

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO DE LOS
BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DE LA COSTA
NORTE (LAMBAYEQUE), COMO MITIGACIÓN FRENTE AL
CAMBIO CLIMÁTICO”**

Presentada por:

Jhoan Paola Chávez Suazo

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS**

**“CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO DE LOS
BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DE LA COSTA
NORTE (LAMBAYEQUE), COMO MITIGACIÓN FRENTE AL
CAMBIO CLIMÁTICO”**

Presentada por:

Jhoan Paola Chávez Suazo

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Dra. María Manta Nolasco
PRESIDENTE

Mg. Sc. Armando Aramayo Bazzetti
MIEMBRO

Mestre. Jerónimo García Villanueva
MIEMBRO

Maest. Cs. Juan Torres Guevara
ASESOR

Dra. Fabiola Parra Rondinel
Co-ASESORA

DEDICATORIA

Cada paso dado, las personas con quienes caminé y la
infinidad de experiencias, han sido la base para que hoy
me encuentre aquí. Ustedes son actores clave en mi
desarrollo personal y profesional.

Que mi paso por tu vida, sea un aporte tan significativo,
como lo fuiste y serás en la mía.

Principios: Paciencia, Voluntad y Compromiso.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue posible gracias al apoyo de pobladores, varones y mujeres de los Caseríos El Choloque y Yocape, Sector El Cardo - Lambayeque. Así mismo, se contó con la colaboración del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas de la Universidad Nacional Agraria La Molina CIZA-UNALM, la Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes CCTA, la Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral AIDER, al Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UNALM y el financiamiento del Programa de Pequeñas Donaciones PPD del Global Environment Facility - GEF/ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.

Además, quiero agradecer al Mg. Sc. Juan Torres, asesor de esta investigación, por su apoyo en la culminación de este proyecto, por la confianza depositada, por los objetivos planteados, el conocimiento volcado en sus alumnos y la curiosidad despertada en nosotros por cultivar al “Hombre y al Campo”. A la Dra. Fabiola Parra, co-asesora de esta investigación, quien pulió este trabajo desde su formulación y afinó sus bases y planteamientos. A su vez, al Eco. Aldo Cruz por su apoyo y preocupación en la culminación del proyecto. A André Rosado, quien me motivó a que continuara en una línea de investigación. A Estela Mondejar y Alexander Ramos por su aporte en el trabajo de campo. A Anthony Chávez quien además de poner de su tiempo, habilidades y conocimientos, tuvo paciencia y compromiso. A Lorena Calderón y Francisco A. Huaranga por su apoyo en gestionar nuestros tiempos, apoyar mis proyectos, por su paciencia y compañía, siendo amigos del día a día. Y a mis padres, por su apoyo, escuchar, ayudar, educarme, por sus palabras, confiar en mí y no dejar que me rinda ante las dificultades; Gladys y Orestes, son y serán la motivación constante en la consolidación de quien soy, con mis errores y triunfos, con todo y a todos ustedes ¡Gracias!

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. BOSQUE TROPICAL SECO ESTACIONAL O BOSQUE TROPICAL ESTACIONALMENTE SECO	3
2.2. MACRO-PROVINCIAS DE HUMEDAD: BOSQUE DE ZONAS ÁRIDAS Y ZONAS SUB-HÚMEDAS.....	5
2.3. IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES.....	11
2.4. BOSQUES PRIMARIOS.....	11
2.5. BOSQUES, CLIMA Y HOMBRE.....	12
2.6. CICLO DEL CARBONO	13
2.6.1. BALANCE GLOBAL DEL CARBONO	15
2.7. DESARROLLO SOSTENIBLE.....	16
2.7.1. DEFORESTACIÓN	16
2.7.2. CAMBIO CLIMÁTICO.....	18
2.7.3. MECANISMOS DE KYOTO	20
2.7.4. ESTRATEGIAS DE LUCHA FRENTE EL CAMBIO CLIMÁTICO	21
2.7.5. HERRAMIENTAS DE MITIGACIÓN.....	23
2.7.6. SITUACIÓN DEL PERÚ	25
2.7.7. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).....	30
2.7.8. BIOMASA	32
2.7.8.1. FACTORES QUE AFECTAN A LA BIOMASA	32

2.7.8.2.	FUNCIONES DE LA BIOMASA.....	38
2.7.8.3.	FORMAS DE MEDICIÓN DE LA BIOMASA FORESTAL.....	40
2.7.8.4.	BIOMASA Y STOCK DE CARBONO	43
2.7.9.	MEDICIONES DE CARBONO A PARTIR DE INVENTARIOS FORESTALES	44
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	63
3.1.	MATERIALES	63
3.2.	MÉTODOS	65
3.2.1.	DEFINICIÓN DEL ÁREA	65
3.2.1.1.	DELIMITACIÓN DEL ÁREA.....	65
3.2.1.2.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA.....	66
3.2.1.3.	POBLACIÓN.....	73
3.2.1.4.	USO DE SUELO	73
3.2.1.5.	ESPECIES VEGETALES.....	74
3.2.1.6.	FENOLOGÍA.....	76
3.2.2.1.	CAPTURA DE CARBONO.....	78
3.2.2.2.	ALMACENAMIENTO DE CARBONO	81
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	85
4.1.	DEFINICIÓN DEL ÁREA.....	85
4.1.1.	DELIMITACIÓN DEL ÁREA.....	85
4.1.2.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	87
4.1.3.	POBLACIÓN.....	101
4.1.4.	USO DEL SUELO.....	107
4.1.5.	ESPECIES VEGETALES.....	113
4.1.6.	FENOLOGÍA.....	121
4.2.	CANTIDAD DE CARBONO.....	127
4.2.1.	CAPTURA DE CARBONO.....	130

4.2.2. ALMACENAMIENTO DE CARBONO	149
V. CONCLUSIONES.....	157
VI. RECOMENDACIONES	159
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
VIII. ANEXOS	182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Clasificación por cobertura vegetal de los bosques.....	7
Tabla N° 2 Descripción del tipo de bosque seco.....	10
Tabla N° 3. Depósitos superficiales de C en bosques tropicales	12
Tabla N° 4. Balance global (MgC o tC) del carbono	16
Tabla N° 5. Factores que causan la deforestación	17
Tabla N° 6.Tasa anual de deforestación (TAD) en la Amazonía peruana.....	26
Tabla N° 7.Tipos de derechos sobre tierras	27
Tabla N° 8. REDD (Piura y Lambayeque).....	29
Tabla N° 9. Resumen de factores que afectan a la biomasa	36
Tabla N° 10. Área total afectada por incendios forestales (en hectáreas) en el período 2003 – 2012, reportado por el INDECI a través de FAO, 2015.....	37
Tabla N° 11. Funciones del bosque y sus compartimentos de acción.....	39
Tabla N° 12. Geografía del carbono en el Perú.....	44
Tabla N° 13.Estratificación preliminar	47
Tabla N° 14. Depósitos de carbono de acuerdo a la GBP UT CUTS	53
Tabla N° 15. Tipo de depósito de carbono	55
Tabla N° 16. Densidades básicas o anhidras para el algarrobo y valor promedio.....	56
Tabla N° 17. Medición de DAP.....	58
Tabla N° 18. Planificación de actividades	61
Tabla N° 19. Instrumentos para la identificación y colecta de datos.....	63
Tabla N° 20. Coordenadas teóricas del punto medio de las parcelas seleccionadas aleatoriamente	66
Tabla N° 21. Tipos fundamentales de variación anual de la temperatura.....	69
Tabla N° 22. Índices bioclimáticos	70
Tabla N° 23. Criterios de Köppen.....	71
Tabla N° 24. Clasificación preliminar por nivel altitudinal	74
Tabla N° 25. Inventario forestal 2003.....	74

Tabla N° 26. Valores modulares	79
Tabla N° 27. Clasificación basada en la vegetación (2011 – 2015)	94
Tabla N° 28. Climogramas de la estación OLMOS entre los años 2011 – 2015	96
Tabla N° 29. Temperatura y precipitación media anual	97
Tabla N° 30. Clasificación en base a la geoforma.....	100
Tabla N° 31. Población del caserío El Choloque	102
Tabla N° 32. Movimientos migratorios departamento/región Lambayeque	103
Tabla N° 33. Actividades económicas para el 2009 (por porcentajes).....	104
Tabla N° 34. PEA departamento/región Lambayeque al 2009	105
Tabla N° 35. Porcentaje (%) de la población económicamente activa PEA.....	105
Tabla N° 36. Análisis de cambios	110
Tabla N° 37. Criterio de abundancia.....	113
Tabla N° 38. Especies dominantes en relación a la altura	113
Tabla N° 39. Dominio (m ² /ha)	113
Tabla N° 40. Inventario forestal 2015.....	113
Tabla N° 41. Dispersión de Clases Diamétricas por especie	114
Tabla N° 42. Especies objeto de estudio (Descripción).....	117
Tabla N° 43. Seguimiento Fenológico de Hualtaco (período de seis meses entre marzo - agosto 2015)	121
Tabla N° 44. Seguimiento Fenológico del Algarrobo (por un período de seis meses entre marzo – agosto 2015).....	122
Tabla N° 45. Seguimiento Fenológico de Palo Santo (por un período de seis meses entre marzo – agosto 2015).....	123
Tabla N° 46. Seguimiento Fenológico de Palo Verde (por un período de seis meses entre marzo – agosto 2015).....	124
Tabla N° 47. Estadíos fenológicos de Hualtaco, Palo Santo, Palo Verde y Algarrobo.....	125
Tabla N° 48. Intervalos altitudinales.....	127
Tabla N° 49. Resumen del levantamiento de parcelas	127
Tabla N° 50. Coordenadas del punto medio de las parcelas.....	128
Tabla N° 51. Área en el eje horizontal (a) y factor de expansión (Fe)	129
Tabla N° 52. Tabla de peso seco (gMS) de las cuatro especies evaluadas y la temperatura promedio mensual para 2015 (°C)	130
Tabla N° 53. Resumen de características encontradas por especie	132
Tabla N° 54. Contenido de humedad.....	133

Tabla N° 55. Valores modulares y estimados de la porción de hojarasca de la biomasa foliar colectada en un intervalo de 5 meses	137
Tabla N° 56. Valores modulares (V.M.) y estimados de biomasa seca colectada en un intervalo de 5 meses, distribuido por clases diamétricas (C.D.)	138
Tabla N° 57. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de valores modulares V.M.....	139
Tabla N° 58. Regresión lineal múltiple A.....	140
Tabla N° 59. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de la hipótesis A	141
Tabla N° 60. Regresión lineal múltiple para B1	141
Tabla N° 61. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de la hipótesis B1	142
Tabla N° 62. Regresión lineal múltiple para B2.....	144
Tabla N° 63. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de la hipótesis B2	144
Tabla N° 64. Intervalo de aplicación de las ecuaciones	146
Tabla N° 65. Porcentaje de ramas menores frente a biomasa foliar por clase diamétrica C.D. para palo santo, hualtaco, algarrobo y palo verde	146
Tabla N° 66. Porcentaje de ramas menores frente a biomasa foliar para palo santo, hualtaco, algarrobo y palo verde	146
Tabla N° 67. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de la hipótesis B2 para algarrobo y palo santo	147
Tabla N° 68. Densidad básica	154
Tabla N° 69. Carbono almacenado en el fuste y ramas mayores de palo santo, hualtaco, algarrobo y palo verde	155
Tabla N° 70. Porcentaje de carbono %C en el suelo.....	238
Tabla N° 71. Cantidad de Carbono almacenado en el suelo.....	239
Tabla N° 72. Resultados del cálculo de la densidad básica para palo santo, hualtaco y palo verde	240
Tabla N° 73. Carbono almacenado por individuo.....	241

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Núcleos del bioma bosque tropical estacionalmente seco (BTES) de América del Sur, resaltando los núcleos Pacífico Ecuatorial, Andes Orientales y Valles Interandinos peruanos.....	3
Figura N° 2. Arco pleistocénico	5
Figura N° 3. Principales extensiones de bosques primarios (% - Km ²), 2010.....	12
Figura N° 4. Interacciones en torno al carbono	14
Figura N° 5. Ciclo global del carbono	15
Figura N° 6. Carbono faltante en el balance	15
Figura N° 7. Cambios en los componentes del sistema climático.....	18
Figura N° 8. Estratificación horizontal del área total de estudio	46
Figura N° 9. Estratificación vertical.....	48
Figura N° 10. Parcelas circulares en la pendiente y elíptico en la horizontal	51
Figura N° 11. Diámetros de copa proyectada medidos que cortan perpendicularmente	52
Figura N° 12. Medición in-situ del diámetro.....	57
Figura N° 13. Patrones de distribución por el tipo de clase diamétrica C.D.....	59
Figura N° 14. Dispersión por edad de los individuos forestales.....	60
Figura N° 15. Estación meteorológica Olmos	67
Figura N° 16. Distancia desde la estación Olmos a la zona de estudio.....	68
Figura N° 17. Bosque seco de colina alta y bosque seco de montaña.....	72
Figura N° 18. Puntos de medición dentro de la parcela.....	72
Figura N° 19. Trampas de evaluación en posiciones A y B	79
Figura N° 20. Medición del DAP en terrenos inclinados	83
Figura N° 21. Promedio de DAP	83
Figura N° 22. Vista desde la margen derecha del río Chiniama.....	85
Figura N° 23. Delimitación hidrográfica	86
Figura N° 24. Relieve tridimensional del área de estudio.....	86
Figura N° 25. Contorno y sombra del área de estudio	87
Figura N° 26. Variación mensual de la temperatura 2014.....	87

Figura N° 27. Variación mensual de temperatura 2015	88
Figura N° 28. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 05 de mayo 2014 a las 17:46 horas	89
Figura N° 29. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 09 de mayo 2014 a las 17:46 horas	89
Figura N° 30. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 12 de abril 2015 a las 14:08 horas.....	91
Figura N° 31. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 14 de mayo 2015 a las 11:43 horas	91
Figura N° 32. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 12 de abril 2015 a las 14:08 horas.....	92
Figura N° 33. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 13 de mayo 2015 a las 18:11 horas.....	92
Figura N° 34. Clasificación por el método de Thornthwaite	99
Figura N° 35. Tendencia poblacional por género del distrito de Motupe para el período 2007 – 2015 en base al INEI 2015	101
Figura N° 36. Mapas parlantes.....	109
Figura N° 37. Uso de canastas para la protección de plantones forestales.....	112
Figura N° 38. Clases diamétricas con ajuste a distribución normal	116
Figura N° 39. Curvas de nivel – plano dimensional.....	127
Figura N° 40. Áreas representadas	128
Figura N° 41. Peso seco (gMS) de palo santo y precipitación (mm)	131
Figura N° 42. Peso de materia seca en gramos, medido por intervalo de tiempo (5 meses) para las especies en estudio, en función a sus diámetros de fuste o altura de pecho, expresados como (gMS)	133
Figura N° 43. Peso de materia seca en gramos, medido por un intervalo de tiempo de 5 meses para las especies en estudio, en función al área máxima de copa proyectada (A_c) y su aporte para la clase diamétrica C.D.=3 (de centro 15cm) para un intervalo de tiempo (I=5 meses) por individuo expresado como gMS/lpie	134
Figura N° 44. Distribución por diámetro de copa D_{copa} (m) y diámetro de fuste o a la altura de pecho DAP (cm).....	135
Figura N° 45. Distribución del Área Máxima de copa proyectada A_c (m^2) y diámetro de fuste o a la altura de pecho DAP (m)	135
Figura N° 46. Distribución de la biomasa seca colectada en un área determinada.....	140

Figura N° 47. Distribución de biomasa foliar por clase diamétrica C.D.....	143
Figura N° 48. Porcentaje de carbono %C en la parte alta.....	149
Figura N° 49. Porcentaje de carbono %C en la parte media.....	149
Figura N° 50. Porcentaje de carbono %C en la parte baja.....	150
Figura N° 51. Mapa de porcentaje de carbono (%C) en el suelo de las nueve parcelas instaladas	151
Figura N° 52. Stock de carbono en el suelo por parcela	153
Figura N° 53. Plantas trepadoras.....	208
Figura N° 54. Plantas epífitas “Achupallas”.....	208
Figura N° 55. Monitoreo de canastas colectoras – uso de brazo de madera.....	210
Figura N° 56. Presencia del hongo “fumagina” en el tronco de <i>Prosopis pallida</i>	211
Figura N° 57. Cámara de cría.....	215
Figura N° 58. Fase larval	216
Figura N° 59. Fase pupa	216
Figura N° 60. Hualtaco	217
Figura N° 61. Algarrobo	218
Figura N° 62. Palo santo.....	218
Figura N° 63. Palo verde	219
Figura N° 64. Regiones de rechazo y no rechazo para las hipótesis para las variables diámetro a la altura de pecho DAP, diámetro de copa Dc y área máxima de copa Ac	221
Figura N° 65. Esquema de toma de muestra de suelo para su procesamiento	237

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO A LA POBLACIÓN.....	182
ANEXO 2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	184
ANEXO 3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	187
ANEXO 4. ANÁLISIS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.....	189
ANEXO 5. POBLACIÓN LOCAL.....	193
ANEXO 6. TALLER DE MAPAS PARLANTES	194
ANEXO 7. REGISTRO DE PERCEPCIÓN DEL BOSQUE Y ACTIVIDADES LOC.	201
ANEXO 8. CLASES DIAMÉTRICAS DELÁREA DE ESTUDIO	206
ANEXO 9. RESULTADOS PRELIMINARES - PARCELA PILOTO.....	207
ANEXO 10. IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS	214
ANEXO 11. CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO.....	217

TABLA DE ACRÓNIMOS

A/R CDM	Afforestation and Reforestation CDM <i>Project Activities</i>
Ac	Área de copa
ACR	Área de Conservación Regional
AIDER	Asociación para la investigación y el Desarrollo Integral
ANP	Áreas Naturales Protegidas
ASPROBOS	Asociación de Protección de los Bosques Secos del Caserío el Choloque- Sector El Cardo
BES	Bosque Estacionalmente Seco
CDM	Clean Development Mechanism-Mecanismos de Desarrollo Limpio
CER	Certificado de Reducción de Emisiones
CIZA-UNALM	Centro de Investigación en Zonas Áridas de la Universidad Nacional Agraria la Molina
CMNUCC-UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
COP	Conference Of Parts / Conferencia de las Partes
DAP	Diámetro a la Altura de Pecho
DB	Densidad Básica
Dc	Diámetro de copa
DGAAA-MINAGRI	Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del MINAGRI
ENSO-ENOS	El Niño Oscilación Sur
ERU	Unidad de Reducción de Emisión
FAO	Food and Agriculture Organization/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FEB	Factor de Expansión de la Biomasa
FRA	The Forest Resources Assessment
GBP UT CUTS	Guía de Buenas Prácticas del Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial/Global Environment Facility
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GORE	Gobierno Regional
IC	Aplicación Conjunta
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
IUCPP	IUC Partner Programme
LASPAF-UNALM	Laboratorio de análisis de Agua, Suelo y Medio Ambiente de la UNALM
MDL	Mecanismos de Desarrollo Limpio
MINAG	Ministerio de Agricultura de Perú
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego

MINAM	Ministerio del Ambiente
MONGABAY	Periodismo Ambiental Independiente
MRV	Medición, Reportaje y Verificación
NAMAs	Medida Nacional de Mitigación Apropiaada
OSINFOR	Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre
OMM/WMO	Organización Meteorológica Mundial
PEA	Población Económicamente Activa
PNCBMCC-MINAM	Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático del MINAM
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para Desarrollo
PPD GEF/PNUD	Programa de Pequeñas Donaciones del GEF/PNUD
REDD	Mecanismo de Reducción de Emisiones de GEI causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques
REDD+	Mecanismo de Reducción de Emisiones de GEI causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques, la conservación y el incremento de las capturas de CO2
RMU	Unidad de Remoción
R-PP	Readiness Plan Proposal
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
SHBP	Santuario Histórico Boques de Pomac
SINAFOR	Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre
SOTT	State of the Tropical
UCA-AACs	Unidad de Cantidad Asignada
UE	Unión Europea
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina
UPIS	Urbanizaciones Populares de Interés Social

RESUMEN

La captura y almacenamiento de carbono en ecosistemas terrestres y suelo, son considerados significativos. En el Perú, el cambio de uso de suelo por deforestación causa el 51 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero (MINAM, 2016), por lo que cambios en estos reservorios, tendrán impactos considerables en el balance global de carbono. Así mismo, se contabiliza a los bosques secos en 3.2 por ciento de los bosques en el país. En el presente estudio se analiza la captura y almacenamiento de carbono en bosques estacionalmente secos, categorizados como Bosque seco de montaña, Bosque seco de colina y Bosque seco ralo de llanura, ubicados en el caserío El Choloque, Centro Poblado Tongorrape, Distrito de Motupe - Lambayeque. Donde, se instalaron nueve parcelas circulares de radio 30 metros dentro de un área de 159.3 hectáreas, con intensidad de muestreo entre 0.53% y 0.89%, evaluándose características inherentes de individuos a partir de diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor a 5cm, de las especies palo santo, hualtaco, algarrobo y palo verde. En cuanto al inventario forestal, las densidades fueron de 107árb/ha, 62árb/ha, 49árb/ha y 15árb/ha, respectivamente. Donde, a partir de una clasificación diamétrica de cinco intervalos con ancho cinco centímetros, valores modulares de biomasa, densidad básica de la madera y la equivalencia biomasa seca-carbono de 0.5%, aplicados a diferentes compartimentos forestales (fuste, ramas mayores, ramas menores y hojarasca) y el contenido de carbono orgánico en el suelo, se obtuvo un potencial de captura de carbono por biomasa primaria (follaje u hojarasca) de 0.52Mg-C/ha en un período de medición de cinco meses bajo un escenario de lluvias a condiciones normales, un potencial de almacenamiento de carbono a nivel de la biomasa aérea (ramas mayores y fuste) de 4.23Mg-C/ha a la fecha de medición (25 años como edad promedio del bosque) y en el suelo de 42.19Mg-C/ha. Así, se contabilizan 46.94Mg-C/ha, contribución relevante como medida de mitigación frente al cambio climático.

