y áreas quemadas en diferentes años, lo cual muestra y comprueba la presencia de estos en la zona de estudio.
Encuestas y entrevistas	Aporte a la geografía de la percepción, ya que permite conocer la opinión de algunos actores clave y de la población en general sobre el estado y situación de los bosques secos.	Para la sociología y antropología, la importancia de la población y sociedad en relación a sus ecosistemas y recursos naturales es esencial, por lo que conocer su opinión y sistematizar esas respuestas en gráficos servirá para hacer un estudio más social y antrópico con respecto al espacio natural en cuestión.	Por el corto tiempo de la primera salida de campo, el <b>universo de encuestados no es tan grande como se espera</b> , pero se planea para la segunda salida realizar una mayor cantidad de encuestas y en diferentes puntos de la región.	Las preguntas elaboradas han sido de fácil entendimiento para que los encuestados no tuvieran mucha confusión con términos poco usados, para que además la conversación se hiciera más fluida. Actores claves como guardaparques y trabajadores del gobierno regional también dieron una opinión, aunque mucho más elaborada y completa por su mayor conocimiento.
Propuestas-corredor ecológico	Las propuestas de reforestación y corredores ecológicos, así como el inicio al ecoturismo aportan a la elaboración de planes y mapas para que en un futuro puedan realizarse.	La presencia de nuevas áreas de forestación, así como procesos de reforestación, y estas unidas por medio de corredores ecológicos a diferentes escalas permite la conservación biológica de no solo la especie del algarrobo sino de las que conviven con esta, ya sean vegetales como animales.	Las propuestas hechas definitivamente pueden tener un <b>costo alto al convertirse en proyectos</b> , y estos en acciones reales, sin embargo todo esto pueden gestionarse.	Se han realizado otro tipo de propuestas como los proyectos de viveros y algarroberas, lo cual incrementa la rentabilidad a las familias de los centros poblados cercanos a los bosques, cosa que se ha comprobado es más rentable que la deforestación en sí, y ya se han hecho en zonas como Piura, en Chile y Argentina. Se considera una investigación científica y social por su aspecto y valorización económica, por las propuestas a mejora económica.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Muestreo por parcelas realizado en el SHBP por Arias Salcedo

Parcela	Sector	Algarrobo	Sapote	Faique	Vichayo	Palo Verde	Angolo	Cerezo
T1-1	Paleria 1	62.5	37.5	0	0	0	0	0
T1-2A	La Paleria I	94.64	5.36	0	0	0	0	0
T1-2B	La Paleria I	87.7	10.77	0	0	0	0	0
T2-1	Las Salinas	0	0	0	0	0	0	0
T2-2	Las Salinas	66.67	33.33	0	0	0	0	0
T2-3A	Las Salinas	33.33	66.67	0	0	0	0	0
T2-3B	La Paleria II	80	10	0	0	0	0	0
T2-4	La Paleria I	100	0	0	0	0	0	0
T2-5	La Paleria II	0	0	100	0	0	0	0
T3-1	Las Salinas	44.44	55.56	0	0	0	0	0
T3-2	Las Salinas	81.25	18.75	0	0	0	0	0
T3-3	Las Salinas	62.5	37.5	0	0	0	0	0
T3-4	La Paleria	26.92	69.23	0	3.85	0	0	0
T3-5A	Paleria	50	50	0	0	0	0	0
T3-5B	Paleria	54.55	45.45	0	0	0	0	0
T3-6	Paleria	0	0	0	0	0	0	0
T4-1B	Las Salinas	50	50	16.67	0	0	0	0
T4-1B	Las Salinas	50	16.67	0	0	0	0	0
T4-2	Las Salinas	77.78	22.22	25	0	0	0	0
T4-3	La Paleria II	75	0	0	0	0	0	0
T4-4A	La Paleria II	66.67	33.33	0	0	0	0	0
T4-4B	La Paleria II	100	0	3.45	0	0	0	0
T4-5	Pomac	55.17	41.38	0	0	0	0	0
T5-1	Las Salinas	0	25	0	0	0	0	0
T5-2A	Las Salinas	87.5	0	0	12.50	0	0	0
T5-2B	Las Salinas	100	0	3.57	0	0	0	0
T5-3A	Pomac	89.29	7.14	0	0	0	0	0
T5-3B	Pomac	100	0	0	0	0	0	0
T5-3C	Pomac	85.71	7.14	0	7.14	0	0	0
T5-4	Santa Rosa Las Salinas	55	42.5	0	2.50	0	0	0
T5-5	Huaca La Merced	81.82	13.64	0	4.55	0	0	0
T6-1	La Merced	70	10	0	20	0	0	0
T6-2	La Merced	100	0	0	0	0	0	0
T6-3A	La Merced	83.33	16.67	0	0	0	0	0
T6-3B	La Merced	40	40	0	20	0	0	0
T6-3C	La Merced	50	47.5	0	2.5	0	0	0
T6-4	La Merced	80	20	0	0	0	0	0
T7-1	La Merced	100	0	0	0	0	0	0
T7-1A	La Merced	76.92	23.08	0	0	0	0	0
T7-2B	La Merced	90	6.67	0	3.33	0	0	0
T7-3	La Merced	44	48	0	8	0	0	0
Parcela de control	Faldas de los Cerros Pan de Azúcar	9.09	90.91	20	0	0	0	0
Parcela de control	Paleria I	0	20	20	0	0	40	20