Palabras Clave: biomasa, captura de carbono, almacenamiento de carbono, stock de carbono, bosque estacionalmente seco, Lambayeque, cambio climático.

ABSTRACT

The capture and storage of carbon in terrestrial ecosystems and soils are considered significant. In Peru, the change in land use due to deforestation causes 51 percent of greenhouse gas emissions (MINAM, 2016), so changes in these reservoirs will have considerable impacts on the global carbon balance. Evenly, dry forests are accounted for in 3.2 percent of the forests in the country. The present study analyzes the capture and storage of carbon in seasonally dry forests, categorized as Dry Mountain Forest, Dry Hill Forest and Dry Forest of Plains, located in the villages of El Choloque of the community of Tongorrape, Motupe District - Lambayeque. Where, nine circular plots of radius 30 meters were installed within an area of 159.3 hectares, with sampling intensity between 0.53% and 0.89%, evaluating inherent characteristics of individuals from diameter to breast height (DAP) greater than 5cm of species Palo Santo, Hualtaco, Algarrobo and Palo Verde. In terms of forest inventory, the densities were 107trees/ha, 62trees/ha, 49trees/ha and 15trees/ha, respectively. Where, from a diametric classification of five intervals with width five centimeters, modular values of biomass, basic density of the wood and the dry-carbon biomass equivalence of 0.5%, applied to different forest compartments (shaft, main branches, minor branches) and litter) and the organic carbon content in the soil, a potential for carbon capture by primary biomass (foliage or litter) of 0.52Mg-C / ha was obtained in a five-month measurement period under a rainfall scenario into normal conditions, a carbon storage potential at the level of the aerial biomass (main branches and trunk) of 4.23Mg-C / ha at the measurement date (25 years as the average age of the forest) and in the soil of 42.19Mg- C / ha. Thus, 46.937Mg-C / ha are counted, a relevant contribution as a mitigation measure against climate change.

Key Words: Biomass, carbon capture, carbon storage, carbon stock, seasonally dry forest, Lambayeque, climate change.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es definido por la Convención Marco de las Naciones Unidas (UNFCCC 1992) como “*El cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables*”. Es importante entender que cambio y variabilidad climática son de diversa índole. El primero refiere una condición fuera de lo normal y exacerbada de lo antes soportado por el estado natural a causa de la actividad humana. Mientras que el segundo, indica una situación natural, de donde deriva mucha de la diversidad biológica que se distribuye a nivel global.

La captura y almacenamiento de carbono de formas naturales, que involucren la biota, es considerado un proceso significativo en cuanto a reducir las cantidades de CO₂ que son liberadas a la atmósfera por procesos naturales (volcanes, caída de meteoritos, entre otros), producto de la industria, comercio, transporte, incendios forestales, entre otras afines al quehacer antrópico (Manta 2017). Estos procesos a su vez, cumplen funciones o servicios ambientales o eco-sistémicos, como sumideros globales de carbono (Durbán. 2015; MINAM, 2013). En tal sentido, el cambio climático es considerado un problema que viene siendo abordado de diferentes modos y a diferentes escalas, local, regional, nacional y/o internacional.

En el Perú, el cambio de uso del suelo o deforestación causa el 51 por ciento de emisiones de gases de efecto invernadero, convirtiéndolo en el principal agente del cambio climático (MINAM, 2016). Por ende, la implementación de planes que contribuyan a reducir este problema, dentro de los que se encuentra la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático, que alberga el programa Bosques, de índole nacional, que implica la inclusión de comunidades nativas y campesinas. Siendo su objetivo principal, conservar 54 millones de hectáreas de un total de 73 millones de hectáreas de tierras forestales al 2021, equivalente al 42 por ciento de la superficie del país (MINAM, 2015).

Los bosques cumplen un rol importante en los procesos de mitigación del cambio climático. En las zonas tropicales, la vegetación crece con rapidez y en consecuencia, elimina el carbono de la atmósfera con mayor celeridad. En particular, el Bosque seco representa el 42 por ciento de los bosques tropicales a nivel mundial. Estos a su vez, albergan múltiples relaciones entre hombre y naturaleza y que constituye un ambiente tropical seco afectado por oscilaciones climáticas irregulares (Hocquenghem, 2001). A nivel local se han aprobado Estrategias Regionales de Cambio Climático, siendo de nuestro interés el correspondiente a Lambayeque. En este último, se indica las estrategias para la agenda Ambiental 2015 – 2016, con miras al 2021, dirigida a los servicios ecosistémicos del bosque.

Dentro de las políticas forestales y la Gestión Local, surge la importancia de la sistematización e implementación de gestiones que no vayan solo de arriba hacia abajo, sino también de abajo hacia arriba, ligados a la gobernabilidad (Larson y Barrios. 2006). Ello en base a que, se ha demostrado que aquellas normas que no hayan sido ampliamente consensuadas en forma multisectorial terminan generando resistencia o deficiencia en su aplicación (CEPAL. 2002). En tal sentido, la existencia de bosques secundarios, producto de la regeneración de miles de hectáreas de bosque estacionalmente seco, ubicado entre las cuencas de los ríos Yocape y Chiniama, donde se ubican los caseríos Yocape y El Choloque, pertenecientes al Sector El Cardo, Centro Poblado Tongorrape – Distrito de Motupe, Provincia y Región Lambayeque, corresponderían al resultado de una Gestión de Recuperación, Mitigación y Vigilancia frente a un problema de pérdida de servicios ecosistémicos de un bosque deteriorado, hasta la implementación de estas medidas. Donde, la prevalencia del sistema forestal, estaría asociado a la existencia de sistemas agroforestales y actividades agroindustriales, como sustento de una población emergente (ASPROBOS, 2004).

OBJETIVO PRINCIPAL

Determinar el potencial de captura y la capacidad potencial de almacenamiento de carbono de los bosques estacionalmente secos del Caserío El Choloque, perteneciente al Centro Poblado Tongorrape, Distrito de Motupe - Provincia y Región Lambayeque, como medida de mitigación frente al Cambio Climático.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el potencial de captura de carbono en la producción primaria.

Determinar la capacidad potencial de almacenamiento de carbono.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BOSQUE TROPICAL SECO ESTACIONAL O BOSQUE TROPICAL ESTACIONALMENTE SECO

El bioma bosque tropical estacionalmente seco o seco estacional (SDTF, por sus siglas en inglés) de América del Sur está formado por 18 núcleos. En la Figura N°01, el rectángulo rojo enmarca los núcleos de bosque estacional Pacífico Ecuatorial, Valles Interandinos y Andes Orientales de Perú.



Figura N° 1. Núcleos del bioma bosque tropical estacionalmente seco (BTES) de América del Sur, resaltando los núcleos Pacífico Ecuatorial, Andes Orientales y Valles Interandinos peruanos

FUENTE: Modificado de Linares-Palomino et al., 2011 y Espinosa et al., 2012.

Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos, término acuñado por Murphy y Lugo en 1995, comprenden los bosques deciduos y semi-deciduos que se desarrollan en áreas tropicales sujetas a una severa estacionalidad climática, marcada por un período de sequía (entre 5 o 6 meses al año). El mismo que define la fenología de las especies vegetales de la zona, caracterizada por la pérdida estacional de las hojas y del bosque en general. En contraste a este primer período, el bosque se tornará verde en el período lluvioso (Espinosa, 2012).

Los bosques secos en el mundo representan el 42 por ciento de los bosques tropicales y subtropicales (Cayola, 2004). En Sudamérica los bosques secos cubren el 22 por ciento de las áreas boscosas y en Centro América el 50 por ciento.

Los bosques secos suelen ubicarse entre los 0 y 1000 m.s.n.m., con temperaturas entre 17 y 24°C (Otivo, 2008), precipitación media anual entre 0 y 350 mm (registrados entre marzo y abril) para el caso de los bosques secos de Piura (Rasal et al., 2011) y entre 250 y 2000mm para los bosques secos en términos generales (Carón et al., 2015). En Perú, suman 4.1 millones de hectáreas, las que representan en promedio el 2.4 por ciento de la extensión territorial (Congreso Internacional, 2003) y 3.2 por ciento de 73.3 millones de hectáreas de bosques naturales del país al 2009 (MINAM, 2013).

Linares (2005), señala que los bosques estacionalmente secos (BES) o simplemente bosques secos, constituyen uno de los ecosistemas más amenazados del mundo. Los BES, se encuentran distribuidos en el Neotrópico desde el norte de México hasta el norte de Argentina y sur de Brasil, resultando ser muy variables en cuanto a composición de flora y fauna. Prado (1991) reveló un patrón fitogeográfico, altamente coincidente entre algunas especies arbóreas, producto de mapeos de distribución de especies leñosas y técnicas de análisis numéricos. Este patrón atravesaría el continente formando un arco que se extiende desde Caatingas en el noreste brasileño hasta el este paraguay y NE de Argentina, la Chiquitania boliviana, y a lo largo de los valles secos interandinos de Bolivia y Perú (Oakley y Prado, 2010).

Denominado como “Arco Pleistocénico”, consta de tres núcleos 1.- N. Caatingas, 2.- N. Misiones y 3.- N. Pedemonte Subandino (Figura N°02). Cada uno de ellos caracterizados por aspectos florísticos y del sustrato (Galetti et al., 2015). Estando presente en mayor o menor frecuencia dentro del Dominio, las siguientes familias arbóreas: Anacardiaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Celtidaceae,

Combretaceae, Fabaceae, Meliaceae, Nyctaginaceae, Phytolaccaceae, Polytolaccaceae, Rubiaceae y Ulmaceae (Oakley y Prado, 2010).

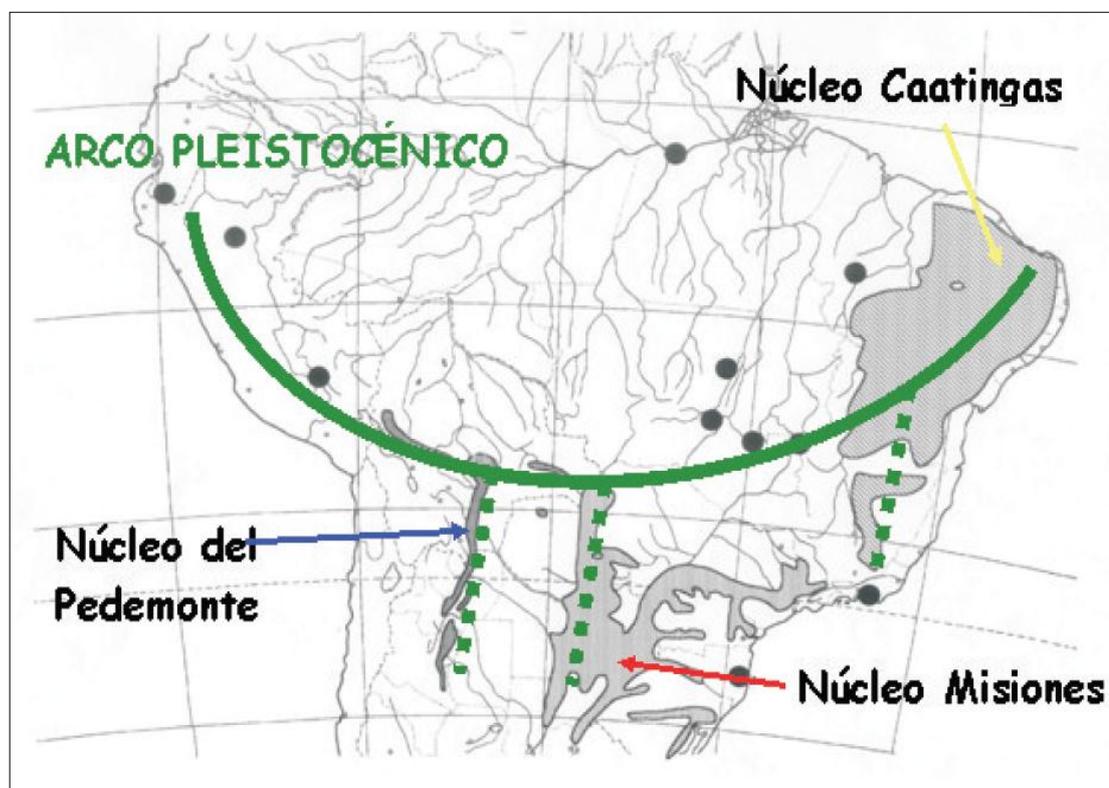


Figura N° 2. Arco pleistocénico

FUENTE: Oakley y Prado, 2010

2.2. MACRO-PROVINCIAS DE HUMEDAD: BOSQUE DE ZONAS ÁRIDAS Y ZONAS SUB-HÚMEDAS

Los Bosques tropicales estacionalmente Secos peruanos pueden dividirse en B. S. Ecuatoriales que abarcan cerca de 3 230 263 hectáreas (alrededor del 58 por ciento del área total de los departamentos Tumbes, Piura y Lambayeque), B. S. Orientales y B. S. de Valles Interandinos. Siendo, Piura, la región donde se concentra la mayor cantidad de este tipo de bosque, con una extensión de 2 545 699.14 ha, correspondientes al 71.13 por ciento de la superficie total (Linares 2004).

En un estudio de análisis florísticos, Linares (2004), reconoce tres subunidades de bosques secos: BES Ecuatoriales (representa la mayor extensión de BES de Perú, ubicado en Tumbes, Piura, Lambayeque y remanentes en La Libertad y Cajamarca), BES Interandinos

(compuesta principalmente por remanentes y fragmentos de BES ubicados a lo largo de la costa del país) y BES Orientales (formado por fragmentos de BES en los flancos orientales de los Andes en Tarapoto, departamento de San Martín y caracterizado por su alto endemismo).

Pennington (2006) menciona que en Perú, se encuentran 24 especies endémicas y alrededor de 227 especies maderables, propias de los bosques tropicales estacionalmente secos (BES). Las especies más representativas resultan ser *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii* (Bombacaceae), *Loxopterygium huasango Spruce ex Engl.* (Anacardiaceae), *Caesalpinia glabrata*, Complejo *Prosopis pallida*, *Acacia macracantha Humb. & Bonpl. Ex Wild.* (Leguminosae) y *Capparidaceae scabrida Kunth* y *Capparidaceae flexuosa*. Así mismo, Gentry citado por Pennington (2006) reconoce la importancia de las Bombacaceae, al ser una familia dominante en alrededor, 58 por ciento del territorio cubierto entre Tumbes, Piura y Lambayeque (sin incluir La Libertad y Cajamarca), considerándose como el área cubierta por esta familia, más grande del mundo. Por su parte, León (2006) menciona la existencia de 15 géneros y 56 especies de la familia Bombacaceae, dominado principalmente por árboles. Siendo 7 especies en 5 géneros, endemismos del Perú, estando en regiones de bosque seco *Ceiba mythica Ravenna*, *Eriotheca peruviana A. Robyns*, *Pseudobombax cajamarcanus Fer. Alonso*. Mientras que FAO (2016) menciona al género *Prosopis spp.* y 44 especies (90 por ciento nativas de Perú, Colombia y Ecuador), como representativas de la costa norte peruana. Así mismo, esta convive con sapote (*Capparis scabrida*), palo verde (*Cercidium praecox*), vichayo (*Capparis ovalifolia*), overo (*Cordia lutea*), entre otros, de especial importancia.

En cuanto a la clasificación por ecorregiones la zona norte corresponde a la ecorregión natural de Brack, A. como Bosque seco ecuatorial. El mismo que se encuentra dominado por El Niño (El Niño - Oscilación del Sur ENOS o El Niño – Southern Oscillation ENSO), que marca el clima de esta ecorregión, interrumpiendo períodos largos de sequía con lluvias extraordinarias (Hocquenghem. 1998)

El Mapa de cobertura Vegetal del Perú - 2012, elaborado a escala de 1:2 000 000, muestra a los Bosques de las Zonas Áridas – Zonas Sub-húmedas, que involucran a los bosques secos ubicados predominantemente al nor oeste del país. Desde las planicies costeras hacia la parte montañosa, aproximadamente hasta los 2400 m.s.n.m. Donde las

tierras son dedicadas a la agricultura (MINAM, 2012). A continuación, la Tabla N°01 describe los tipos de bosques existentes en estas zonas geográficas.

Tabla N° 1 Clasificación por cobertura vegetal de los bosques

Manglar	<p>Tipo de cobertura desarrollada por la inundación provocada por la mezcla de las mareas y la desembocadura de los ríos. A nivel nacional cubre una extensión promedio de 0.01 por ciento (5 870 ha). Ubicándose la mayor extensión entre los ríos Tumbes y Zarumilla.</p> <p>Especies predominantes: <i>Rhizophora mangle</i>, <i>R. harrisonii</i>, <i>R. racemosa</i>, <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Avicenia germinans</i>.</p>
Bosque Seco Tipo Sabana	<p>Se ubica en planicies cubiertas por depósitos aluviales y terrazas marinas, sobre los que se encuentran depósitos eólicos. Podemos encontrarlos entre Lambayeque, Piura y Tumbes. A nivel nacional cubre una extensión promedio de 1.1 por ciento (1 307 716 ha).</p> <p>Especies predominantes: <i>Prosopis pallida</i> “algarrobo” y <i>Capparis scabrida</i> “sapote” y en menor cantidad <i>Acacia macracantha</i> “faique”.</p>
Algarrobal Ribereño	<p>Se ubica a modo de franjas en las riberas de algunas quebradas entre Piura, Tumbes y una pequeña porción en el Bosque de Pómac en Lambayeque. A nivel nacional cubre una extensión promedio del 0.01 por ciento (7 004 ha).</p> <p>Especie predominante: <i>Prosopis</i> sp “algarrobo”</p>
Bosque Seco de Piedemonte	<p>Se ubica en el piedemonte de bosques secos colinosos y montañosos, entre los 100 – 500 m.s.n.m. Caracterizado por un mix de especies perennes y caducifolias. A nivel nacional cubre una extensión promedio de 0.2 por ciento (215 138 ha). Especies predominantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caducifolios - <i>Eriotheca ruizii</i> “pasallo”, <i>Loxopterigium huasango</i> “hualtaco” y <i>Bursera graveolens</i> “palo santo”. - Perennifolias - <i>Prosopis pallida</i> “algarrobo”, <i>Capparis scabrida</i> “sapote”, <i>Cercidium praecox</i> “palo verde”, <i>Acacia macracantha</i> “faique” y <i>Capparis eucalyptifolia</i> “margarito”.

Continuación

<p>Bosque Seco de Lomada</p>	<p>Este bosque se extiende por debajo de los 300 m.s.n.m., sobre terrenos ondulados. Comprendido por comunidades arbóreas de follaje verde y un mínimo porcentaje de especies caducifolias dispersas. A nivel nacional cubre una extensión promedio de 0.1 por ciento (169 071 ha).</p> <p>Especies predominantes: <i>Prosopis pallida</i> “algarrobo”, <i>Capparis scabrida</i> “sapote”, <i>Caesalpinea paipái</i> “charán”, <i>Loxopterygium huasango</i> “hualtaco” y <i>Bursera graveolens</i> “palo santo”.</p>
<p>Bosque Seco de Colina Baja</p>	<p>Este bosque se extiende desde los 200 a 600m.s.n.m., sobre terrenos disectados con pendiente de 15 – 50 por ciento y con una altura máxima de 80m. Formado por árboles y arbustos que pierden totalmente su follaje durante el período seco. El estrato herbáceo posee una vida efímera. A nivel nacional cubre una extensión promedio de 0.2 por ciento (285 416 ha). Especies predominantes:</p> <p>Nivel altitudinal inferior - <i>Loxopterygium huasango</i> “hualtaco”, <i>Prosopis pallida</i> “algarrobo”, <i>Caesalpinea paipai</i> “charán”, <i>Capparis scabrida</i> “sapote”, etc.</p> <p>Nivel altitudinal superior - <i>Tabebuia crysantha</i> “guayacán”, <i>Tecoma sp.</i> “madero”, <i>Alseis peruviana</i> “oreja de león”, <i>Eriotheca ruizii</i> “pasallo”, <i>Geoffroya striata</i> “almendro”, <i>Piscidia carthagenensis</i> “barbasco”, <i>Bursera graveolens</i> “palo santo”, <i>Pithecellobium multiflorum</i> “angolo”.</p>
<p>Bosque Seco de Montaña y Bosque Seco de Colina Alta</p>	<p>Se ubica entre los 200 – 2000 m.s.n.m. Dominan las especies caducifolias. A nivel nacional cubre una extensión promedio de 1.3 por ciento (1 629 205 ha).</p> <p>Especies predominantes: <i>Eriotheca ruizii</i> “pasallo”, <i>Bursera graveolens</i> “palo santo”, <i>Loxopterygium huasango</i> “hualtaco”, <i>Erythrina smithiana</i> “venturo”, <i>Tabebuia crysantha</i> “guayacán”, <i>Ceiba trischistandra</i> “ceibo”, <i>Bauhinia aculeata</i> “pata de vaca”, <i>Terminalia valverdeal</i> “huarapo”, <i>Piscidia carthagenensis</i> “barbasco”, <i>Geoffroya striata</i> “almendro”, <i>Caesalpinea paipái</i> “charán”, <i>Cochlospermum vitifolium</i> “polo polo”, <i>Pisonia macracantha</i> “pego pego”, <i>Cavamillesia platanifolia</i> “pretino”, etc. Es característico en esta zona la presencia de la bromeliácea epífita <i>Tillandsia ursenoides</i> “salvajina”.</p>

Continuación

<p>Bosque Seco de Valle Interandino</p>	<p>Se extiende en la parte inferior de los valles interandinos de los ríos Marañón, Huancabamba, Pampas, Pachacaca y Apurímac. Ocupa planicies, lomadas, piedemontes y laderas colinosas y montañosas de fuerte pendiente, comprendido entre los 500 y 800 m.s.n.m. El bosque está formado por especies arbóreas dispersas sobre matorrales tupidos y herbazales de vida efímera. A nivel nacional cubre una extensión promedio de 0.4 por ciento (487 697 ha).</p> <p>Especies arbóreas predominantes: <i>Eriotheca ruizii</i> “pasallo”, <i>Capparis scabrida</i> “sapote”, <i>Capparis aucalyptifolia</i> “frejolillo”, <i>Cercidium praecox</i> “palo verde”, <i>Prosopis</i> sp “algarrobo”, <i>Bombax</i> sp “barrigón”. Existe una notable población de cactáceas: <i>Browningia altissima</i>, <i>Armatocereus cartwrightianus</i> y <i>Espostoa mirabilis</i>.</p>
---	---

FUENTE: Elaboración propia en base a MINAM, 2012

La clasificación de bosques secos del Norte del Perú de acuerdo a INRENA (2003) considera doce tipos: (1) Bosque seco denso de colina (Hualtaco), (2) Bosque seco semidenso de colina, (3) Bosque seco ralo de colina, (4) Bosque seco muy ralo de colina, (5) Bosque seco denso de llanura (algarrobo, faique, algarrobo y overo), (6) Bosque seco semidenso de llanura, (7) Bosque seco ralo de llanura, (8) Bosque seco muy ralo de llanura, (9) Bosque seco denso de montaña (hualtaco, palo santo y charán), (10) Bosque seco semidenso de montaña, (11) Bosque seco ralo de montaña y (12) Bosque seco muy ralo de montaña (Tabla N°2).

Tabla N° 2 Descripción del tipo de bosque seco

Tipo de Bosque Seco	Características
(2) Bosque seco semidenso de colina	Especies arbóreas (12 especies en promedio) Densidad promedio= 170 árb./ha
(3) Bosque seco ralo de colina	Predomina <i>Loxopterigium huasango</i> , <i>Prosopis sp.</i> , y en menor cantidad <i>Capparis angula</i> , <i>Bursera graveolens</i> y <i>Capparis eucalyptifolia</i> .
(4) Bosque seco muy ralo de colina	Predomina <i>Prosopis pallida</i> y <i>Caesalpinia paipai</i> , en menor proporción <i>Loxopterigium huasango</i> . En las arbustivas predominan <i>Cordia lutea</i> .
(7) Bosque seco ralo de llanura	<p>Aluvial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Predominan las especies espinosas - Especies arbóreas: <i>Prosopis pallida</i>, <i>Capparis scabrida</i>, <i>Loxopterygium huasango</i>. - Abunda <i>Cordia lutea</i>, <i>Encelia canescens</i> y <i>Capparis avicenniifolia</i>. <p>Eólica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Especies espinosas de porte bajo - Estrato herbáceo y arbustivo efímero - Especies arbóreas <i>Prosopis pallida</i>, <i>Capparis scabrida</i> y <i>Acacia macracantha</i>,
(10) Bosque seco semidenso de montaña	29 tipos de especies arbóreas (<i>Eriotheca ruizii</i> , <i>Bursera graveolens</i> , <i>Erytrina smithiana</i> , <i>Caesalpinia paipai</i> , <i>Terminalia valverde</i> , y <i>Piscidia carthagenensis</i>) con densidad promedio de 12.1 árb./ha; <i>Tillandsia usneoides</i> y <i>Tillandsia spp.</i> sobre las ramas de los árboles. Densidad= 167.13 árb./ha
(11-12)Bosque seco ralo a muy ralo de montaña	Predominio de especies arbóreas de porte bajo <8m (<i>Eriotheca ruizii</i> , <i>Loxopterigium huasango</i> , <i>Capparis angulata</i> , <i>Cercidium praecox</i> , <i>Acacia macracantha</i>) y entre las arbustivas <i>Cordia lutea</i> y <i>Bougainvillea pachyphilla</i> . Se observa algunas cactáceas columnares como <i>Neoraimondia gigantea</i> .

FUENTE: Garatuza, 2011

2.3.IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES

Los bosques proporcionan servicios ecosistémicos mundiales muy importantes. Hoy, debido a muchos factores relacionados en su mayoría a actividades antrópicas, estos ecosistemas se encuentran amenazados y con ellos la biodiversidad y procesos regulativos. Para el 2010 se estimó 4.03 mil millones de hectáreas de bosques a nivel mundial, cifra menor en comparación a los 4.17 mil millones de hectáreas promediadas en 1990 (SOTT, 2014). El área mundial de los bosques está disminuyendo aproximadamente entre 12 y 15 millones de hectáreas anuales, mientras que la mayor parte de esta disminución, ocurre en el trópico (Kanninen, 2000); considerándose, como una de las principales causas el cambio de uso de suelos (Baena, 2009).

En el 2015, la FAO en su publicación Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA), menciona la pérdida de 129 millones de hectáreas de bosques desde 1990, superficie equivalente a la de Sudáfrica. Así mismo, revela la ralentización de este fenómeno en más de un 50 por ciento dado por mejoras en la gestión forestal, mediante instrumentos legislativos, medición y monitoreo de los recursos forestales y una mayor participación de las comunidades locales en la planificación y políticas de desarrollo (FAO, 2015). Por su parte, Roque (2017) refiere al Proyecto Algarrobo (1997) con tasas de pérdida de bosques secos de 7000ha/año y 20822.24 ha/año para 1997 en Lambayeque y Piura, respectivamente. Los mismos que cubren alrededor del 60 por ciento de bosques costeros y andinos en el Perú.

2.4.BOSQUES PRIMARIOS

Se asocian a los bosques primarios (Figura N° 3); altos niveles de diversidad biológica, indicadores de la biodiversidad y del estado de los ecosistemas forestales, aunque ello no siempre sea el caso (SOTT, 2014; FAO, 2015). Los bosques secundarios e intervenidos o manejados (de aprovechamiento indirecto o no destructivo-extractivo) o intercalados, pueden ofrecer hábitats adicionales con capacidad de albergar un mayor número de especies.

Pese a esto, la conservación de los bosques primarios cobra importancia al hablar de la biodiversidad, por lo que se registra un incremento en el número y extensión de las áreas de protección entre 1990 – 2015. Así mismo, se encuentran asociados, los accesos, demandas y presiones antropogénicas (construcción de caminos, trochas, carreteras, proyectos mineros, etc.) a la exposición de los bosques a ser explotados; en tal sentido, el futuro de los bosques va en camino a la deforestación, degradación forestal y fragmentación, que en suma a la

contaminación y el cambio climático, se traduce en impactos negativos a la biodiversidad (FAO, 2015). Así, los bosques cumplen un rol importante en los procesos de mitigación del cambio climático.

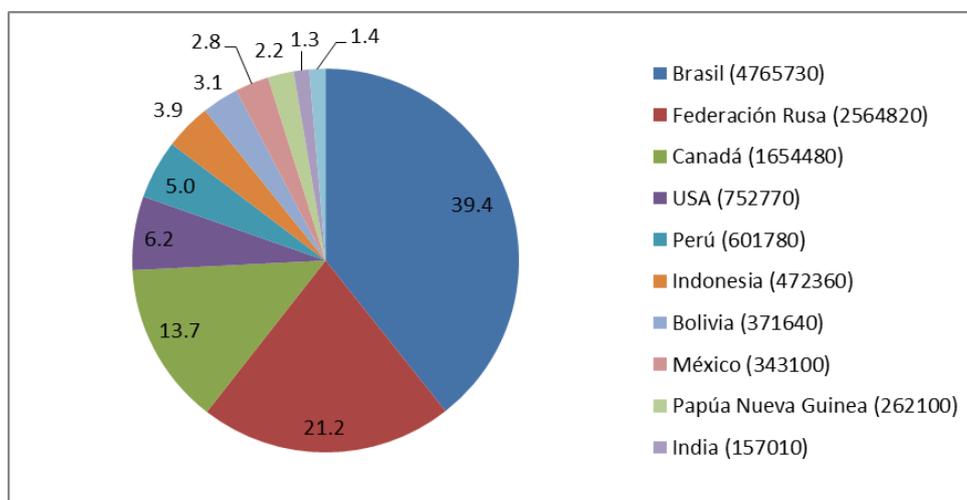


Figura N° 3. Principales extensiones de bosques primarios (% - Km²), 2010

FUENTE: SOTT (2014) en base a FAO, 2010

2.5. BOSQUES, CLIMA Y HOMBRE

Los Bosques Secos, albergan múltiples relaciones entre hombre y naturaleza, las que constituyen un ambiente tropical seco afectado por oscilaciones climáticas irregulares (Hocquenghem, 2001). En tal sentido, los bosques brindarán servicios ecosistémicos como la provisión de agua y control de la erosión del suelo a poblaciones locales; y como sumideros de carbono a nivel global (MINAM, 2013).

En los trópicos, el Carbono está en sumideros superficiales que varían entre 60 y 230 tC/ha en bosques primarios; y entre 25 y 190 tC/ha en bosques secundarios (Ver Tabla N°3), en función al tipo de bosque. A su vez, en bosques tropicales, los sumideros de C en el suelo varían entre 60 y 115 tC/ha acumulados a tasas de 1-2 MgC o tC/ha/año (Brown y Lugo, 1992). En otros sistemas de uso de suelo, tales como los agrícolas o ganaderos, los sumideros de C en el suelo son considerablemente pequeños (Brown et al., 1989).

Tabla N° 3. Depósitos superficiales de C en bosques tropicales

Tipo de Bosque	Carbono (tC /ha)	
	Primario	Secundario
Bosque nuboso	230	190
Bosque estacional	140	120
Bosque seco	60	25

FUENTE: Brown et al., 1989

2.6. CICLO DEL CARBONO

La microbiota del suelo degrada la materia orgánica, vía Oxidación - Reducción (Tortora et al., 2007). Así, los elementos que componen esta materia ingresan a los ciclos biogeoquímicos esenciales para los organismos vivos. Se tienen identificados 27 elementos esenciales, descritos como ciclos de carbono, azufre, nitrógeno, entre otros.

A su vez, el carbono se encuentra en la atmósfera y corteza terrestre, disolviéndose también en la hidrósfera (Figura N° 4). En tal sentido, la fotosíntesis llevada a cabo por el plancton y plantas, convierte el anhídrido carbónico en azúcares y aminoácidos. Una vez ingresado el carbono en la cadena alimenticia, el aprovechamiento de la energía estará determinado por la respiración celular, el diezmo ecológico y el tamaño de las cadenas o tramas (Armstrong y Bennet. 1982).

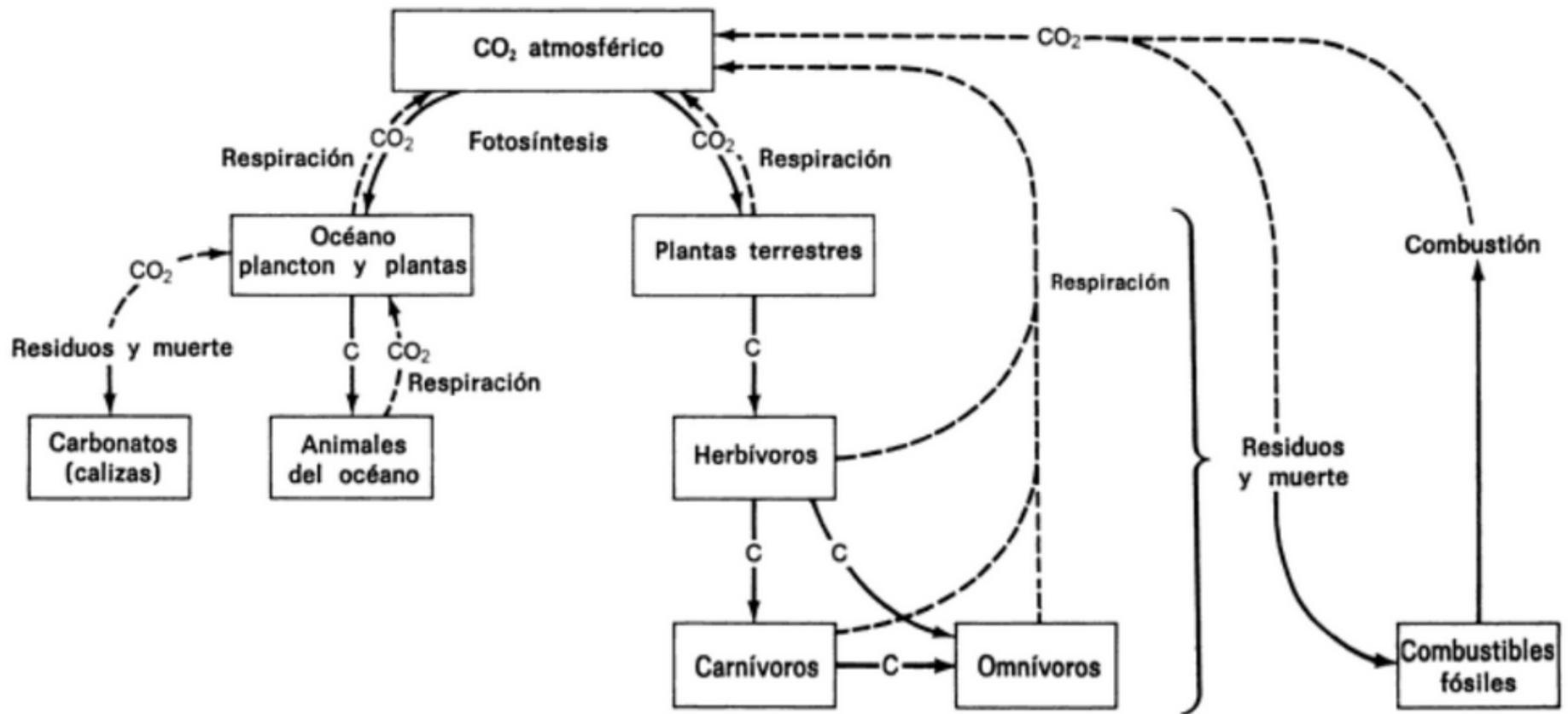


Figura N° 4. Interacciones en torno al carbono

FUENTE: Armstrong y Bennet. 1982

2.6.1. BALANCE GLOBAL DEL CARBONO

La Figura N°5 muestra el ciclo terrestre del carbono y el carbono global disponible. La atmósfera recibe en promedio 3.5GtC/año, proveniente de los combustibles fósiles.

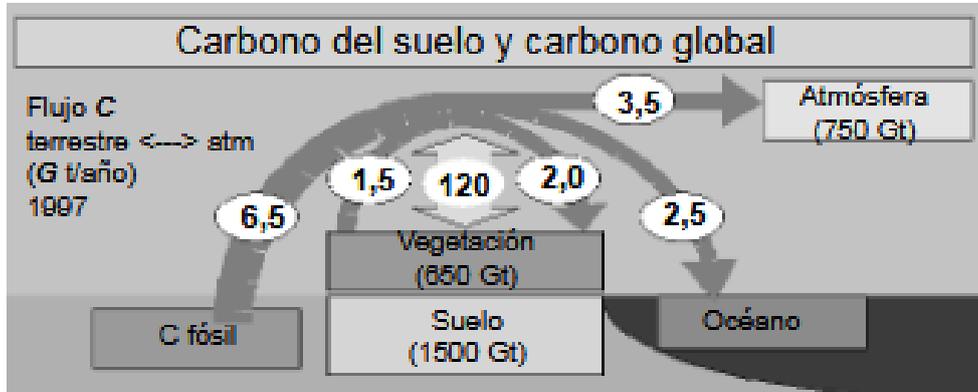


Figura N° 5. Ciclo global del carbono
FUENTE: IPCC 2002

Se estima que los bosques del mundo contienen 340 Pg C en forma de vegetación y 620 Pg C en el suelo ($1\text{Pg} = 10^{15}\text{ g}=1\text{Gt}$). En la Tabla N°4 se muestra una pérdida de más de $1.6\pm 1.0\text{ Pg C}$ a causa del cambio de uso del suelo por deforestación en el Trópico (IPCC, 1995).

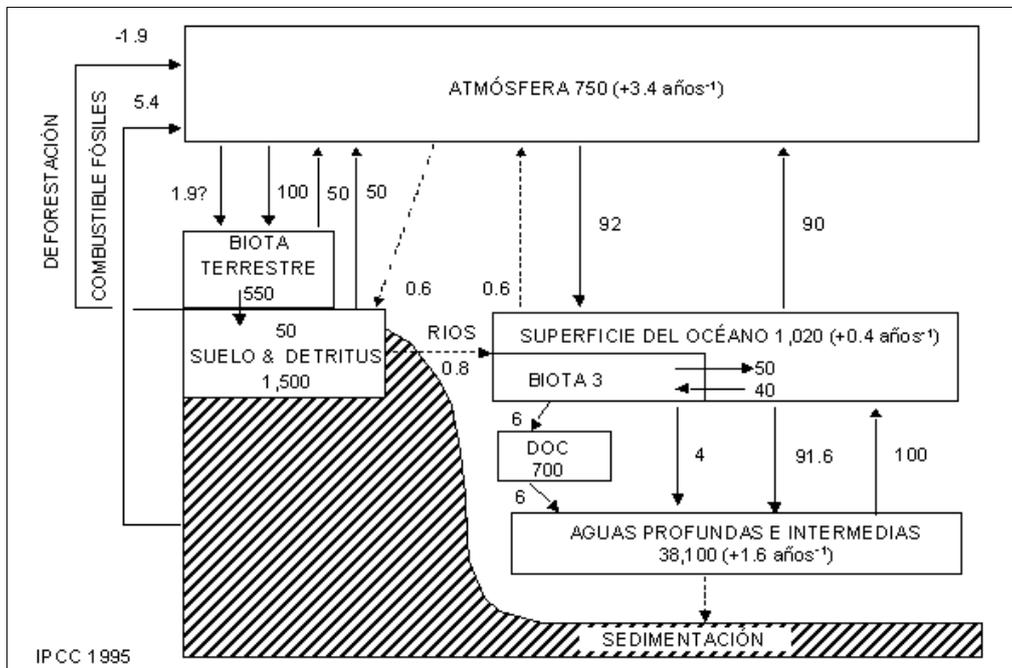


Figura N° 6. Carbono faltante en el balance
FUENTE: IPCC 1995

La deforestación produce en promedio 1.9PgC/año, al mismo tiempo que se produce una acumulación de 1.8 a 2PgC/año (Figura N°6). Esto representa el *carbono faltante* en el ciclo. Schindler (1999) citado por IPCC (2002) menciona que este sumidero se encontraría en el norte del hemisferio norte, mientras que existen teorías de que podría estar en suelo, a profundidades por encima del 1m (Ibañez, 2006), profundidad estimada en el balance presentado IPCC (1995).

Tabla N° 4. Balance global (MgC o tC) del carbono

Fuentes de CO₂	
(1) Emisiones de Combustible Fósil y Producción de Cemento	55 +/- 5 x 10 ⁸
(2) Emisiones Netas de Cambios en el Uso del Suelo del Trópico	16 +/- 10 x 10 ⁸
(3) Total de Emisiones Antropogénicas (1+2)	71 +/- 11 x 10 ⁸
División entre los Reservorios	
(4) Almacenamiento en la Atmósfera	32 +/- 2 x 10 ⁸
(5) Asimilación de los Océanos	20 +/- 8 x 10 ⁸
(6) Asimilación del Bosque del Hemisferio Norte	5 +/- 5 x 10 ⁸
(7) Pozos Terrestres Adicionales	14+/-15 x 10 ⁸

FUENTE: IPCC. 1995

2.7. DESARROLLO SOSTENIBLE

2.7.1. DEFORESTACIÓN

La deforestación es la conversión permanente o a largo plazo del bosque a otros usos de la tierra, por ejemplo agricultura, pastoreo, reservas hídricas, infraestructura, áreas urbanas, entre otros. A nivel mundial la deforestación contribuye en promedio un quinto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El ritmo de la deforestación puede ser alarmante; por ello, la importancia de examinar los factores que causan la deforestación (Tabla N°5) y los procesos de restauración a los que puede estar expuesto un área determinada. Dentro de los que encontramos: el abandono de tierras y regeneración espontánea, resiliencia y sustitución de productos forestales (Ruiz. 2014). De acuerdo al MINAM (2013), los procesos de deforestación y degradación de los bosques no son homogéneos, por lo que las intervenciones deberán atender las causas directas e indirectas o subyacentes, de acuerdo a cada realidad. Los bosques secos tropicales son considerados altamente vulnerables, de poca resiliencia natural y altas presiones (agricultura de exportación, ganadería caprina y vacuna de subsistencia, entre otros). Siendo las principales

causas de deforestación y degradación directas la agricultura y ganadería, que implica tala y extracción (maderable, no maderable, carbón, entre otros).

La Tabla N°5 consolida los resultados levantados por MINAM (2013) en el capítulo de Opciones de la Estrategia REDD: Lineamientos. Así mismo, en base a la matriz de Ruiz (2014) no se considera a la Expansión Urbana como Factor Directo, ni los factores Tecnológicos y Culturales, puesto que estos puntos deben ser abordados de acuerdo con las salvaguardas REDD+.

Tabla N° 5. Factores que causan la deforestación

F. DIRECTOS	F. SUBYACENTES
<ul style="list-style-type: none"> - Agricultura comercial para alimentos, forrajes, fibras y biocombustibles y Agricultura local o de subsistencia: Expansión de la frontera agrícola y ganadera (en promedio el 75% de la deforestación es generada por agricultura de pequeña escala) - Infraestructura: Construcción de vías y megaproyectos (irrigación, reservorios, hidroeléctricas, otros) - Minería: Problema que se ve incrementado con actividades informales. - Expansión urbana 	<ul style="list-style-type: none"> - Sociales: Flujos migratorios - Infraestructura: Accesibilidad a márgenes de vías de comunicación. - Económicos: Mercados dominados por la baja competitividad de los recursos forestales frente a la agricultura. - Políticos-Institucionales: : Débil Gobernanza (centralización y poca definición de competencias y funciones) y Conflictos por la Tenencia de la Tierra (áreas sin derechos asignados) - Tecnológicos - Culturales <p>Los que a su vez, influyen en los directos.</p>

FUENTE: Modificado en base a Ruiz (2014) y MINAM (2013)

La gestión forestal sostenible puede contribuir a reducir la deforestación, a través de la sensibilización sobre las funciones de los bosques en los paisajes y su repercusión en otros usos de la tierra, demostrando la viabilidad del uso del suelo para fines forestales (Delacámara. 2008).