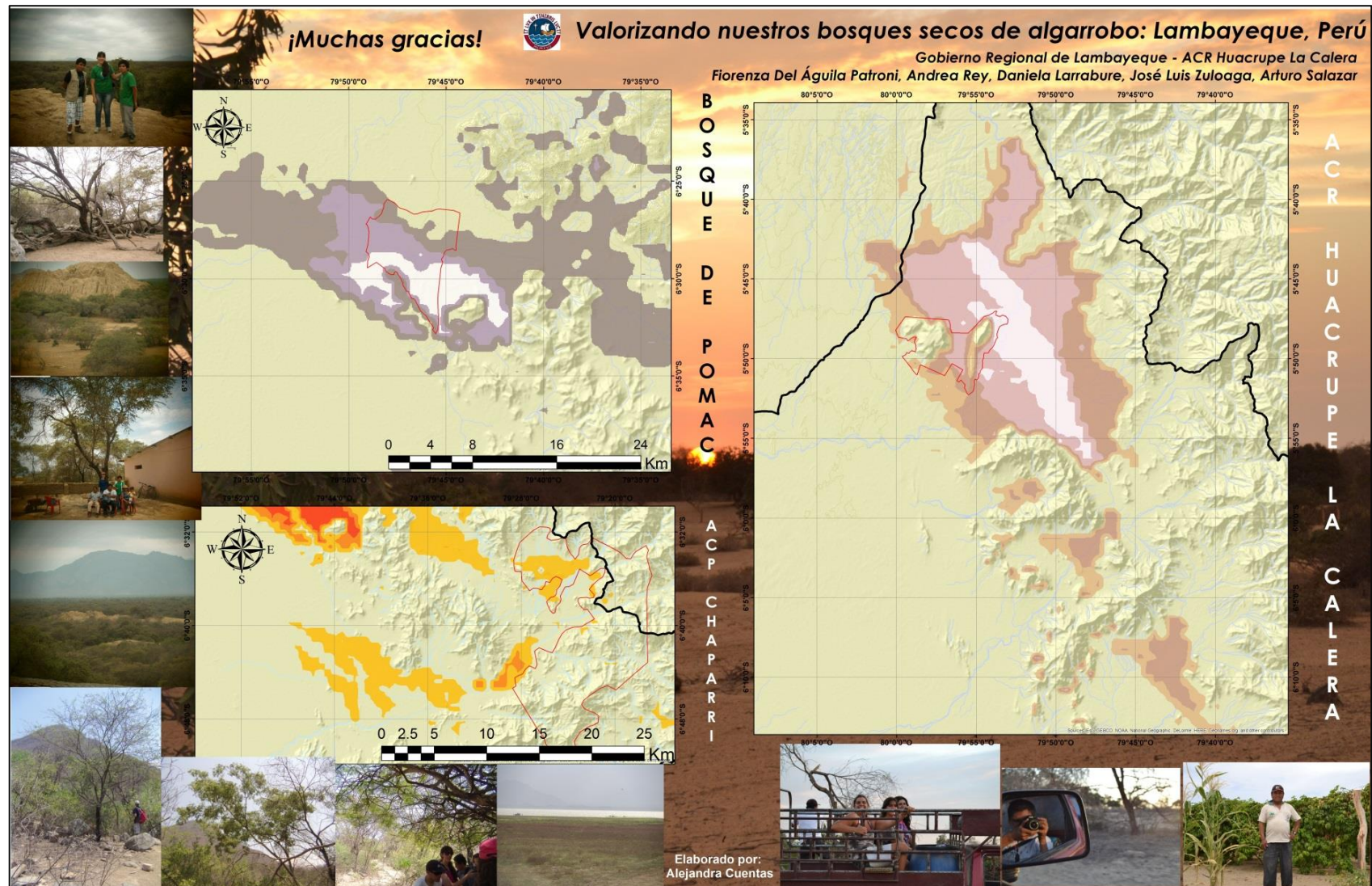
Anexo 19: Propuestas para un mejor manejo de los bosques seco