2.7.2. CAMBIO CLIMÁTICO

Nuestro punto de partida, el Protocolo de Montreal de 1987, reconoce que el problema del cambio climático es real. Siendo el tratado multilateral que compromete a los estados miembros a actuar en interés de la seguridad humana, incluso a falta de certeza científica, situación que a la fecha resulta controversial en cuanto a las posturas adoptadas.

El IPCC (2008), define al clima como el estado promedio del tiempo. El cambio climático y el estado del tiempo se entrelazan; sin embargo, al introducir las variables “espacio y tiempo” en la evaluación, notaremos cambios en la intensidad y frecuencia de los fenómenos; siendo la naturaleza dinámica de la atmósfera, una de las principales características del sistema climático (Figura N° 7). Son muchos los factores que influyen en el clima, resultando la actividad humana, responsable de gran parte del calentamiento experimentado en los últimos 50 años (emisiones, gases de efecto invernadero GEI, partículas como aerosoles y prácticas referidas al suelo).

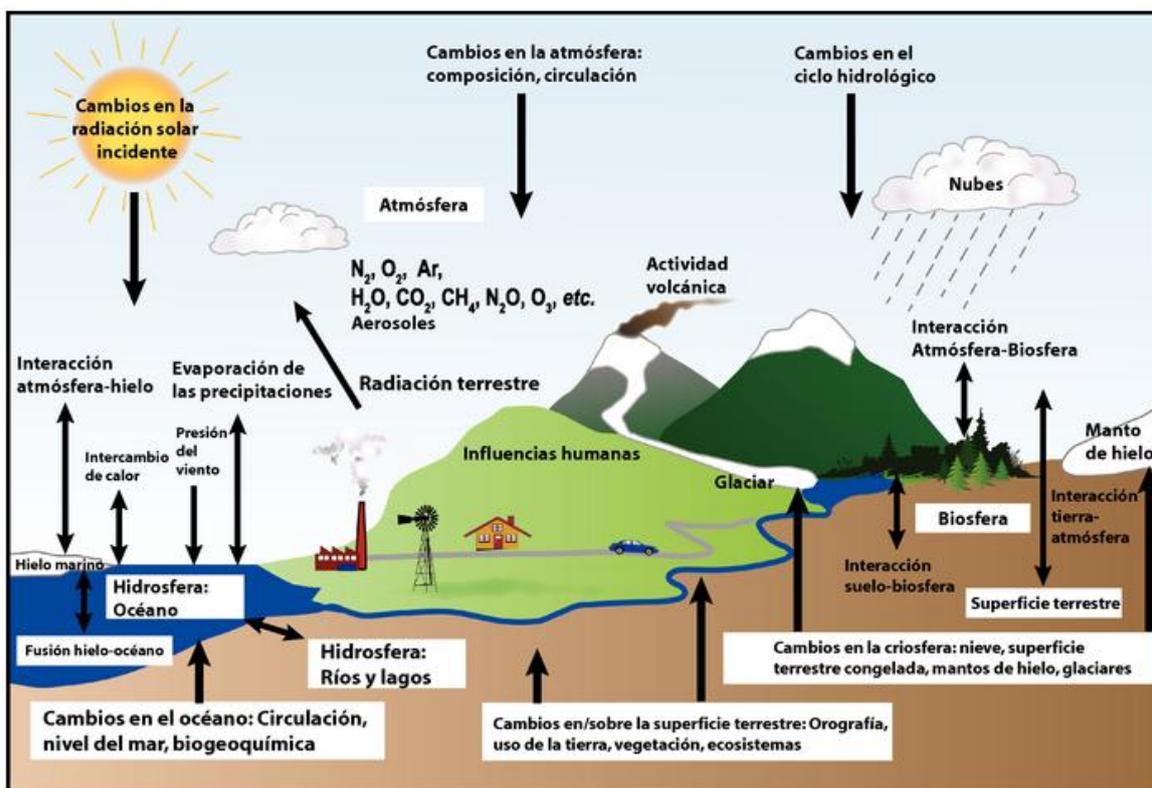


Figura N° 7. Cambios en los componentes del sistema climático

FUENTE: IPCC 2007

En cuanto a agricultura, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación señala al cambio climático como una de las causas de los efectos directos e indirectos que afectan la productividad agrícola; como son, los cambios en los patrones de lluvias, sequías, inundaciones y la redistribución geográfica de insectos, incluyendo las plagas, y de otros organismos que causan enfermedades y pérdidas de cultivos (FAO, 2017). La discusión sobre este tema ha sido incluida desde hace varios años, en paneles de alto nivel mundiales. Así, la convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), por medio del Protocolo de Kyoto (acuerdo internacional vinculante de la CMNUCC), compromete a sus Partes al establecimiento de objetivos de reducción de emisiones (UNFCCC, 2016).

Reconociendo que los países desarrollados son los principales responsables de los elevados niveles de concentración de GEI en la atmósfera, como resultado de más de 150 años de actividad industrial basada en combustibles fósiles (IPCC, 2014; OMM, 2017). Así, el Protocolo de Kyoto impone una carga más pesada a las naciones desarrolladas bajo el principio de "Responsabilidades comunes diferenciadas".

El Protocolo de Kyoto fue adoptado en Kyoto (Japón) el 11 de diciembre de 1997 y entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Las normas detalladas para su aplicación, fueron adoptadas en la COP 7 en Marrakesh, Marruecos (2001), denominadas "Acuerdos de Marrakesh". Su primer período de compromiso comenzó en 2008 y terminó en 2012. Así, en diciembre de 2012 (COP 18), en Doha - Qatar; se adoptan nuevos compromisos por las Partes, en el anexo I del Protocolo, donde:

- (1) Se asume el segundo período de compromiso desde el 1 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2020.
- (2) Se aprueba una lista revisada de gases de efecto invernadero (GEI) a ser comunicada por las Partes en el segundo período de compromiso; y
- (3) Enmiendas a varios artículos del Protocolo, que hacían referencia específica a cuestiones relativas al primer período de compromiso y que se actualizaron para el segundo período de compromisos.

37 países industrializados y la Comunidad Europea, se comprometieron a reducir sus emisiones de GEI de 5 por ciento a por lo menos 18 por ciento, en comparación con los niveles de 1990 en el primer y segundo período, respectivamente. Sin embargo, la composición de las Partes en el segundo período de compromiso es diferente de la primera

(no ratificaron Japón, Rusia, Canadá, Nueva Zelanda, USA; quedando el compromiso para Australia, Noruega, Croacia y los 28 países de la Unión Europea e Islandia) (UE, 2013).

2.7.3. MECANISMOS DE KYOTO

En base al Protocolo, los países deben cumplir sus objetivos, mediante medidas nacionales. A su vez, el Protocolo ofrece tres mecanismos adicionales, basados en el mercado:

- Comercio Internacional de Emisiones
- Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)
- Aplicación conjunta (IC)

Estos mecanismos ayudan a estimular la inversión y ayudan a las Partes a cumplir sus objetivos de emisiones de manera rentable y sostenible. Dado que el dióxido de carbono es el principal gas de efecto invernadero, se suele hablar simplemente de comercio de carbono. El "mercado del carbono", se rastrea y comercializa como cualquier otro producto, creándose un producto en forma de reducciones o remociones de emisiones. El Comercio Internacional de Emisiones, propone el canje de Emisiones de gases de efecto invernadero donde Las Partes con compromisos, aceptaron sus objetivos de limitar o reducir las emisiones. Estos objetivos se expresan como niveles de emisiones permitidas o "cantidades asignadas", durante cada período de compromisos.

Las emisiones permitidas se dividen en "unidades de cantidad asignada" (UCA o AAUs), permite a los países que tienen unidades permitidas pero no "utilizadas", vender este exceso a países que excedan sus UCA.

Las otras unidades que pueden ser transferidas pueden tener la forma de: Unidades de remoción (RMU), sobre la base de actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF), tales como la reforestación; las Unidad de reducción de emisiones (ERU) generada por un proyecto de implementación conjunta y los certificados de reducción de emisiones (CER).

Los MDL, definidos en el Artículo 12, resultan ser la principal fuente de ingresos del Fondo de Adaptación del CMNUCC, creado para financiar proyectos y programas de adaptación en países en desarrollo, los que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. La Aplicación conjunta, definido en el Artículo 6, faculta a las partes al cumplimiento de sus objetivos por medio de los ERUs, obteniéndose una relación gana-gana (transferencia de tecnologías, inversión extranjera sostenible y cumplimiento de objetivos).

En el segundo período, el Fondo de Adaptación se financia con 2 por ciento de los ingresos generados por el Comercio Internacional de Emisiones y la Aplicación conjunta (UNFCCC sf). Sobre este último, nótese que el acuerdo de París significó cambios significativos en el mercado (Conte, 2017), (1) los estados podrán desarrollar sus propios sistemas de permisos comercializables de carbono (incremento de la oferta, mayor competencia y reducción del precio) y (2) todos los países tendrán compromisos de reducción de emisiones; en tal sentido, Perú contempla una reducción del 30 por ciento respecto a la emisión de GEI proyectadas al 2030 (20 por ciento mediante recursos internos y 10 por ciento a financiamiento internacional) con base en 2010 (República del Perú. 2015).

2.7.4. ESTRATEGIAS DE LUCHA FRENTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El protocolo de Kyoto de las Naciones Unidas (1998), en su Artículo 2, promueve entre otros compromisos la promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal (prevención), la forestación (adaptación) y reforestación (mitigación). Así, durante varios años se ha buscado reducir la deforestación y la degradación forestal, como herramientas globales de mitigación. Bajo este contexto, surgen mecanismos que refuerzan las decisiones adoptadas durante la COP 13 en Bali (2007), sobre (Román s.f.): (1) Enfoques de políticas e incentivos sobre temas relacionados con la reducción de emisiones de la deforestación y degradación; y el papel de la conservación, gestión sostenible de bosques y la mejora de los depósitos forestales de carbono en países en desarrollo. (2) Reducción de emisiones provocadas por la deforestación en países en desarrollo: Enfoques para estimular acciones. Esta decisión proporciona varios elementos y acciones relacionados con la reducción de emisiones de la deforestación y degradación forestal, y el papel de la conservación, gestión sostenible de bosques y mejora de los depósitos forestales de carbono en países en desarrollo.

Durante las COP 15 (Copenhagen 2009) y COP 16 (Cancún 2010) se orienta a las partes a tener como objetivo la reducción drástica de las emisiones mundiales que limiten el aumento de la temperatura global a 2°C. Pese a que no se logró el acuerdo vinculante esperado, se elevó al más alto nivel gubernamental el tema del cambio climático (UNFCCC 2009). A su vez la decisión 4/CP.15 fue dirigida a la orientación metodológica de actividades destinadas a reducir las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques, la función de conservación, gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo. Esta decisión solicita a los países en

desarrollo a orientarse a cinco actividades de REDD+. Dentro de estas actividades se contempló:

- Reducción de emisiones de la deforestación;
- Reducción de emisiones de la degradación forestal;
- Conservación de los depósitos forestales de carbono;
- Gestión sostenible de los bosques;
- Mejoras de los depósitos forestales de carbono.

A su vez, se detalla la implementación de los siguientes elementos:

- Una Estrategia o Plan de Acción nacional
- Niveles de emisiones de referencia de los bosques a nivel nacional
- Un sistema nacional de monitoreo forestal robusto y transparente para el monitoreo y reportaje

Incertidumbres y aclaraciones posteriores:

- No se definió, si para ingresar al mecanismo REDD+ se deberían de cumplir las 5 actividades: Discusiones posteriores definen su cumplimiento, así como las Salvaguardas de Cancún en 2010 – COP 16 (Ver la siguiente sección: Herramientas de Mitigación), pasando a la Fase de Pago por Resultados.
- La mejora de depósitos forestales de carbono corresponden a tierras forestales o puede extenderse a tierras degradadas (ingresando reforestación/forestación): La aclaración se abordó como, las tierras donde se planea llevar a cabo un proyecto no debieron ser bosque al 31 de diciembre de 1989 y que continúan sin ser forestadas.
- La participación de escalas subnacionales está abierta: La implementación de REDD+ proporciona diferentes niveles de aplicación. En Perú se tendrá un enfoque por niveles o anidado. Esto se habría iniciado en Áreas Naturales Protegidas (Casos: Reserva Natural Cordillera Azul, RN Tambopata y RN Bahuaja Sonene, las que se encuentran a diferentes niveles de implementación, ejecución y comercio)

Finalmente, el Acuerdo de Paris (COP21) documento jurídicamente vinculante que reemplazaría al Protocolo de Kyoto en el 2020, plantea como objetivo: Limitar el aumento de la temperatura media mundial a 1.5°C, considerándose medida que reducirá los riesgos y efectos del Cambio Climático; Incrementar las capacidades de adaptación a efectos adversos

del cambio climático, promover la resiliencia del clima y el desarrollo con bajas emisiones de GEI, comprometiéndonos con la producción de alimentos y el Incremento de financiamiento hacia tecnologías sostenibles. Así en 2016 en Bab Ighli, Marrakech (Marruecos) - COP22 las partes se comprometen para el 2018 como plazo último de fijación de normas para la aplicación del acuerdo mientras que se reitera el compromiso de rendir cuentas de cumplimiento y renovar las contribuciones cada cinco años.

2.7.5. HERRAMIENTAS DE MITIGACIÓN

Es en Poznan, Polonia 2008 - COP14, donde se establece la importancia de hablar de sumideros y no solo de reducción de emisiones de carbono, dándole la misma prioridad (REDD). Sin embargo, es en Copenhague - COP15 donde se oficializa REDD+, donde se incluyeron derechos a Pueblos Indígenas y salvaguardas sociales y ambientales; entre otros.

El mecanismo de REDD+ podrá ser: Una medida Nacional de Mitigación Apropriada (NAMAs) y los estimados de emisión ser sometidos a Medición, Reportaje y Verificación MRV, o Una Acción Independiente de Mitigación para el sector forestal; donde los estimados podrían no estar sometidos a MRV.

Independientemente de la trayectoria de REDD+ en los países, estos estarían comprometidos a reducir la deforestación y/o degradación forestal en comparación con escenarios históricos, siendo los estimados transparente, consistente y exacto, por lo que el modelo recomendado sería de MRV.

Hacia 2013 en Varsovia - COP19 se tomaron 7 decisiones, las que se basaron en (Sartori, 2014):

- Formas de abordar las causas de la deforestación y degradación forestal. Esta decisión incluiría a los diferentes *stakeholders* tanto públicos o privados, los que podrán compartir sus resultados en la plataforma de la CMNUCC.
- Modalidades para los sistemas nacionales de monitoreo forestal, los que deberán incluir las actividades REDD+ (Ver la sección anterior: Estrategias de lucha frente el cambio climático), así como la posibilidad de establecer sistemas subnacionales, todo ello en función a las capacidades técnicas y financieras del país. En este punto resulta de importancia tratar las Salvaguardas de Cancún, por medio de las que no se asume un nuevo compromiso, sino que se faculta al país a complementar los sistemas preexistentes con los instrumentos internacionales,

para lo cual se promulgarían y/o fortalecerían leyes, políticas e instituciones existentes, mediante el enfoque de Gobernanza Forestal.

- Directrices y procedimientos para la evaluación técnica de remisiones de las Partes, estableciendo niveles de referencia forestal y el grado de información a reportar, así como la consistencia de la información. También se tendrá en cuenta, cambios que pudieran ocurrir en base a información histórica entregada inicialmente (debidamente sustentada), la que se someterá a evaluaciones de expertos de la CMNUCC. Los criterios de evaluación son: Consistencia en las metodologías y definiciones y Transparencia, completitud, precisión, consistencia y exactitud de los datos.
- Coordinaciones de apoyo para las actividades relacionadas con las medidas de mitigación en el sector forestal: Para el caso peruano se realiza a través del Ministerio del Ambiente y el Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales e instituciones adscritas (de carácter multisectorial)
- Modalidades de Monitoreo, Reporte y Verificación MRV: Reporte en unidades básicas de carbono equivalente por año (tCO₂ e/año) con una periodicidad de 2 años.
- Programa de trabajo para el financiamiento basado en resultados, teniendo como fuente al Fondo Verde para el Clima, el mismo que se encuentra vinculado a los sistemas MRV, por lo que la información contemplará: Resultados periódicos expresados en tCO₂ e/año, Evaluación de los niveles de referencia, Resumen de la aplicabilidad de las salvaguardas, la Estrategia Nacional e Información del Sistema Nacional de Monitoreo (el cual viene gestionándose bajo un enfoque anidado, hasta su consolidación nacional).
- Plazos y frecuencias de presentación de resúmenes de la aplicabilidad de las salvaguardas.

En términos ampliados, las Salvaguardas REDD+ de la CMNUCC tienen por objetivo garantizar la integridad del ambiente a lo largo de la implementación de REDD+. Siendo, esta última, compatible con la conservación, la biodiversidad y que promueva beneficios tanto ambientales como sociales. En tal sentido, deberán de ser compatibles con un enfoque de transparencia y eficacia, por medio del (1) otorgamiento de derechos de acceso a la información, principalmente de grupos vulnerables (pueblos indígenas y comunidades forestales); (2) aseguramiento de capacidades institucionales (rendición de cuentas y

distribución de información) y (3) promoción al público en cuanto al acceso a la información y capacidades para ejercer sus derechos. En cuanto a la eficacia del gobierno; se incluyen la mejora de políticas, participación en la toma de decisiones, derechos de posesión (tenencia de la tierra), distribución equitativa de beneficios y la observancia al cumplimiento de lo expuesto a niveles judicial y administrativo. Las salvaguardas están directamente relacionadas al derecho internacional relativo a los pueblos indígenas y comunidades locales y derechos humanos (Rey. 2013).

2.7.6. SITUACIÓN DEL PERÚ

A nivel de cambio climático, resulta importante tratar el tema de Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación (MINAM, s.f.). En el 2010, Perú crea el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC) - MINAM, como instrumento de conservación, el mismo que tendría como uno de sus objetivos, la implementación del mecanismo REDD+. Así mismo, se delimitan funciones en cumplimiento con aspectos relacionados a las salvaguardas ambientales y sociales y a la eficacia del gobierno (p.e. capacidades de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios – DGAAA/MINAGRI en la Clasificación de Tierras según su Uso Mayor, donde no se podrá otorgar propiedad en tierras forestales y de protección).

Durante muchos años el sector forestal ha sido relegado; por ende, la importancia de institucionalizar este tema con un enfoque intersectorial y territorial, encontrándose el país en este proceso; que inicia en 2009 con la aprobación de la Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (MINAM, 2013).

A nivel de comunicaciones internacionales, ha cobrado una mayor recopilación de información del estatus de los bosques tropicales amazónicos; donde, se reporta una deforestación generada por el sector USCUS (uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura) equivalente al 51 por ciento de las emisiones de GEI a nivel nacional, estando en segundo lugar el sector energético (26 por ciento), seguido de agricultura (15 por ciento) (MINAM, 2016). Geist y Lambin (2002), consideran como la principal causa de la deforestación a la generada en pequeñas extensiones en promedio de media hectárea, para actividades agropecuarias producto de la intensa actividad migratoria (reportándose como el 75 por ciento de la deforestación nacional). En este punto, surge la importancia de las comunidades campesinas que reportan una tasa media de deforestación de 0.26 por ciento (Tabla N° 6).

Tabla N° 6. Tasa anual de deforestación (TAD) en la Amazonía peruana

Categoría de uso y tipo de tenencia		Bosques remanentes		TAD (%)
		2000	2009	
Predios Privados y Comunales	Predios	649,083	515,765	2.27
	Comunidades Campesinas	1,053,788	1,026,937	0.26
	Comunidades Nativas	11,510,213	11,383,967	0.11
Producción	Concesiones Madereras	7,413,846	7,364,880	0.07
	Bosques de Producción Permanente (no concesionado)	9,413,846	9,463,294	0.09
	Concesiones No Maderables	889,758	886,019	0.04
	Concesiones Reforestación	132,665	123,121	0.74
	Áreas Naturales Protegidas	16,885,055	16,848,661	0.02
Conservación	Concesiones Conservación y Ecoturismo	710,556	701,012	0.14
Tratamiento Especial	Reservas Territoriales	1,820,519	1,817,439	0.02
Áreas de bosques sin derechos forestales asignados		20,866,729	20,305,072	0.24
Total Bosques Tropicales del Perú		71,424,855	70,436,169	0.14

FUENTE: MINAM 2013

El sistema nacional de otorgamiento de derechos (Tabla N° 7) sobre tierras ha presentado eventuales problemas de superposición de derechos, por lo que resulta imprescindible mejorar el catastro, control oficial y mejorar los mecanismos de información y coordinación interinstitucional (MINAM, 2013). Finer et al. (2014) presenta evidencias en base a información del Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR) sobre malas prácticas en concesiones forestales, existiendo deficiencias y herramientas legales que crean condiciones para este tipo de prácticas. Así, bajo investigaciones realizadas a 609 concesiones, alrededor del 30 por ciento, fueron canceladas.

Tabla N° 7. Tipos de derechos sobre tierras

Tipos de Actor	Tipo de Derecho Otorgado	Aptitud de Tierra o sobre qué Tipo de Áreas se otorgan Estos Derechos	Entidad Otorgante del Derecho
Comunidades nativas	Propiedad	Cultivo en limpio y cultivo permanente para pastoreo	Gobiernos Regionales, bajo rectoría del MINAGRI
	Cesión de uso de tierras de aptitud forestal con bosques o sin ellos o tierras de protección	Aptitud Forestal	Autoridad Forestal (Nacional o Regional). El marco legal presenta vacíos
	Permiso forestal en tierras cedidas en uso a favor de comunidades nativas	Aptitud forestal o de protección	MINAGRI y Autoridades regionales
Comunidades Campesinas (Costa – Sierra)	Propiedad	Sobre toda la tierra donde están asentadas y realizan sus actividades (agricultura, ganadería, otros)	Gobierno Regional bajo rectoría del MINAGRI
Comunidades Campesinas (Selva)	Propiedad	Sobre una porción donde están asentadas (cultivo-pastoreo)	Gobierno Regional bajo rectoría del MINAGRI
	Cesión de uso, con posibilidad de acceder a permisos forestales	Aptitud Forestal	Gobierno Regional bajo rectoría del MINAGRI

FUENTE: MINAM, 2013

La Ley N°29763 y sus Reglamentos, promulgados a fines de 2015 (SERFOR 2015) los que incluyen la Gestión Forestal, de Fauna Silvestre, Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales, y la Gestión Forestal y de Fauna Silvestre en Comunidades Nativas y Campesinas; fortaleciéndose el sector, a través del Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre (SINAFOR). La Gobernanza Forestal en estos últimos años ha resultado en múltiples avances; sin embargo tiene en frente múltiples desafíos, los que se abordaran, construyendo capacidades y confianza entre los diferentes actores.