Propuestas	Objetivo	Actividades y ventajas/desventajas	Método y equipo	Monto estimado
Proyectos locales de reforestación	Recuperar las áreas deforestadas por los invasores, además de asegurar el mantenimiento y vigilancia de todas estas hectáreas por parte de familias organizadas en las zonas de influencia.	Reforestar entre 700 a 900 ha por año en cada uno de los bosques, en áreas con evidencias de degradación, especialmente con la especie del algarrobo y por iniciativa y apoyo de algunas instituciones públicas, ONG, del Gobierno Regional y los municipios.	Equipo de voluntarios, nacionales e internacionales (Ej: <i>4 compagnons de la ciudad de Burdeos</i> , Francia)	Para tales proyectos se solicitan alrededor de 100mil dólares como financiamiento y puesta en marcha del proyecto.
Plantaciones	Organizar los árboles espacialmente sin necesidad de riego. Lograr una vegetación permanente.	Para fines comerciales, los árboles son plantados en líneas y con amplios espacios entre cada uno, para permitir el crecimiento y la cosecha mecanizada. También puede darse el crecimiento en matorrales y configuraciones naturales para conservar el agua y reducir la erosión, sobre todo en áreas áridas. Plantaciones son más recomendables entre diciembre y abril.	Técnicas: Plantación de plántones desde bolsas plásticas Plantación desde tubos Siembra directa (semillas)	Alto costo
Técnicas de Riego	Restaurar plantas en grupos autosuficientes, cuyas raíces sean capaces de acceder al agua subterránea después de 1-4 años de riego manual, además de capturar neblina sin necesidad de riego constante.	<b>Riego Superficial:</b> tiene ventajas como ser más rápido, aprovecha rápidamente los nutrientes de la superficie, fomenta la captura de neblina a través de las raíces superficiales. Como desventajas, se pierde del 20-30% de agua a través de evaporación, forma "ollas" duras y saladas en la superficie, fomenta el desarrollo de raíces superficiales si el riego es insuficiente, y compacta el suelo <b>Riego bajo la superficie:</b> como ventajas usa el agua de manera más eficaz, hay mejor índice de crecimiento y biomasa, fomenta sistema de raíces más profundo y al desarrollo de ramas bajas, las raíces pueden captar nutrientes en profundidad, y es bueno para la nutrición de la planta. Como desventaja, toma más tiempo y necesidad de conseguir botellas o tubos reciclados.	Tipo y fuente de agua son cruciales para el establecimiento exitoso de las plantas. El agua proveniente de ríos o de acequias provee muchos nutrientes verdaderos. Transporte de agua a largas distancias a través de tubos plásticos Sistemas de riego por goteo. Técnicas manuales de riego: pozos de árboles, reducción de la evaporación, riego del subsuelo, riego con botellas enterradas,	Alto costo
Instalación de viveros	Germinar y propagar semillas, y proteger los plántones.	El vivero debe tener acceso fácil a una fuente de agua y ubicarse sobre suelo firme y plano, lejos de cultivos de agricultura intensiva, y contar idealmente con área cercana con sombra. Mantener orden el vivero, ya que permite trabajar eficientemente. Es importante al momento de la plantación la coordinación de las actividades de cada temporada. Preparación del suelo para el vivero, compost	Plagas y métodos de control: control mecánico, control cultural, control con preparados.	Puede ser bajo costo cuando los materiales se escojan cuidadosamente.
Instalaciones atrayentes de aves	Atraer a las aves por el papel que juegan en los ecosistemas secos, lo cual ayuda en el proceso de restauración	Instalación de perchas: atraerán a las aves que gustan de lugares altos para detectar alimento y cantar (importante para sus comunicaciones territoriales y reproductivas. A la vez dejan sus heces, ayudando a la dispersión de semillas y a la fertilización del suelo en la zona de restauración. Nidos artificiales para atraer aves.	Las perchas deben ser de 3.5m de alto, con palos transversales. Las perchas más altas podrían atraer a las aves rapaces que ahuyentan a las aves dispersadoras de semillas. Otro tipo de perchas fáciles de instalar, son ramas de árboles secos, en posición vertical. En la construcción de nidos se debe tener en cuenta que los agujeros por donde ingresan las aves no deben ser muy grandes y variar en grosos para diferentes especies. Se recomienda instalar cerca de vegetación existente.	

Fuentes: Elaboración propia – Whaley, 2010; INRENA – Proyecto Algarrobo



Anexo 20: Póster del trabajo realizado en los bosques secos de algarrobo y los resultados más importantes



Fuente: Elaboración propia