En los procesos de preparación e implementación de la EN REDD+ se incluyen la Recopilación de información relevante, Fase de planificación y Fase de ejecución del plan. Así mismo, la elaboración del *Readiness Plan Proposal* R-PP (el primero presentado en 2011 y actualizado en 2013) los que se valieron de mecanismos de participación, como la Ley del derecho a la consulta previa de los pueblos indígenas u originarios reconocido en el Convenio 169 de la OIT, Ley N° 29785 de 2011/2012 y el trabajo intersectorial conjunto. En cuanto a las capacidades en ecosistemas de bosque seco para proyectos REDD, AIDER (2013) señala; a nivel de instituciones estatales, *“Los funcionarios de los Gobiernos Regionales y del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas han oído acerca de REDD y lo vinculan a la venta de bonos de carbono forestal, pero no conocen acerca del funcionamiento”*. A nivel de las comunidades, la persistencia de actividades extractivas para carbón (Lambayeque), pese al aumento de control por parte de la autoridad forestal. Así mismo, identifica como principales actividades a la ganadería, apicultura, cosecha y producción de algarrobina, cosecha de leña de algarrobo (Piura), producción de aceites esenciales, goma arábica, entre otros (IUCPP, 2013); que complementan su economía de subsistencia con trabajos fuera de la zona por parte de los varones (por lo que las actividades quedan designadas a las mujeres principalmente), teniendo un modelo de familia patriarcal nuclear y extensas, lo que se traslada a la participación en los niveles de organización (toma de decisiones, conducción de la comunidad, otros).

AIDER (2013) identificó en términos generales: Debilidades organizacionales, falta de liderazgo, falta de gestión de sus recursos, limitada planificación para el uso adecuado del territorio comunal, poniendo el riesgo el bosque seco. Así mismo, se identificó bajo nivel educativo (resultados de la evaluación de capacidades en las comunidades campesinas José Ignacio Távara - Piura y Santo Domingo de Olmos – Lambayeque).

Hasta 2013, no se identificó iniciativas REDD para comunidades campesinas en el norte del Perú. Siendo una característica resaltante, la ausencia de planes de manejo forestal; por ende, el desconocimiento de los tipos de bosque con los que cuentan (Tabla N° 8).

Tabla N° 8. REDD (Piura y Lambayeque)

Piura	Lambayeque
<ul style="list-style-type: none"> - Se ha cuantificado el stock de carbono y determinado procesos de deforestación y degradación, incluyéndose proyecciones futuras de deforestación (Ayabaca, Comunidad José Ignacio Távara) - No se han elaborado actividades específicas en torno a la Estrategia REDD Regional - Cuenta con el Grupo Técnico de Deforestación y Degradación Forestal, que trabaja objetivos relacionados a REDD - Se determinó la reducción potencial de emisiones por deforestación evitada para el Santuario Histórico Bosque de Pómac en 603 560 tCO₂eq para 10 años (proyecto vigente de las dos iniciativas planteadas en bosque seco) - No se ha identificado acciones concretas para REDD, siendo la entidad competente el MINAM - Existe reconocimiento de REDD, sin embargo, aún no se ha incorporado en las políticas y estrategias regionales - A nivel de las comunidades, existe desconocimiento del mecanismo REDD, sin embargo se reconoce a la deforestación como un problema 	<ul style="list-style-type: none"> - Se ha cuantificado el stock de carbono y determinado procesos de deforestación y degradación, incluyéndose proyecciones futuras de deforestación (Santuario Histórico Bosque de Pómac) - No se han elaborado actividades específicas en torno a la Estrategia REDD Regional - Cuenta con la Comisión Ambiental Regional, que trabaja esquemas de PSA, entre ellos REDD - No se ha identificado acciones concretas para REDD, siendo la entidad competente el MINAM - Existe reconocimiento de REDD, sin embargo, aún no se ha incorporado en las políticas y estrategias regionales - A nivel de las comunidades, existe desconocimiento del mecanismo REDD, sin embargo se reconoce a la deforestación como un problema

FUENTE: AIDER. 2013

Para 2016, Perú cuenta con 18 Estrategias Regionales del Cambio Climático, 25 Grupos Técnicos Regionales en Cambio Climático, 11 NAMAs, la actualización de Inventarios de emisión de GEI. Los que trabajan de acuerdo a la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático y los Lineamientos para la Gestión Integrada del Cambio Climático.

2.7.7. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de Perú, diferencia dos grandes grupos de ANP: las áreas de uso indirecto y las áreas de uso directo. De acuerdo con el Art. N° 3 Ley N°26834 Ley de Áreas Naturales Protegidas, estas áreas se clasifican en:

- A) De administración Nacional
- B) De administración Regional
- C) De conservación privada

Donde, para el 2011 se tenían 119 ANPs con una extensión de 21 202 164.5 hectáreas (16.5% del Territorio Nacional), para el 2016 se contaron con 208 ANPs con 22 530 983.16 hectáreas (17.2% del Territorio Nacional), frente a 211 ANPs para el 2017 con una extensión de 22 589 725.9 hectáreas (17.3% del Territorio Nacional), de acuerdo al reporte de febrero del 2017 del MINAM.

Las áreas de conservación regional ACRs constituyen herramientas para la conservación de espacios geográficos representativos de diversidad y valores asociados (SERNANP. 2011).

Es importante resaltar que las Áreas de Conservación Regional son de uso directo, por lo que se permite el aprovechamiento y la extracción de recursos naturales, siempre y cuando los usos y actividades que se desarrollen sean compatibles con los objetivos de la creación del área (SERNANP 2013). De acuerdo a los casos revisados por Arrascue (2015) se conoce el estado incipiente de las ACRs. Así, conforme a lo detallado en el Plan Regional de Lambayeque 2014, las ACR Moyán Palacio y Huacrupe-La Calera se encontrarían en fase de implementación (Sector Ecosistemas y Diversidad Biológica), por lo que aún no cuentan con Planes Maestros Aprobados (GORE Lambayeque 2014). Así mismo, se tendrá en cuenta, que a diferencia de las categorías nacionales de las ANP, para las cuales se define un espacio alrededor como zona de amortiguamiento, este instrumento no será aplicable en el caso de las ACRs (SERNANP 2013).

2.7.7.1.COMUNIDAD CAMPESINA DE TONGORRAPE

La comunidad Campesina Tongorrape, ubicado en el distrito de Motupe - Departamento Lambayeque, cuenta con terrenos cercanos a la zona de influencia del Área de Conservación Regional (ACR) Moyán Palacio de extensión 8457.76 hectáreas que corresponden al 0.56 por ciento del área total de Lambayeque creado con D.S. N° 018-2011-MINAM el 21 de julio de 2011 (SPIJ 2011), con la finalidad de conservar poblaciones de pava aliblanca (*Penelope albipennis*) y una muestra representativa de bosques secos de colina y montaña, garantizándose un uso sostenible por parte de las poblaciones locales.

El área en general ha sufrido cambios sustanciales en cuanto al uso del suelo, destacando por su impacto, la extracción intensiva y selectiva; principalmente de algarrobo, palo santo y hualtaco. Estos, eran destinados como fuente de energía (leña y carbón), confección de cajones para fruta y elaboración de parquet, respectivamente. Estas actividades llevaron a una situación de pérdida de bosques primarios, que serían regenerados con ocurrencia de los eventos El Niño “meganiño” o “Niño extraordinario” 1982 – 1983 y 1992 – 1993, sumándose a ello, el apoyo desde aproximadamente 1994 de organismos nacionales (Proyecto Algarrobo, otros) e internacionales (Programa de Pequeñas Donaciones del PNUD, otros), en asistencia técnica y ayuda humanitaria. Así, el área de estudio comprende bosques secundarios, de edad promedio 25 años.

Anderson et al. (2014) evaluaron las densidades de carbono sobre el suelo y el total de stock de carbono en 174 áreas naturales protegidas; donde se reportó que aproximadamente el 74 por ciento del stock de carbono sobre el suelo se encontrarían fuera de las ANP. Por lo que, resulta de gran importancia, la implementación de estrategias de aprovechamiento sostenible de dichas áreas, como medida de conservación participativa. Así, el Plan de Manejo Forestal Comunitario para los Bosques El Choloque del 2003, tiene como objetivos, la recuperación, enriquecimiento y aprovechamiento sostenible del bosque y el beneficio equitativo de las familias de los caseríos colindantes. Donde el área refleja resultados de más de 10 años desde la implementación del Plan de Manejo Forestal Comunitario para los Bosques El Choloque 2003 (ASPROBOS. 2004), el mismo que se viene ejecutando en terrenos de administración de la Comunidad Campesina Tongorrape y que inició su implementación y aprovechamiento por pobladores de los caseríos El Choloque, Yocape, Marrisón e Higuierón (Sabogal y Casaza, 2010). A la fecha, alrededor de 60 familias, ubicadas entre los Caseríos El Choloque y 4 en Yocape, realizan actividades de

acuerdo a las proyecciones y objetivos fijados para un período de 20 años. Sabogal y Casaza (2010) mencionan la evolución de los bosques desde 2003 a partir de la aplicación del Plan de Manejo Forestal Comunitario El Choloque.

De acuerdo a Sabogal y Casaza (2010) reporta en el Bosque seco ralo de lomada (Loma Facunda), actividades silviculturales donde se plantaron 10 plántulas/ha, pasando de Bosque seco muy ralo (densidad de algarrobos de 44 árboles/ha con cobertura arbórea 7.8%) a Bosque seco ralo (de densidad de algarrobo 54 árboles/ha y cobertura arbórea 12%) y proyección al 2011 de Bosque seco ralo (densidad de algarrobos de 54 árboles/ha con cobertura arbórea 15%). De igual forma, en el Bosque seco ralo de llanura (Loma Diana) con siembra de 30 plántulas/ha, pasó de Bosque seco muy ralo (con densidad de algarrobos de 152 árboles/ha y cobertura arbórea de 20.4%) a Bosque seco semidenso (densidad de algarrobos de 182 árboles/ha y cobertura arbórea 31%) y proyección al 2011 a Bosque seco semidenso (densidad de algarrobos de 182 árboles/ha y cobertura arbórea de 45%).

2.7.8. BIOMASA

Guerra citado por Llanos (2010) define a la biomasa como la suma total de la materia viva que se encuentra en un ecosistema en un período de tiempo determinado. Salgado (2000) menciona que la biomasa foliar se incrementa en proporción a la biomasa total, mientras esta sea pequeña, pero cuando la biomasa total es muy grande, la biomasa foliar será independiente. De acuerdo a Hakkila (1989), la biomasa foliar es un componente muy importante dentro de la biomasa total del bosque, siendo determinante en la producción de materia orgánica. Por su parte, Álvarez et al. (2016) señalan la importancia de la biomasa foliar en la fijación de la energía dentro del ecosistema. Vargas y Varela (2007) definen a la productividad como la cantidad de material vegetal producido por unidad de tiempo, siendo una forma de medirlo, mediante la producción de hojarasca u otro componente aéreo.

2.7.8.1. FACTORES QUE AFECTAN A LA BIOMASA

Dentro de los factores que afectan a la biomasa (Tabla N° 9), se encuentran, aquellos relacionados con el clima. Vargas y Varela (2007) mencionan a la productividad primaria de hojas como una propiedad de los ecosistemas, estando influenciada por la precipitación, temperatura y humedad. Así mismo, existirán algunas características propias de la geografía del país, como la cordillera de los Andes, la corriente fría Von Humbolt y eventos climáticos, como El Niño o El Niño Oscilación Sur – ENSO (Manta y León, 2004). Las lluvias contribuyen a la regeneración natural del bosque seco, donde las semillas se encuentran

dispersas por el estiércol del ganado caprino. Además de la reforestación, se posibilita el abastecimiento de acuíferos que serán usados en la época de escasez, esto mismo ocurre con los depósitos artificiales como las represas y reservorios (Otivo, 2017).

Por su parte, Ramírez y del Valle (2012), estudiaron la cronología de anillos de árboles de *Parkinsonia praecox* de bosques de Colombia, reconstruyendo factores climáticos locales y globales de los últimos 63 años. El ancho del anillo de árbol estuvo fuertemente correlacionado con la lluvia y los datos del viento, lo que indica que el crecimiento anual del árbol estuvo estrechamente relacionado con la variabilidad climática local. La cronología también se correlacionó fuertemente con un índice de severidad ENSO (El Niño Oscilación del Sur), lo que sugiere que este fenómeno tiene una importante influencia en el crecimiento de *Parkinsonia praecox*.

De acuerdo a López et al. (2006) quienes evaluaron el crecimiento de *Prosopis pallida* en el norte de Perú, encontraron patrones cíclicos de crecimiento de 3 años, con resultados similares en *Prosopis chilensis* ambos relacionados a ciclos ENSO. Así mismo, correlación positiva entre el crecimiento y precipitación, mientras que con la temperatura el comportamiento fue contrario.

Garatuza (2011) menciona dinámicas de los bosques secos en Piura, donde el 38 por ciento de bosque permanece sin variaciones, 13 por ciento mejora sus condiciones y 23 por ciento tiende a la reducción de su cobertura (entre 1986 y 2001). Así mismo, menciona el efecto positivo de las precipitaciones en la regeneración del bosque, como es el evento El Niño de 1997-1998, con precipitación total mensual entre 20 a 350mm.

Dudley et al. (2014), bajo la premisa de cambios en los cuerpos de agua subterránea (situación que podría intensificarse en torno al cambio climático); los que a su vez, alterarían la producción primaria y el ciclo de nutrientes planta-suelo, analizaron estos factores en parcelas cercanas a las costas de Hawái. Reportándose en cuanto a la altura (respecto al nivel del mar), que el área basal de *Prosopis pallida* era 5.3 veces mayor en las parcelas de tierras bajas. Así mismo, se encontró aportes de 17 veces más carbono (C), 24 de nitrógeno (N) y 35 de fósforo (P) a partir de la hojarasca, lo que indica que la productividad primaria de esta freatofita fue desacoplada de la lluvia, en lugares donde había agua subterránea (lo que se probó en base a valores de $\delta^{18}\text{O}$ en el agua de tallo, el mismo que indicó que los árboles de *Prosopis pallida* en parcelas de tierras bajas accedieron a aguas subterráneas poco profundas, mientras que en las parcelas de tierras altas dependían únicamente de las precipitaciones).

Existen interacciones entre comunidades de especies presentes en el ecosistema; en tal sentido, MINAM (2012) destaca en el estrato superior, la presencia de la epífita bromeliácea

Tillandsia usneoides “salvajina”, la que se cuelga de las ramas de los árboles. Mientras que en el estrato inferior, especies arbustivas como *Cordia lutea* (overo).

Schomaker et al. (1999) citado por Capó et al. (2008) señalaron que la copa es uno de los componentes del árbol que influye en la producción primaria, en cuanto a sus dimensiones y densidad, los que reflejan el vigor del individuo. Capó et al. (2008) menciona que un mayor área de intercepción lumínica estaría relacionado a un mayor potencial de actividad fotosintética y crecimiento. Bechtold (2007) define indicadores de crecimiento, como el vigor (para DAP entre 2.5 – 12.5cm aprox.) el mismo que define copas más o menos robustas a causa de un estrés específico. Para $Dap > 12.5\text{cm}$ se tendrá 7 indicadores adicionales, como son: La relación de copa no compactada, exposición a la luz de la corona, posición de la corona, densidad de la corona, corona mortal, transparencia del follaje y diámetro de la corona. Sobre la Clase de vigor, se trata de una evaluación visual del vigor de la corona de los árboles jóvenes. Donde, el objetivo de esta clasificación es distinguir entre los árboles con coronas superiores e individuos estresados con coronas pobres. La relación de la corona en vivo no compactada es la relación entre la longitud de la corona y longitud del árbol sobre el suelo. El término "sin compactar" significa que la longitud no se reduce para compensar los espacios entre la base del corona viva y la parte superior viva del árbol. La longitud de la corona es una de las dimensiones necesarias para calcular el volumen de la corona y la biomasa. La exposición a la luz de la corona estima la cantidad de luz solar directa a la que tiene acceso el individuo.

Flores (2016) reporta en su estudio realizado en el valle de Tehuacán-Cuicatlan México para *Prosopis laevigata*, una cobertura en ramas > 50 por ciento con *Tillandsia recurvata*, encontrándose un mayor número de brotes muertos, frente a brotes vivos en aquellos individuos con cobertura < 50 por ciento, lo que sugiere un efecto dañino directo. Así mismo, registra que menos del 4 por ciento de la población presenta ramas cubiertas de *T. recurvata* con cobertura > 50 por ciento. A su vez, considera un efecto significativo dañino de *T. recurvata*, cuando *T. recurvata* se encuentra en la hojarasca del suelo. Pennington (2006), detalla la existencia de una alta cobertura de *Tillandsia spp* cercana a las costas del Pacífico, donde la flora leñosa contiene alrededor de 193 especies de las que 36 son endémicas de Ecuador y Perú.

En cuanto a los insectos presentes en *Prosopis pallida*, Gastón et al. (2016) reportan 9 órdenes, 69 familias y 129 especies de insectos evaluados en Piura. A nivel de insectos

plaga, los que hasta la fecha no son consideradas de riesgo para la supervivencia del algarrobo (basados en el enfoque de triángulo epidemiológico: hospedero-plaga-clima), reportan 57 especies, agrupados en fitófagos (46) y succionadores de savia (11). Así mismo, destacan como principales plaga a los coleópteros barrenadores de las familias Cerambycidae, Bostrichidae y Lepidópteros nocturnos de la familia Noctuidae, siendo el estado larval el de mayor daño. Se asocian a las hojas y ramas, el ataque de defoliadores de las familias Geometridae, Crambidae y Gelechiidae y asociados al fruto y vainas, los brúchidos y microlepidópteros. En 1999, el INRENA reporta la presencia del hongo fumagina y los lepidópteros “gusano minador” *Tephrinopsis menor* D y “gusano defoliador” *Melipotis spp* (familia Noctuidae). A su vez, Mormontoy (2015) reporta tasas de daño entre 21 y 50 por ciento del follaje por *Heteropsylla texana* Crawford (familia Coccidae) entre marzo – julio de 2014.

Dentro de las presiones a las que se encuentra el bosque, referimos el factor antrópico. Fisher et al. (1986) encontraron que el pastoreo reduce la cantidad de biomasa, por ende de hojarasca en el suelo. Así mismo, considera que el retorno por el excremento del ganado es insignificante. Por su parte, Rostworowsky (1981) menciona el uso de algarrobo como fuente de forraje para los animales domésticos y otros usos. Dance y Ojeda (1979) y SERFOR (2016) a través un Inventario Forestal de los bosques secos de Tumbes, Piura y Lambayeque, mencionan que la regeneración natural de especies como el algarrobo se verá afectada por el ganado caprino.

Manta y León (2004) en base a registros de incendios forestales, entre 1973 y 2000 señalan prioritario conocer las dinámicas ocurridas en el bosque en temporada seca (entre abril a noviembre) y la ocurrencia de El Niño, que agravaría las condiciones. Así mismo, señalan al hombre como causa prioritaria de los incendios, ante actividades de quema (como actividad agrícola y para ampliar la frontera de la misma) y otros. Donde, Manta (2017) señala como causa principal de los incendios forestales, en un 98 por ciento atribuido a causas antrópicas directas (eventos intencionados, accidentales y negligencias) e indirectas (por políticas, normas legales, apropiación de tierras públicas forestales y de protección, cultivo ilícito, erradicaciones y corrupción), frente a 1.5 por ciento por causas desconocidas y 0.5 por ciento a causas naturales (caída de meteoritos). FAO (2015) menciona daños y pérdidas de cubierta natural por incendios forestales en el norte del Perú de 5272.5 y 2491.76 hectáreas, respectivamente (Tabla N°10); para el periodo 2003-2012, en base a información reportada por el INDECI (Instituto de Defensa Civil). En cuanto a las implicancias del manejo de tierras, existe un incremento de la frontera agrícola, con prevalencia de cultivos de maíz

amarillo duro, cereal y frutal. En el caso del maíz, el departamento de Lambayeque concentra el 8.7 por ciento de la superficie sembrada del país destinada a este cultivo; el mismo que es dirigido a la fabricación de alimento balanceado avícola y porcino (MINAG, 2012).

MONGABAY (2017) muestra la regeneración de bosques secos posterior a incendios forestales ocurridos a fines de 2016. Linares, consultado por MONGABAY (2017), menciona que este sería el primer paso de recuperación, donde predominarían los pastizales por efecto de lluvias estacionales, aunque es prematuro hablar de restauración, proceso que responde a mecanismos de evolución vegetal “sucesión ecológica”.

Tabla N° 9. Resumen de factores que afectan a la biomasa

FACTOR	CLASE	FUENTE
Precipitación, temperatura y humedad	CLIMA	Vargas y Varela (2007)
Precipitación, temperatura y ENSO	CLIMA	López et al. (2006); Ramírez y del Valle (2012); Garatuza (2011); Otivo (2017).
Agua Subterránea y Precipitación	BIOTOPO	Dudley et al. (2014); FAO (2016); Otivo (2017).
Vigor de la copa (longitud, volumen, área y estrés específico) Intercepción Lumínica	BIOTOCO - ECOLÓGICO	Bechtold (2007) Capó et al. (2008)
Interacción entre comunidades (Epifitismo, Parasitismo, Mutualismo, otros)	ECOLÓGICO	MINAM (2012), Flores (2016), INRENA (1999)
Presencia de plagas	ECOLÓGICO	Gastón et al. (2016), Mormontoy (2015),
Pastoreo	ANTRÓPICO	Fisher et al. (1986) Dance y Ojeda (1979)
Incendios Forestales	ANTRÓPICO	Manta, 2017 MONGABAY (2017)
Agricultura	ANTRÓPICO	(MINAG, 2012).

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 10. Área total afectada por incendios forestales (en hectáreas) en el período 2003 – 2012, reportado por el INDECI a través de FAO, 2015

Fecha	Departamento	Provincia	Distrito	AA	AP	
2003	Zona Norte	-	-	-	-	
2004	Zona Norte	-	-	-	-	
28.09.2005	Piura	Ayabaca	Suyo	0	30	
13.10.2005				50	0	
23.11.2005		Morropon	Santo Domingo	15	0	
19.10.2006	Lambayeque	Ferreñafe	Cañaris	0	150.25	
11.12.2007	Tumbes	Zarumilla	Zarumilla	0	25	
07.05.2008	Tumbes	Tumbes	Tumbes	1	0	
26.05.2008		Contral. Villar	Casitas	0	0	
02.06.2008		Tumbes	Tumbes	3	0	
02.06.2008		Zarumilla	Papayal	2	0	
08.06.2008		Zarumilla	Zarumilla	5	0	
16.06.2008		Tumbes	La Cruz	2	0	
19.06.2008		Zarumilla	Aguas Verdes	60	0	
02.07.2008		Tumbes	Tumbes	0	0	
02.08.2008		Piura	Morropon	Chulucanas	0	2100
13.08.2008		Tumbes	Tumbes	La Cruz	0	0
25.08.2008			Contral. Villar	Zorritos	10	0
28.08.2008			Contral. Villar	Zorritos	15	0
09.09.2008		Tumbes	Tumbes	Tumbes	10	0
10.09.2008		Lambayeque	Lambayeque	Olmos	200	0
10.09.2008	Lambayeque		Salas	15	0	
13.09.2008	Lambayeque		Motupe	400	0	
21.09.2008	Piura	Morropon	Chulucanas	700	0	
03.10.2008		Morropon	Chulucanas	500	0	
20.10.2008	Tumbes	Zarumilla	Zarumilla	0	10	
21.10.2008	Piura	Morropon	Chulucanas	0	145	
28.10.2008	Tumbes	Tumbes	San Jacinto	52.5	0	
08.12.2008	Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	3000	0	

Continuación

2009	Zona Norte	-	-	-	-
09.07.2010	Tumbes	Zarumilla	Zarumilla	200	0
11.02.2011	Piura	Sechura	Sechura	0	0
19.02.2011	Lambayeque	Lambayeque	Salas	4	0
16.04.2011	Piura	Sechura	Vice	28	0
20.05.2011	Piura	Sechura	Sechura	0	0
31.10.2011	Piura	Sechura	Vice	0	0
17.04.2012	Piura	Sechura	Rinconada	0	3.5
13.07.2012	Piura	Piura	Tambo Grande	0	0
21.08.2012	Tumbes	Contral. Villar	Casitas	0	8
29.09.2012	Piura	Huancabamba	Canchaque	0	20
23.10.2012	Piura	Morropón	Chulucanas	0	0
25.10.2012	Piura	Piura	Catacaos	0	0
22.11.2012	Piura	Morropón	La Matanza	0	0.01
10.12.2012	Piura	Sullana	Sullana	0	0
Áreas Totales (en hectáreas)				5272.5	2491.76

Leyenda: AA Área de cobertura natural afectado; AP Área de cobertura natural perdido
FUENTE: INDECI citado por FAO (2015)

2.7.8.2.FUNCIONES DE LA BIOMASA

En la Tabla N°11 se resume las relaciones de biomasa encontradas por Perroni et al. (2006) en su estudio en México (Tehuacán-Cuicatlán), quienes encontraron mayores concentraciones de C y N en el suelo y tasas de mineralización de C, así como mayor cantidad de especies bajo islas de fertilidad. *Prosopis laevigata* y *Cercidium praecox* presentaron relaciones positivas de fertilidad y cantidad de especies; sin embargo, hubo un comportamiento contrario para P disponible y N total, respectivamente. Las relaciones negativas, podrán estar relacionadas a la disponibilidad de nutrientes en el caso de plantas y C a la microbiota, que en ambos casos resultó bajo, y al no encontrarse complementariedad estaría limitado por los recursos disponibles del suelo (las relaciones solo deben ser consideradas del tipo correlacionales).

Fisher et al. (1986) mencionan que en ecosistemas semiáridos, en torno a la acumulación de hojas y tallos existe escasa correlación entre cubierta vegetal y humedad del suelo; mientras

que la relación es estrecha entre los niveles de materia orgánica en el suelo y cubierta vegetal, lo que sugiere el aporte de las raíces, puesto que las raíces incrementan la materia orgánica, influyen en la cohesión de partículas y mejora las líneas de drenaje. Sobre la capacidad de migración de la hojarasca, determinada por las características de esta y las condiciones del medio, se facilitará su aporte en los puntos de acumulamiento. Así, la descomposición de hojarasca, reporta cambios completos entre los 2 a 5 años en promedio, para climas semisecos. Finalmente, cita estimados de tasas de renovación de raíces, entre 10 a 20 por ciento anuales, de las que se conoce muy poco.

FAO (2016) menciona la capacidad de *Prosopis spp* de adaptarse a condiciones extremas de temperatura, suelo y disponibilidad de agua (reportando raíces de profundidad 60m, con crecimiento acelerado de hasta 40cm de profundidad en 8 semanas). Así mismo, menciona la capacidad de esta especie como fijador de nitrógeno. Puntos que no serán abordados en el presente estudio.

Tabla N° 11. Funciones del bosque y sus compartimentos de acción

FUNCIONES	COMPARTIMENTO DE ACCIÓN	FUENTE
Disponibilidad de nutrientes en el suelo	SUELO	Perroni et al. (2006)
Materia orgánica en el suelo, cubierta vegetal, humedad del suelo, acción de las raíces y migración de hojarasca	SUELO	Fisher et al. (1986), FAO (2016)
Capacidad de Adaptación	AGUA SUBTERRÁNEA - SUELO	FAO (2016)

FUENTE: Elaboración Propia

2.7.8.3. FORMAS DE MEDICIÓN DE LA BIOMASA FORESTAL

Llanos (2010) definen la biomasa forestal como el peso de materia orgánica existente en un ecosistema sobre y debajo del suelo. Así, Dauber et al. (2004) consideran como biomasa aérea, al peso seco del fuste, corteza, ramas y hojas. En tal sentido, Rüginitz et al. (2009) clasifica los métodos de medición de la biomasa, de acuerdo:

- Grado de intervención del área

Donde, la clasificación considera Métodos Directos, utilizados para la construcción de ecuaciones alométricas y factores de expansión. Que consiste en cortar uno o más individuos para determinar el peso directo por componentes y extrapolar los resultados al área total. Y los Métodos Indirectos, que utilizan ecuaciones y factores de expansión, relacionando dimensiones básicas obtenidas en campo.

- Clasificación generalizada

Existen modelos de biomasa por especie, los que estiman la biomasa total aérea por individuo en base al DAP (diámetro a la altura del pecho) y la altura total; siendo lo recomendable, utilizar modelos que hayan sido construidos bajo condiciones similares a las encontradas donde se quieran aplicar. Los modelos generales serán aplicables cuando no se tenga modelos específicos para las condiciones del proyecto.

La Construcción de modelos o tablas de biomasa por especie, se basan en ecuaciones matemáticas que relacionan la biomasa con dimensiones de árboles en pie, estos son construidos mediante muestreo destructivo con un mínimo de 30 árboles bien seleccionados. Los métodos destructivos suelen caracterizarse por un alto grado de precisión y exactitud, pese a ello suelen ser costosos o no aplicables a un regiones determinadas. Por lo que, los resultados obtenidos por métodos diferenciados, constituyen una aproximación para establecer líneas base de las masas forestales. Por su parte, las Tablas de rendimiento estándar, estiman el volumen de los árboles en pie con alguna de sus dimensiones, con ayuda de la gravedad específica o densidad básica y factores de expansión de la biomasa, estimándose la biomasa aérea total.

$$Biomasa\ ajustada = VF \times DB \times FEB$$

Donde:

VF: Volumen del fuste

DB: Densidad Básica

FEB: Factor de expansión de la biomasa

Las técnicas del árbol promedio, constituyen una opción más económica que los métodos alométricos. Esta técnica, se basa en el principio de que *un árbol de tamaño promedio tendrá también una biomasa promedio*. El área basal, constituye ser un buen indicador de la biomasa total. Así, el número de árboles a cortar, dependerá del número de estratos del sistema.

Montero et al. (2005), mencionan el uso de valores modulares de biomasa clasificados por clases diamétricas y a diferentes fracciones del árbol. Una vez conocidas las masas de las fracciones se podrá realizar regresiones de diferente orden lineal, logarítmico (potencial), no lineal u otro, basados en variables dendrométricas explicativas. Dentro de las variables a tener en cuenta en la construcción de estos modelos, se encuentra el uso generalizado de variables como diámetro normal (DAP), DAP al cuadrado, altura total, edad y altura de copa. Mientras que Cancino (2012) señala que la mejor combinación de variables dependerá del componente a estimar. Así, para follaje podrá utilizarse variables como posición de la copa, longitud o edad de las ramas, entre otros. Mientras que para las ramas, se podrá recurrir a sub muestreos por estratos, la longitud de las ramas, copa proyectada u otras variables. Dentro del campo aplicativo, Padrón y Navarro (2004) recomiendan regresiones simples para determinar ecuaciones de biomasa aérea en *Prosopis pallida* en Piura.

Biomasa aérea fresca

$$= 75.1691 + 0.08732 \text{ Diámetro en la base}^2 \cdot \text{Altura total}$$

$$Biomasa\ aérea\ seca = 66.5541 + 0.05796 \text{ Diámetro en la base}^2 \cdot \text{Altura total}$$

De Petre et al. citados por Llanos (2010) presenta estimaciones de biomasa y las ecuaciones generadas a partir de la selección de individuos a muestrear de acuerdo al método de tabla de frecuencias por clases diamétricas, asegurando una frecuencia mínima de 3 individuos por clase.

La ecuación obtenida para *Prosopis nigra* en Entre Ríos (Argentina) fue:

$$\text{Peso aéreo} = 0.0365 \cdot \text{DAB}^{2.695}$$

$$R^2 = 0.9779$$

Donde:

DAB: Diámetro promedio

En un estudio realizado en la Comunidad campesina José Ignacio Távara Pasapera del Departamento de Piura, Llanos (2010), señala que la biomasa del fuste por individuo de algarrobo estuvo entre 9Kg y 542.4Kg y de ramas gruesas, entre 11.5Kg y 670.5Kg, en peso húmedo con %CH de 27.31 y 28.21, respectivamente.

Así mismo, encuentra que el fuste del algarrobo soporta un peso de hasta 11 veces su peso húmedo (entre ramas y demás componentes de la copa), estando concentrada la mayor parte de la biomasa aérea del algarrobo en las ramas delgadas y gruesas. En cuanto a la construcción de modelos matemáticos, se crean ecuaciones para estimar la Biomasa Aérea en base a ramas gruesas (DAP>10cm) y delgadas (DAP entre 1 – 9.9 cm) de un total de 32 individuos de las que obtuvieron rodajas de 5cm cada una, aplicándose a zonas de bosque seco ralo de llanura. A continuación se muestran las ecuaciones que mejor se ajustaron, de las que se resalta el diseño lineal para el caso del follaje:

$$BAérea Total = 18.552 + 0.052 \cdot \text{DAP}^2 \cdot H$$

$$Bfuste = -0.415 + 0.009 \cdot \text{DAP}^2 \cdot H$$

$$\mathbf{Bfollaje = -8.238 + 1.986 \cdot DAP}$$

$$BRamas delgadas = 31.365 + 0.015 \cdot \text{DAP}^2 \cdot H$$

$$BRamas Gruesas = -33.715 + 0.025 \cdot \text{DAP}^2 \cdot H$$

Donde:

DAP: Diámetro a la altura de pecho (cm)

H: Altura total (m)

2.7.8.4. BIOMASA Y STOCK DE CARBONO

La biomasa de la vegetación arbórea representa un componente fundamental para evaluar el estado de los recursos forestales. La biomasa se almacena en troncos, ramas, hojas y demás partes vegetales. Siendo un almacén natural de carbono. A partir de la biomasa es posible estimar el CO₂ fijado, por lo que las unidades forestales constituyen herramientas de mitigación y adaptación de los efectos negativos del cambio climático (FAO, 2010).

Maturana y Salazar (2008), en base a un inventario forestal realizado en la Comunidad Campesina de Tongorrape, donde instalaron 73 parcelas en las Lomas Facundas correspondientes al Bosque seco ralo de colina, reportan en promedio de 47.56 Mg-C/ha (47.56 tC/ha). Donde, 2.33 Mg-C/ha se encontraron en el suelo, con una tasa de captura de carbono de 2.64 Mg-C/ha/año (edad promedio 18 años).

Anderson et al. (2014) en base a estudios de imágenes LANDSAT para determinar la geografía del carbono del Perú (Tabla N° 12), validados con 57 parcelas de 1 hectárea cada una, encontraron una sobreestimación de 10 Mg-C/ha, inherente a la incertidumbre de 15-30 por ciento en el stock de carbono (considerándose aceptable); reportan valores de densidad media de carbono sobre el suelo, desde menos de 5Mg-C/ha en sistemas desérticos Ultra Secos de la ladera Occidental de sotavento de Los Andes, a más de 150 Mg-C/ha en los Bosques Amazónicos Húmedos de Selva Baja del noreste. Se estima un stock de carbono sobre el suelo nacional de 6.9 Pg.

En la ladera seca de sotavento de Los Andes, la incertidumbre geoespacial es de 60-80 por ciento. Estas incertidumbres son relativamente grandes, que al aplicarse al stock extremadamente bajos de carbono sobre el suelo de estos ecosistemas secos, resultan en errores absolutos de menos de 4 Mg-C/ha (Anderson et al., 2014).

Tabla N° 12. Geografía del carbono en el Perú

Región	Área (ha)	M Densidad de Carbono (Mg-C/ha o tC/ha)	SD de la Densidad del Carbono (Mg-C/ha o tC/ha)	Total Stock de Carbono (TgC)	Proporción del Perú (% de superficie del área país)
Lambayeque	1 434 306	3.0	2.6	4.4	0.06
Piura	3 605 927	3.3	4.6	11.7	0.17

Leyenda: M - Media, SD - Desviación estándar

Unidades: Mg-C/ha (Megagramo de Carbono por hectárea) y TgC (Teragramo de Carbono)

FUENTE: Anderson et al., 2014

Dentro de los factores a tener en cuenta en la evaluación del stock de carbono, Anderson et al. (2014) menciona la importancia de los efectos en la elevación del suelo, precipitación y el micro-ambiente, por encima de la composición florística. Otros determinantes del stock, son cercanía de los cuerpos de agua (disponibilidad, inundaciones, entre otros), pendiente (relacionado a deslizamientos, caída de árboles, entre otros), orientación de la pendiente, insolación, nubosidad y presiones antrópicas (tala, incendios, entre otros). En el presente estudio se tomará en cuenta la altura de las parcelas, expresado en m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) y criterios relacionados al dominio de las especies.

2.7.9. MEDICIONES DE CARBONO A PARTIR DE INVENTARIOS FORESTALES

Como punto de partida para estimaciones de biomasa y carbono, encontraremos a los inventarios forestales (Siu y Ordeñana, 2001). Brown et al. (1989) utilizan datos de inventarios para la generación de ecuaciones de biomasa. La finalidad del inventario es evaluar los recursos forestales, proporcionando información cualitativa y cuantitativa del estado, tendencias, ordenación y utilización de los recursos. La evaluación cubre variables biofísicas y socioeconómicas, proporcionando información del uso del suelo (FAO, 2004).

Gayoso y Guerra (2005) basados en el estudio de 16 especies con muestras dobles de diferentes secciones del árbol de bosque nativo de Chile, encontraron un promedio de

5.5±0.76 por ciento adicional al contenido de carbono orgánico, para obtener el carbono total. El IPCC (1996), recomienda una relación de biomasa y contenido de carbono de 0.5 (Brown y Lugo, 1992; Rainforest Alliance, 2015; Siu y Ordeñana 2001; Dauber et al., 2004; Rüginitz et al., 2009). Donde:

Una tonelada de biomasa forestal equivale a 0.5 toneladas de Carbono.

$$1 \text{ Ton Biomasa} \sim 0.5 \text{ tC (tC)}$$

Una tonelada de Carbono, equivale a 3.67 toneladas de CO₂.

$$1 \text{ Ton C} \sim 3.67 \text{ tCO}_2 \text{ (tCO}_2\text{)}$$

Malleux (1982) clasifica los tipos de inventario forestal, los que podrán ser al azar o sistémicos estratificados o no. De acuerdo al grado de detalle y al error de muestreo sobre el volumen maderable se definirán como: Inventarios de reconocimiento (>20%), exploratorios (<20%), semidetallados (<15%) y detallados (<10%). A su vez, se clasificarán de acuerdo al objetivo del inventario en de Potencial maderero, aprovechamiento forestal, plan de manejo y de dinámica del bosque.

Carrera et al. (2002) menciona dos tipos de errores en los inventarios forestales, los errores no muestrales asociados al sesgo y los muestrales que resultan ser aleatorios. La optimización incluirá minimizar errores no muestrales y maximizar la eficiencia muestral. A su vez, la optimización del diseño del inventario al estimar dimensiones poblacionales buscará minimizar errores y costos (Thorsten y Palacios 2000).

- Dominio, Abundancia y Frecuencia

El Proyecto Algarrobo define los diferentes tipos de bosque seco usando principalmente dos criterios: Densidad (abundancia) de árboles por unidad de área y Elevación sobre el nivel del mar (La Torre y Linares, 2008).

En el presente estudio, se consideran dos tipos de estratificación, una horizontal y otra vertical (Rüginitz et al., 2009). Bajo criterios de inventario estratificado, basado en la altura, referido al nivel del mar (Parte Baja, Media y Alta), la abundancia de especies por niveles (La Torre y Linares. 2008) y sobre las características del depósito a nivel arbóreo, se diferenciaron diferentes compartimentos para evaluar captura y almacenamiento de carbono.

- a. Estratificación sobre el eje horizontal con corte altitudinal (Figura N° 8), donde predomina la altura (metros sobre el nivel del mar).

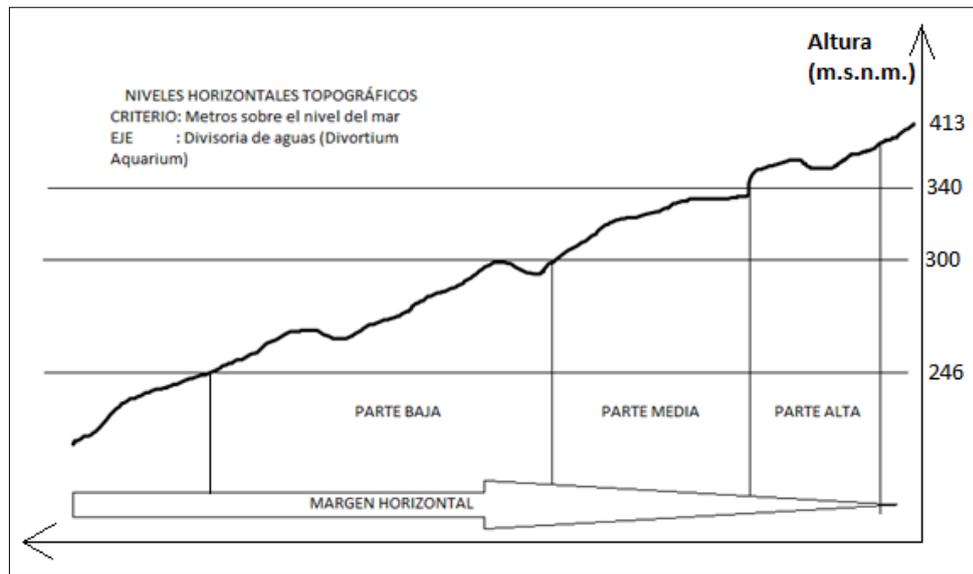


Figura N° 8. Estratificación horizontal del área total de estudio

FUENTE: Elaboración propia

Se tuvo en cuenta para la estratificación una clasificación preliminar, en base a Abundancia, Frecuencia y Dominio, que describe distribuciones contínuas, con tendencia a la conglomeración poblaciones aisladas y acompañantes (Matteucci y Colma. 1982).

Abundancia o Densidad:

$$Aa = \frac{n_i}{\text{área (ha)}}$$

Donde:

Aa: Abundancia absoluta

n_i : Número de árboles

Dominio:

$$D = \frac{A_b}{\text{área (ha)}}$$

Donde:

D: Área basal o basimétrica (m^2)

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot DAP^2$$

Valverde (2002), menciona cambios en la abundancia, dominancia y diversidad de formas de vida vegetales entre laderas norte y sur en el Valle semiárido de Zapotitlán, Puebla. La hipótesis plantea que existe mayor diversidad de formas de vida en las laderas sur que en las laderas norte dado por el efecto de exposición. Manzanero y Pinelo (2004) definen a la estratificación horizontal como la extensión de las especies arbóreas, de acuerdo a su distribución por clases diamétricas, pudiéndose resumir de acuerdo a la Tabla N°13.

Tabla N° 13. Estratificación preliminar

A	F	D	Descripción
Alta	Alta	-	Distribución horizontal continua.
Alta	Baja	-	Especies con tendencia a la conglomeración en grupos pequeños distanciados unos de otros.
Baja	Alta	Alta	Árboles aislados de gran tamaño, uniformemente distribuido.
Baja	Baja	Baja	Especies acompañantes.

Leyenda: (A) Abundancia, (F) Frecuencia y (D) Dominancia

FUENTE: Matteucci y Colma (1982)

- b. Estratificación en el eje Vertical (Ver Figura N° 9). Se realizó una estratificación en el eje vertical de las unidades de estudio (Sola et al., 2012). Donde, se identificó a los estratos: Copa (hojas, frutos, semillas), asociado al potencial de captura de carbono y Ramas ($\phi < 5\text{cm}$, $5 < \phi < 7\text{cm}$ y $\phi < 20\text{cm}$), Fuste o Tronco ($\phi > 5\text{cm}$), asociados a el almacenamiento de carbono (Gayoso y Guerra, 2005; Cruz, 2015). De estos, se evaluaron y/o midieron, características o variables de interés, como diámetro de copa, altura de fuste y altura total (Llanos. 2010). Esta última, medida a una distancia entre 15 y 20 metros del centro del fuste (MINAG, 2011).

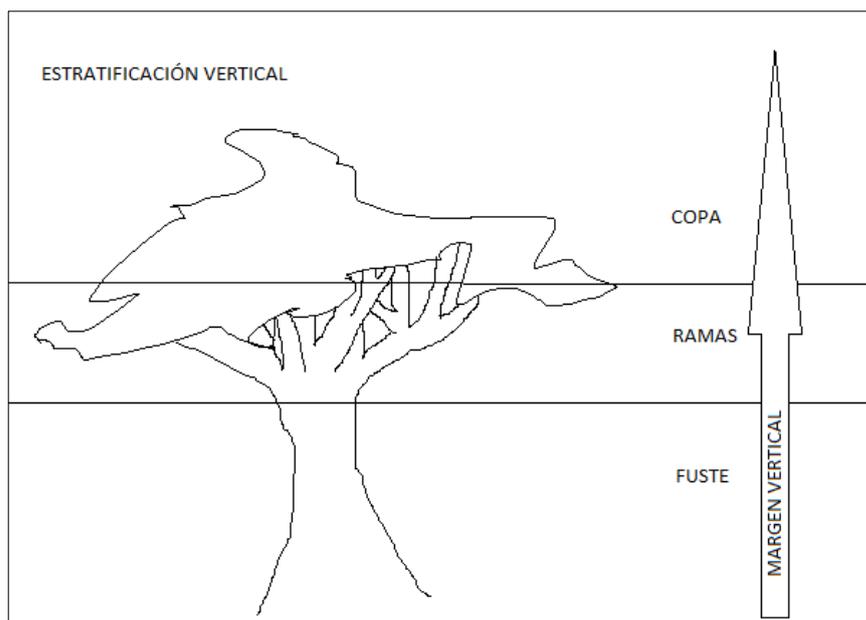


Figura N° 9. Estratificación vertical

FUENTE: Elaboración propia

- Tipo de parcelas

Las parcelas a instalar podrán ser del tipo temporal (parcelas utilizadas para una sola vez de medición) o permanente (parcelas utilizadas durante todas las mediciones) (Rügnitz et al., 2009). El establecimiento de parcelas permanentes, serán instaladas mediante la señalización de la parcela mediante un marcador permanente (tubo metálico, estaca u otro) (FAO, 2004).

- Número de Parcelas

Carrera et al. (2002) señala que el número de parcelas a muestrear no depende del tamaño del bosque sino de su variabilidad, se podrá calcular de acuerdo con el máximo error o en relación con la intensidad de muestreo establecida. Medina (2003) realizó un inventario en el bosque seco el Choloque, donde sumó doce parcelas, cuatro parcelas por estrato (Bosque seco ralo de llanura, Bosque seco ralo de lomada y Bosque seco de colina).

El tamaño de la muestra, podrá ajustarse de acuerdo a una estratificación previa, vía afijación óptima (Malleux y Romero 1969, Carrera 2002, UNFCCC 2010 y Roque 2017) (ANEXO 9.C). De acuerdo a la ecuación, el tamaño de la muestra total por estrato o afijación n_j , estará en función al tamaño de la muestra total n , la proporción área del estrato/área total P_j , un coeficiente de variabilidad CV_j y la sumatoria del producto $\sum P_j \cdot CV_j$.

$$P_j = \frac{N_j}{N} \quad n = \left(\frac{\sum (P_j \cdot CV_j) \cdot t}{E} \right)^2 \quad n_j = \frac{n \cdot P_j \cdot CV_j}{\sum P_j \cdot CV_j}$$

Donde:

P_j: Proporción área del estrato/área total

N_j: Área del estrato

N: Área Total

n: Tamaño de la muestra total

CV_j: Coeficiente de variabilidad por el tipo de bosque (bosque seco de colina baja 40%, bosque seco ralo de llanura 44% y bosque seco ralo de lomada 45%)

t: valor correspondiente a un nivel de confianza y grados de libertad (Tabla de distribución T-Student del Anexo 15 del A/R Methodological Tool “Calculation of the number of simple plots for measurements within A/R CDM Project activities”, UNFCCC 2010)

n_j: Tamaño de la muestra por estrato

E: Error establecido de acuerdo al inventario realizado

En cuanto a la representatividad de la muestra, Carrera et al. (2002) utiliza el criterio de Intensidad, relación entre el área cubierta por las parcelas y el área a representar (tamaño del bosque). Considerándose intensidades menores a 0.1 por ciento como muy bajas.

$$\text{Intensidad (I)} = \frac{\text{Tamaño de la parcela (ha)} \times \text{N}^\circ \text{ de parcelas} \times 100}{\text{Tamaño del bosque (ha)}} \%$$

Sobre la racionalidad y eficiencia del muestreo, Dauber (1995) recomienda como distancia entre parcelas, la obtenida de acuerdo a:

$$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$$

Donde:

d: Distancia entre los puntos centrales (km)

A: Área total del bosque a representar (km²)

n: Número de unidades de muestreo

- Tamaño de la parcela

Sobre el tamaño de la parcela, MINAGRI (2012) recomienda parcelas equivalentes a un décimo de hectárea para determinar el potencial forestal en la costa peruana. Así mismo, La Torre y Linares (2008) trabajaron con parcelas de 0.1 ha para un estudio de clasificación de bosques estacionalmente secos en Piura.

En cuanto a la intensidad, el Proyecto Algarrobo habría utilizado una intensidad de muestreo de 0.5 por ciento. Mientras que Medina (2003) aplicó un inventario exploratorio con un error de muestreo del 15 por ciento e intensidad de muestreo de 0.5 por ciento.

De acuerdo a la Guía de campo para la Estimación del carbono almacenado en el Santuario Histórico Boques de Pomac SHBP (Delgado y Recavarren. 2012), utilizan parcelas circulares anidadas de 30, 20 y 10m de radio. Siendo la parcela de radio 30m, para la medición de características de árboles de $DAP \geq 3\text{cm}$ (el presente estudio utilizó parcelas de 30m de radio, midiéndose datos a partir de $DAP \geq 5\text{cm}$).

- Forma de la parcela

Melo y Vargas (2003), menciona que la elección de la forma de la parcela estará dominada por una menor relación perímetro/área, reduciéndose el efecto borde. Siendo la forma circular, la forma que minimiza la probabilidad de ocurrencia de árboles en el límite de la parcela, debido a que se tendrá menor perímetro para un mismo área (Bhandari et al., s.f.). Así mismo, las parcelas circulares cumplen un papel importante en cuanto a resolver el problema de la poca uniformidad del relieve (Delgado y Recavarren. 2012). La forma circular facilita las mediciones en cualquier tipo de bosque (SERFOR. 2016).

- Plano de referencia horizontal

Cancino (2012), señala que por convención, el plano de referencia y tamaño efectivo de la parcela se expresan en el plano horizontal, por lo que el área de extrapolación efectiva resulta de la proyección del área en el eje horizontal (Figura N°10). Así basados en la pendiente del terreno como función del ángulo de inclinación del terreno (α):

$$\cos \alpha = \frac{r_h}{r_p} \dots (1)$$

Superficie de la parcela en el plano horizontal:

$$a = \pi \cdot r_h \cdot r_p \dots (2)$$

Y sustituyendo las ecuaciones (2) en (1):

$$a = \pi \cdot \cos \alpha \cdot r_p^2 \dots (3)$$

La ecuación (3) calcula el área efectiva por parcela en el plano horizontal (a). En el presente estudio, se tendrá en cuenta, un radio de trazo en el plano inclinado de $r_p=30\text{m}$ y área circular de 2827m^2 . Así mismo, se podrá calcular el Factor de expansión (F_e), que es un multiplicador de las características del rodal en relación a la superficie de la unidad muestral (Cancino. 2012):

$$F_e = \frac{1}{A} = \frac{10000}{a}$$

Donde: (A) es el área de la unidad muestral, expresada en hectáreas a nivel del plano inclinado. Mientras que (a) se encuentra expresada en metros cuadrados, a nivel del plano horizontal proyectado.

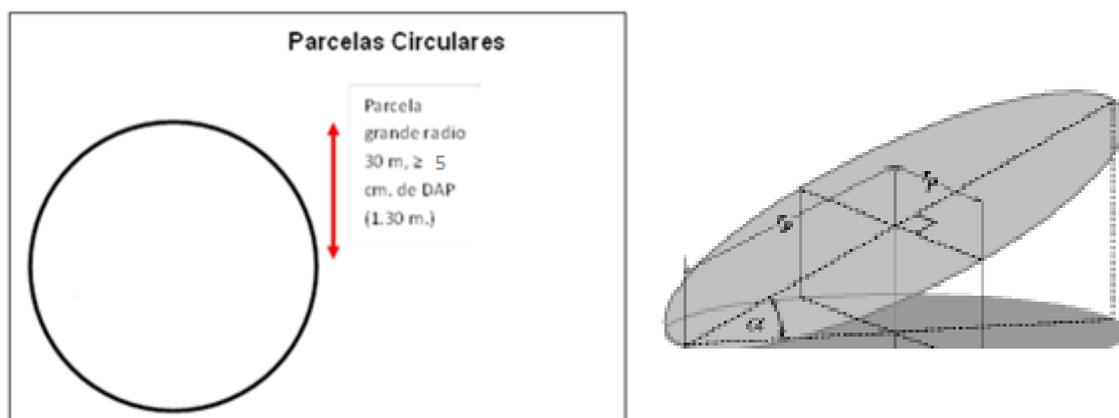


Figura N° 10. Parcelas circulares en la pendiente y elíptico en la horizontal

FUENTE: Adaptación de Delgado y Recavarren. (2012); Cancino. (2012)

- Área de Copa Proyectada

Chauchard et al. (2001), calcula el área máxima de copa proyectada o sombra de la copa (Figura N°11) en base al diámetro promedio entre dos diámetros de ángulo recto (Corvalán y Hernández, s.f.) de las proyecciones de copa; es decir, sin compactar (Bechtold. 2007), con eje en el centro del tallo (FAO, 1981).

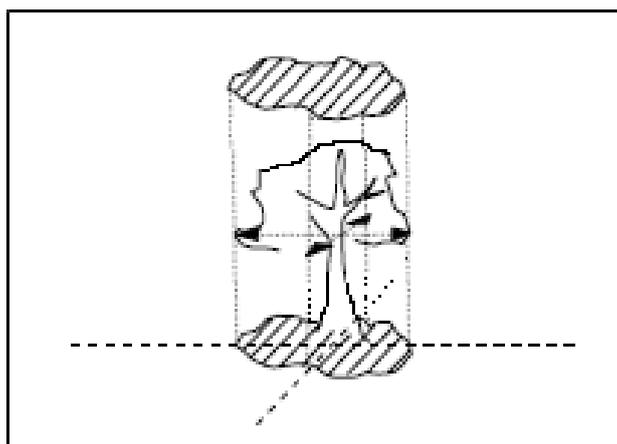


Figura N° 11. Diámetros de copa proyectada medidos que cortan perpendicularmente

FUENTE. Elaboración propia

Posteriormente, bajo el supuesto de Área máxima de la Copa, se consideró una copa de sección circular (A_c), a partir de la fórmula (Chauchard et al., 2001):

$$A_c = \frac{\pi \times D_c^2}{4}$$

Donde:

A_c : Área de copa

D_c : Diámetro promedio de copa

$$D_c = \frac{D_{b1} + D_{b2}}{2}$$

$D_{b1,2}$: Diámetros de copa

En el presente estudio, tomando como referencia la ecuación de follaje de Llanos (2010) y los criterios de importancia de la copa de Bechtold (2007), se construyó ecuaciones por Regresión Lineal Múltiple para cada especie:

$$Y = \beta_0 + \beta_1.X_1 + \beta_2.X_2 + u$$

Donde:

Y: Biomasa viva sobre el suelo (Hojarasca/Follaje)

X1: Dap

X2: A_c

Seguidamente, se estimó la cantidad de biomasa generada por área. Esto se realizó agrupándose por medio de Clases diamétricas.

- Captura de carbono

La medición de la producción primaria neta presenta dificultades, por lo que se suele reportar la producción de hojarasca fina y el aumento de biomasa aérea como equivalente de la producción primaria (Borrero. 2012). La Guía de Buenas Prácticas del Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (GBP UT CUTS), detalla los depósitos de carbono que son fijados en forma de producción primaria de biomasa. La Tabla N°14 define cinco tipos de depósitos de carbono que pueden ser medidos (IPCC, 2000). En base a la naturaleza y alcance del proyecto, se midieron: Biomasa Viva, sobre el suelo del tipo arbórea (biomasa colectada antes de llegar al suelo y la ubicada superficialmente); Materia Orgánica Muerta (hojarasca) y Suelo (hasta una profundidad de 20cm).

Tabla N° 14. Depósitos de carbono de acuerdo a la GBP UT CUTS

Tipo de Depósito		Descripción
Biomasa Viva	Biomasa sobre el Suelo	Toda la biomasa viva que se encuentra sobre la superficie, incluye: troncos, tocones vivos, ramas, cáscaras, semillas y hojas. Se cuantifica por separado la biomasa aérea arbórea y no arbórea.
	Biomasa Subterránea	Considera la biomasa de raíces vivas, excluyendo aquellas con diámetro menor a los 2mm.
Materia Orgánica Muerta	Madera Muerta	Considera la biomasa forestal no viva y tocones con diámetro mayor a los 10 cm.
	Hojarasca	Comprende las capas de detritos y humus. Biomasa no viva en diferentes estados de descomposición.
Suelos	Materia orgánica del Suelo	Comprende el carbono orgánico en los suelos minerales y orgánicos hasta una profundidad de 20cm. Considera raíces finas menores a los 2 mm de diámetro.

FUENTE: Elaboración Propia en base a IPCC, 2000.

El carbono del suelo a profundidad de 20cm, raramente contiene el 5 por ciento del contenido total de carbono, encontrándose muy poca información disponible. Así mismo, Locatelli (1999) citado por Siu y Ordeñana (2001) estima que un bosque

secundario contendrá el 75 por ciento de carbono en comparación con un bosque primario del mismo tipo.

A nivel de áreas de transición entre ambientes acuáticos y terrestres como son los humedales (Yarrow, 2009), dentro de los que destacan los humedales de altura, bofedales o turberas (propios de la región andina); que son suelos saturados donde se crean ambientes anaeróbicos con tasas de descomposición bajas, que favorecen la acumulación de grandes cantidades de carbono (IPCC, 2000). León (2016), bajo un análisis por horizontes, reportó valores entre 51 y 91 tC/ha (Ancash); 18 y 24 tC/ha (Huancavelica); 27 y 40 tC/ha (Arequipa); 22 y 33 tC/ha (Puno) a profundidades por debajo de los 20cm (horizonte superficial).

- Almacenamiento de carbono

Determinado por la cantidad de carbono que se encuentra en forma de biomasa en un tiempo dado; es una cantidad estacionaria. La Matriz de recomendaciones del tipo de depósito de carbono del IPCC (Tabla N°15), clasifica los depósitos de acuerdo al objetivo del proyecto, en: Reducción de emisiones y Reforestación y Captura de Carbono.

Tabla N° 15. Tipo de depósito de carbono

Objetivo del Proyecto	Tipo de proyecto	Tipo de depósito de Carbono					
		Biomasa Viva			Biomasa Muerta		Suelo
		Árboles	Vegetación No Arbórea	Raíces	Madera Muerta	Hojarasca	
Reducción de la emisión de carbono	Manejo Forestal sostenible	S	T	R	T	S	T
	Conservación del Bosque	S	T	R	T	S	R
Reforestación y Captura de Carbono	Restaurar Vegetación nativa	S	T	R	S	S	T
	Plantaciones Forestales	S	N	R	T	T	R
	Plantaciones Agroforestales	S	S	T	S	S	R

Leyenda: S_ Sí es necesario, R_ Recomendado, T_ Quizás, N_ No recomendado.

FUENTE: Elaboración Propia en base a IPCC, 2000.

- Densidad Básica de la Madera

Dávalos et al. (2008) proponen la relación de masa seca por volumen fresco, para la obtención de la densidad básica, mediante la ecuación:

$$Densidad\ Básica\ (DB) = \frac{Masa\ seca\ de\ la\ Biomasa\ por\ estrato\ (Kg)}{Volumen\ obtenido\ en\ campo\ (m^3)}$$

Pilquinao et al. (2012) recomienda, para los casos en los que fuera necesario, utilizar valores de densidad de acuerdo a una categorización por descomposición y/o estado de conservación de la materia. Para una categoría Baja (material que no presenta signos de descomposición) es de 0.51 g/cm³, para una categoría Intermedia (material que visualmente presenta indicios de descomposición) es de 0.36 g/cm³ y para una categoría Alta (material descompuesto pero que aún mantiene la forma original de caída) será de 0.25 g/cm³.

Brown y Lugo (1992) menciona que el uso de la gravedad específica de la madera, aporta errores en el cálculo de la biomasa total, debido a que se existe gran variabilidad, incluso dentro de cada individuo. Para el caso de algarrobo (Ver Tabla N°16), se ha trabajado con el valor de 0.75 g/cm³, referido por la bibliografía consultada.

Tabla N° 16. Densidades básicas o anhidras para el algarrobo y valor promedio

<i>Prosopis sp.</i>	Fuente	Densidad Básica o anhidra (Kg/m ³)
<i>Prosopis alba</i>	http://code.pediapress.com/	760
<i>Prosopis chilensis</i>	http://code.pediapress.com/	760
<i>Prosopis flexuosa</i>	http://code.pediapress.com/	770
<i>Prosopis juliflora</i>	Álvarez et al. (2013)- Colombia	672
<i>Prosopis spp</i>	Atencia (2015) citado por Cueva (2015)	775
Valor Referencial		747

- Mediciones de DAP (diámetro a la altura de pecho)

Corresponde al diámetro de referencia, medido a una altura de 1.30m del suelo para los árboles que no presenten aletones o raíces aéreas de menos de 1m. Así, para el caso en que los aletones (raíces expuestas o aéreas) midan 1m, el DAP será medido a 30cm sobre el final de estos (FAO, 1981). Dauber et al. (2004) menciona mediciones de DAP de árboles mayor a 10cm. La Figura N°12 (Schlegel et al., 2001) y en la Tabla N°17 (FAO, 1981), muestran casos específicos de mediciones de DAP en campo.

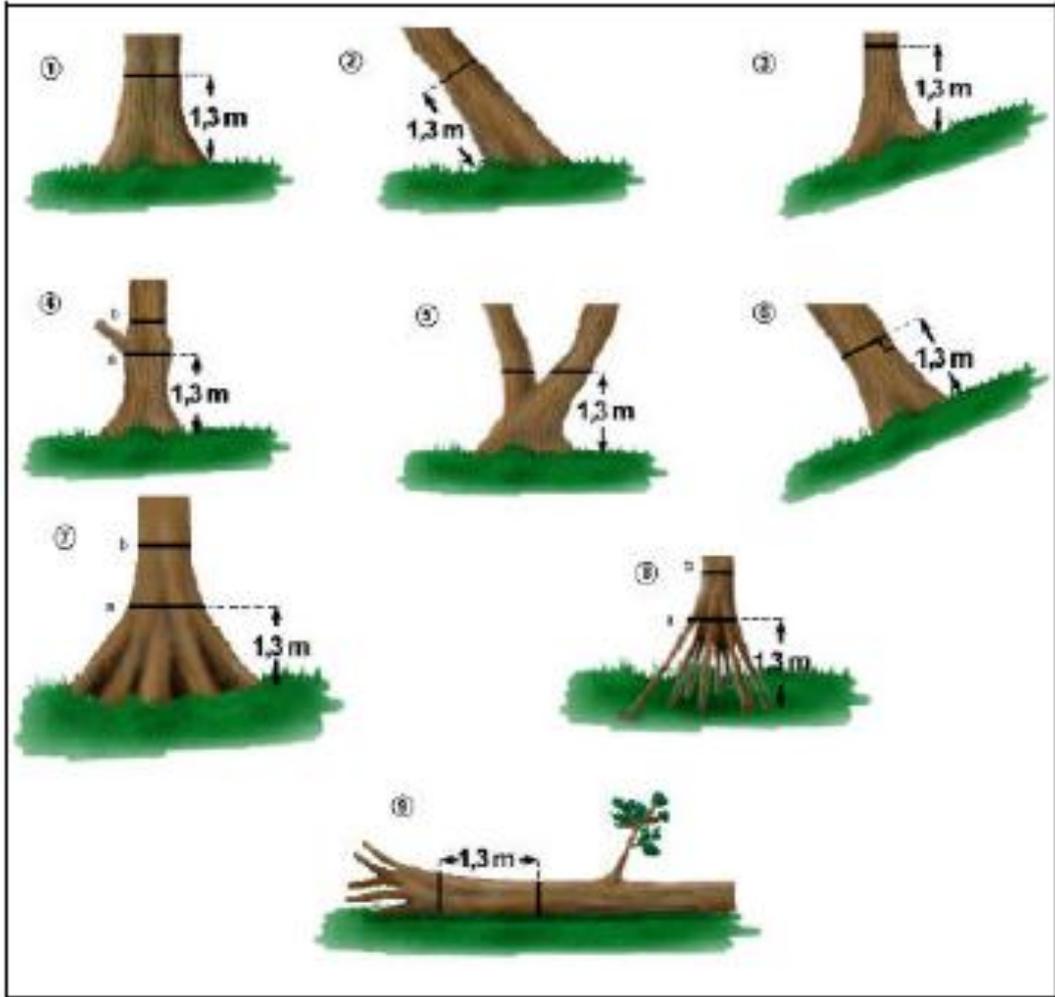
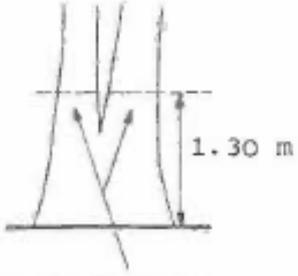
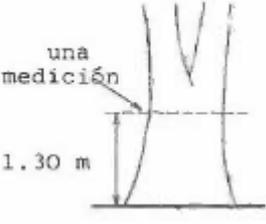
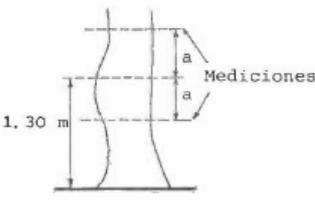
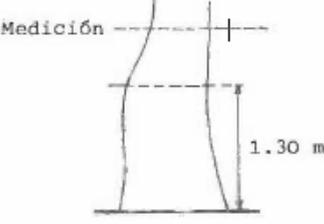


Figura N° 12. Medición in-situ del diámetro

FUENTE: Schlegel et al. (2001)

Tabla N° 17. Medición de DAP

Casos	Detalle gráfico	
<p>Para los casos en que el fuste se divide antes de 1.3m, se considerarán dos mediciones, reportándose como dos individuos.</p>		 <p>una medición 1.30 m</p>
<p>Las mediciones se realizan fuera de la parte deformada y en lo posible, se realizan 2 mediciones a igual distancia y se toma el promedio. Será válido hacer una medición.</p>	 <p>1.30 m a Mediciones a</p>	 <p>Medición 1.30 m</p>

FUENTE: FAO (1981)

- Clases diamétricas

El análisis de la masa forestal por clases diamétricas C.D., permite conocer los procesos de regeneración, envejecimiento y dinámica. La Figura N°13 muestra algunos comportamientos esperados en los bosques (Ajbilou et al., 2003).

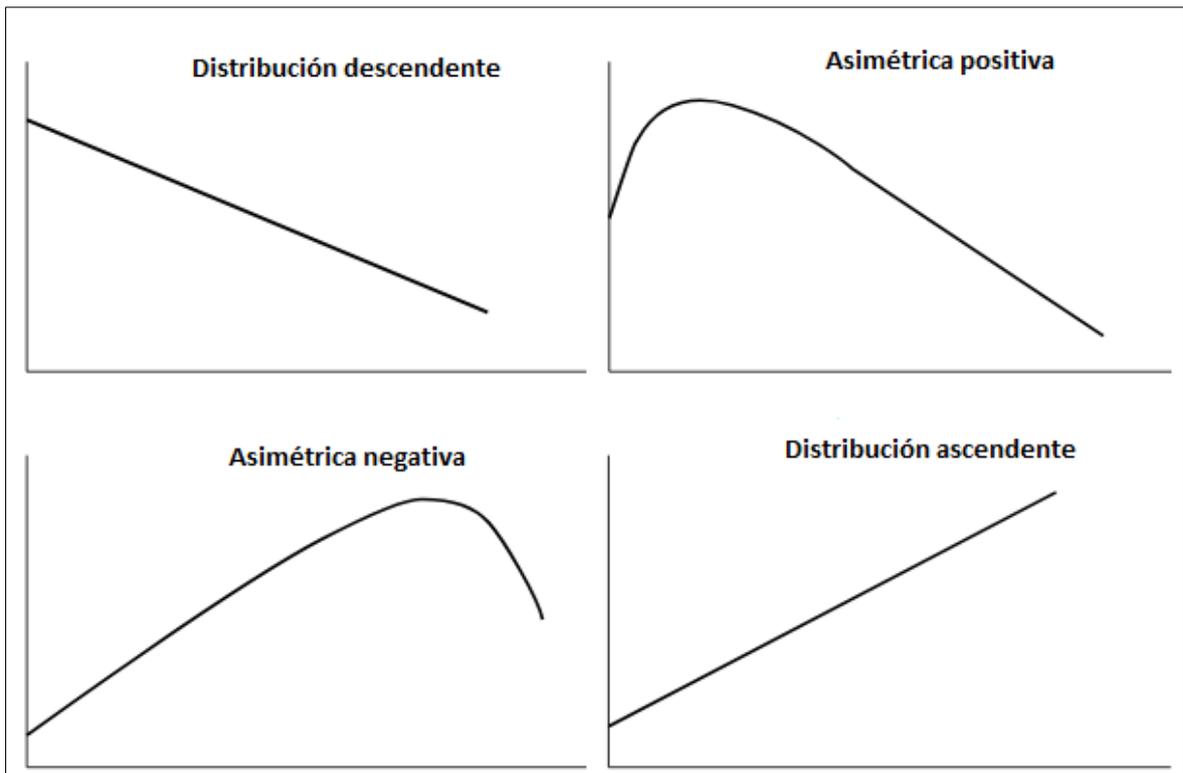


Figura N° 13. Patrones de distribución por el tipo de clase diamétrica C.D.

FUENTE: Loetsch et al., 1973

Así mismo, López (2015) menciona la posibilidad de caracterizar el bosque por medio de la clasificación diamétrica. Una masa regular, presenta diferencias mínimas de edad, dimensiones semejantes, ajustándose a una distribución normal. El factor tiempo, determinará relaciones de competencia y adaptabilidad, acentuándose sus efectos en los niveles inferiores.

La Figura N° 14 muestra que a medida que la edad aumenta, disminuye la frecuencia de valores centrales, aumentando la dispersión, a lo que corresponde masas irregulares.

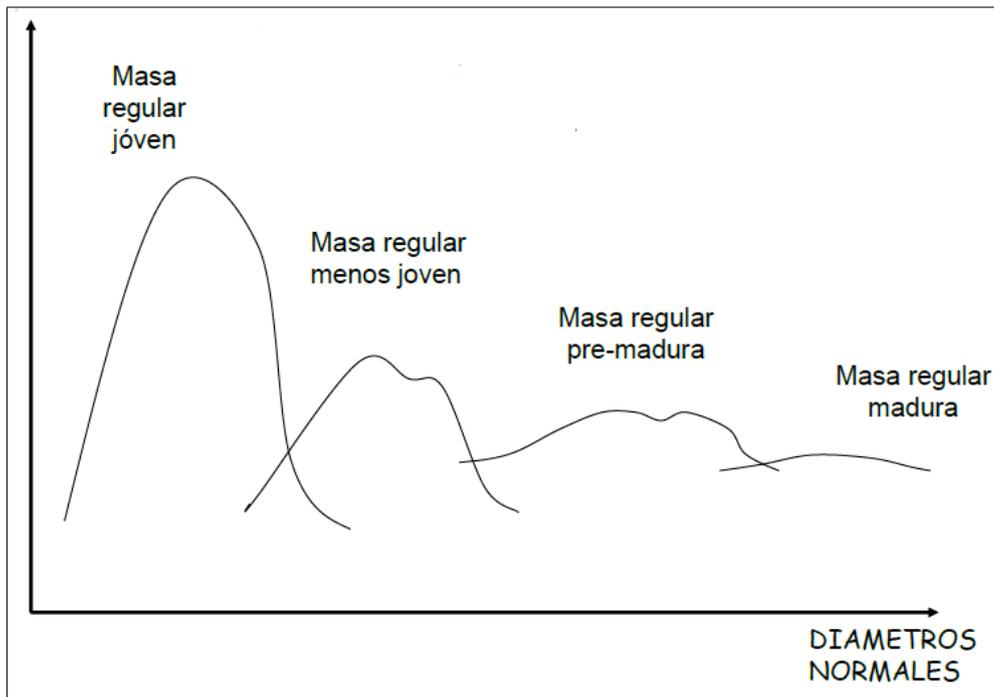


Figura N° 14. Dispersión por edad de los individuos forestales

FUENTE: López, 2015

La distribución para la mayoría de bosques sigue una forma de J invertida, donde predominan los individuos jóvenes respecto a los maduros (Manzanero y Pinelo, 2004; López, 2015)

- Planificación de actividades

Cuando se muestrea una población, se cometen errores en el muestreo y errores de muestreo. La etapa de planificación deberá de integrar el entrenamiento del equipo o brigada encargado de la toma de datos. Así, el error de muestreo podrá calcularse como la diferencia entre el valor de la muestra y los valores reales de la población. La precisión es el grado en que una medición o estimado se acerca al promedio (está en función de la calibración de los instrumentos, variación entre unidades de muestreo, otros) (FAO, 2004).

Diseño

Descripción del área de muestreo

Los datos de inventario se recogen dentro de los límites del área de muestreo. Los datos son recogidos mediante observaciones, mediciones y entrevistas.

Cuando la posición de la sub parcela cae en clases de uso de suelo distinto al de bosque, no deben demarcarse. Se utiliza una clasificación basada en un método dicotómico e incluye dos niveles: (1) Clases mundiales diseñadas para la evaluación del bosque y los recursos arbóreos (Bosques, Terrenos arbolados, Otros terrenos y Aguas continentales) y (2) Nivel específico del país, teniendo en cuenta el propósito del inventario.

Las fuentes principales de información son las mediciones y observaciones de campo y las entrevistas con la población local. En la medida de lo posible deberá de aplicar observaciones de campo que complementen la información recogida en entrevistas.

Procedimiento para la recolección de datos (Tabla N°18):

Tabla N° 18. Planificación de actividades

Formación de Equipos de Campo	--> Preparación del trabajo de campo	--> Trabajo de campo
- Formación de Brigadas	- Investigación Bibliográfica - Preparación de Formularios y Formatos de Recojo de Información - Preparación de Mapas - Preparación del Itinerario de acceso a la parcela (responde a las condiciones de accesibilidad)	Talleres y Entrevistas Mediciones y Observaciones de Campo - Acceso a la primera parcela - Marcación de la Parcela - Medición de Variables - Acceso a la próxima Parcela

FUENTE: Elaboración propia en base a FAO, 2004

Introducción del proyecto a la Población local, debe dejarse claro la finalidad de la visita y del estudio (evitar malos entendidos y crear falsas expectativas). Tener en cuenta que se trata de una recogida de datos y no de un proyecto de desarrollo local.

- Estadística de resultados

Cueva (2015) señala el cálculo de medidas de tendencia central y de variación para la información muestral colectada.

Promedio

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Xi : Valor de la variable (observación)

n : Número de observaciones (total de la muestra)

Coefficiente de Variabilidad

$$VC = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

S : Desviación estándar

\bar{X} : Media aritmética

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

En la Tabla N°19 se muestran los instrumentos utilizados en el desarrollo de la metodología.

Tabla N° 19. Instrumentos para la identificación y colecta de datos

DATO A COLECTAR	INSTRUMENTO	MARCA
Masa de la Biomasa primaria húmeda	Balanza 1 Balanza 2	Tubos de PVC Manta de Rafia Bolsas de polietileno Balanza 1-Digiweigh Digital Scales (Capacidad: 100g x 0.01g) Balanza 2-Portable Electronic Scale Kambor
Masa de Biomasa seca	Estufa Balanza	-Memmert -Certorious (Capacidad: 100g x 0.0001g)
Altura, Ancho, Diámetro, Densidad	Wincha Calibrador - Forcípula metálica común Cinta métrica Cilindros metálicos (para suelo) Precintos de seguridad	-Stanley -Major -Butterfly Brand -Cintillos Volt
Especie y Género: Muestra de plantas	Bolsas Ziploc Tijeras para podar	-U-Thil, ZIPP -Stanley
Densidad poblacional por especies	Cintas o precintos de seguridad	MAESTRO
Altura de árbol	Clinómetro 1	HOPE
Altura (m.s.n.m.)	Altímetro	BRUNTON SHERPA USA

Continuación

Coordenadas geográficas (determinación del área y ubicación de parcelas)	GPS (Global Positioning System)	GARMIN
Inclinación del Suelo	Clinómetro 2 e Inclinómetro	Scientific Satellite – Magnetic Angle LOCATOR
Mediciones y Observaciones	Libreta de Campo Formatos impresos	---

3.2. MÉTODOS

A continuación, se detalla una metodología diseñada, adecuada y sustentada bibliográficamente, la que ha sido aplicada, posteriormente a su planificación. De acuerdo, a características de la zona de estudio, conforme se realizaron las labores de campo de acuerdo a las fases planificadas con los diferentes actores del proyecto (comunidad, investigadores y asesores). Se define a continuación, el trabajo de campo para el cumplimiento de los objetivos mencionados párrafos arriba. Siendo la metodología de medición de carbono, del tipo no destructiva, aplicada en el área seleccionada para este estudio (clase Bosque, con fines de medición de carbono, clasificado de acuerdo a FAO, 2004), el mismo que cuenta con la aprobación de los administradores del bosque “El Choloque”, ASPROBOS (Asociación de Protección de los Bosques Secos del Caserío el Choloque- Sector El Cardo) (ANEXO 1.A). Donde, el ANEXO 1.B contiene la Planificación de actividades programadas para la ejecución, que incluye la comunicación de los resultados obtenidos, los que serán compartidos con la población local (FAO, 2004).

3.2.1. DEFINICIÓN DEL ÁREA

3.2.1.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA

La delimitación in-situ se realizó en campo, con trazo de rutas para el tratamiento posterior de los puntos geo referenciados (ANEXO 2), cálculo del perímetro, área, curvas de nivel y el establecimiento de parcelas experimentales. El área y puntos referenciados in-situ, fueron mapeados exsitu (en gabinete) en base a la Carta Nacional Jayanca (Hoja 0958 – 13d) de escala 1:100 000, obtenido de las bases de datos del Instituto Geográfico Nacional (Lima – Perú) y soportados por el programa informático Google Earth.

- Determinación del Perímetro

Se recurrió al uso de herramientas de Google Maps, ingresándose puntos referenciados in situ con Global Positioning System (Ref.: <http://www.freemaptools.com/area-calculator.htm>).

- Determinación del Área Total de Estudio

Se trabajó sobre un formato .KML que fue exportado a Google Maps. Luego se aplicó la herramienta ÁREA de Google Map en Free Map Tools (Ref.: <http://www.freemaptools.com/area-calculator.htm>) obteniéndose el área total de estudio.

- Levantamiento de curvas de nivel

Se recurrió al software SURFER 8, por medio del que se elaboró gráficas de 2 y 3 dimensiones. Para ello, se ha trabajado en Worksheet, bajo el formato .DAT donde se ingresaron las coordenadas (UTM) levantadas y sistematizadas a partir del levantamiento del terreno, por reconocimiento in-situ de la zona de estudio. Para la generación de mapas se ejecutó Plot Document, donde se trabajó con los comandos Contour Map y Wireframe Map, en base al formato Surfer Grid.

- Establecimiento de parcelas

Se establecieron nueve parcelas circulares de radio treinta metros ($r=30m$), la Tabla N°20 muestra las coordenadas teóricas. Se distribuyeron las parcelas en forma aleatoria, teniendo en cuenta un criterio altitudinal, tres parcelas en la parte alta, tres parcelas en la parte media y tres parcelas en la parte baja. Una vez en campo, éstas fueron ajustadas de acuerdo a la dificultad de acceso, forma y relieve del terreno. Los criterios de selección son detallados en el punto 3.2.2.

Tabla N° 20. Coordenadas teóricas del punto medio de las parcelas seleccionadas aleatoriamente

N° de parcela	Nivel Altitudinal (Bajo, Medio, Alto)	Punto Central de la parcela circular (Coordenadas Geográficas)		(UTM)	
		Latitud	Longitud	X	Y
1	ALTO	6°4'18.10"	79°37'8.27"	652833	9328675
2	ALTO	6°4'14.32"	79°37'13.40"	652676	9328792
3	ALTO	6°4'9.82"	79°37'19.29"	652495	9328930
4	MEDIO	6°4'4.72"	79°37'32.52"	652088	9329088
5	MEDIO	6°4'8.63"	79°37'38.05"	651918	9328969
6	MEDIO	6°4'11.42"	79°37'43.50"	651750	9328883
7	BAJO	6°4'11.85"	79°38'0.54"	651226	9328871
8	BAJO	6°4'15.61"	79°38'11.84"	650879	9328757
9	BAJO	6°4'18.95"	79°38'19.30"	650649	9328655

3.2.1.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Se realizó el análisis de elementos del clima: temperatura y precipitación, de un registro histórico de cinco años, entre 2011–2015, información registrada por la estación meteorológica – Tipo Automática Olmos (coordenadas de ubicación: Latitud – 5°59'1", Longitud – 79°43'01" y Altitud - 192 m) del SENAMHI (Servicio Nacional de

Meteorología e Hidrología del Perú), con información disponible en http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi.

Esta última (Figura N°15), se ubica a 13.6 Km, distancia sujeta al suelo y 35.6 Km, siguiendo un recorrido por vías existentes (Carretera Panamericana Norte Antigua y Belaunde Terry) a un punto de referencia de la zona de estudio, en el local de la Asociación de Protección de los Bosques Secos del Caserío el Choloque- Sector El Cardo de Latitud – 6°04'28.69", Longitud – 79°37'55.77" y Altitud – 291 m, determinándose una diferencia de alturas promedio de 100 m.s.n.m. entre la estación y el punto de referencia (Figura N° 16).

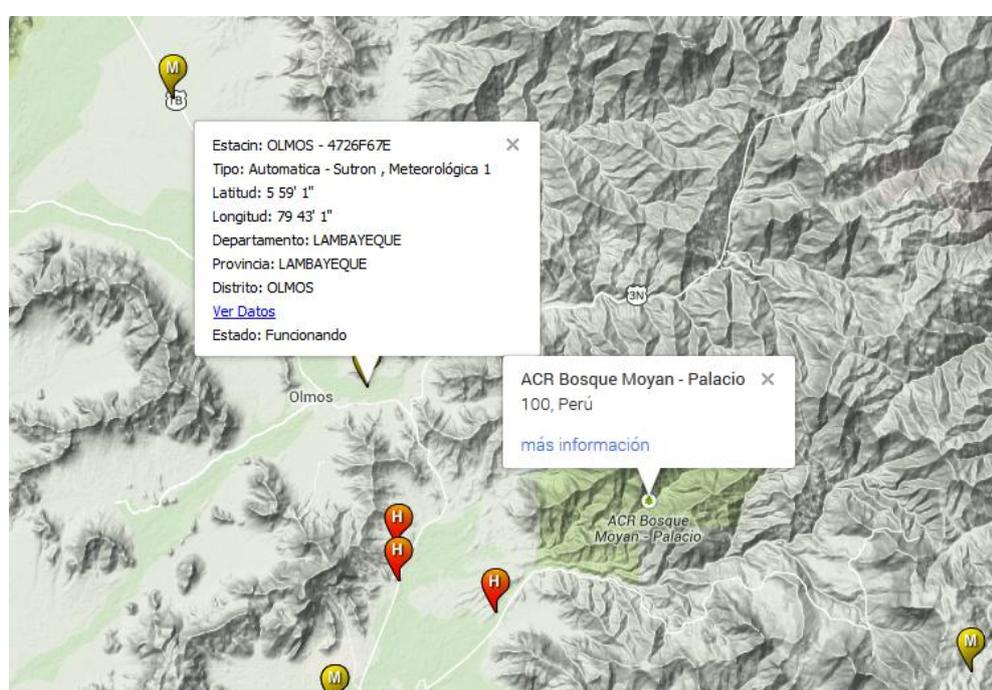


Figura N° 15. Estación meteorológica Olmos

FUENTE: http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi

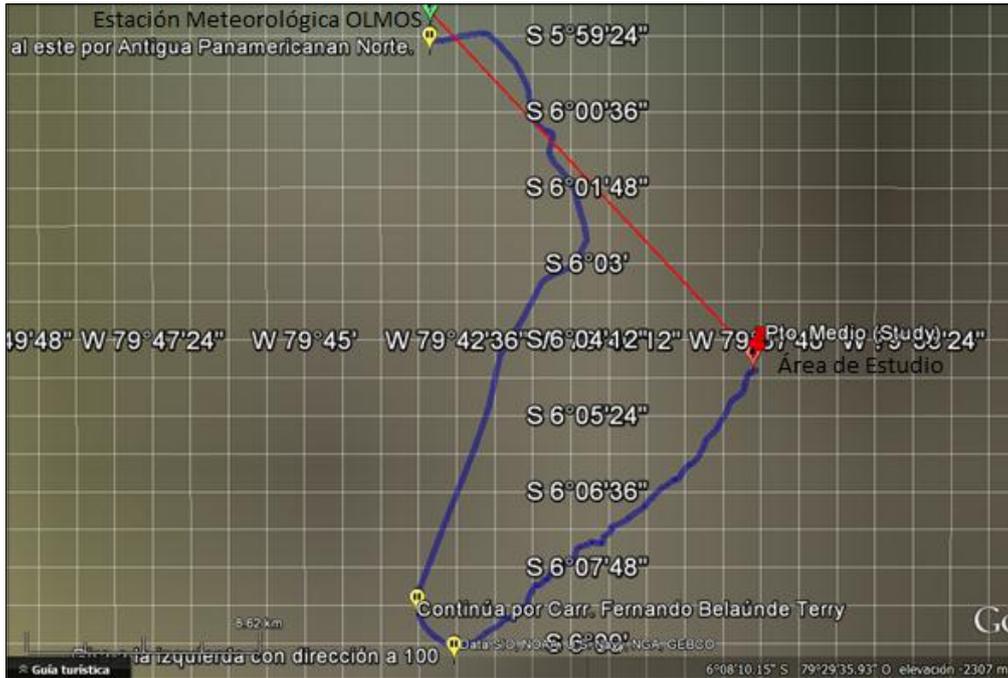


Figura N° 16. Distancia desde la estación Olmos a la zona de estudio

- Variación temporal de la temperatura

De acuerdo a lo expuesto por Calle y Unsihuay (2010), se ha clasificado la zona de estudio, en base a los Tipos fundamentales de variación anual de la Temperatura de Hann (Tabla N°21).

Tabla N° 21. Tipos fundamentales de variación anual de la temperatura

Tipo	Características
Ecuatorial	En la zona ecuatorial la distribución de la temperatura muestra regularidad durante todo el año, definiéndose la temperatura media principalmente por la altitud de la localidad. Amplitud térmica: Interior del continente= 7°C Costas = 3°C La distribución mensual de las temperaturas presenta dos máximas y dos mínimas.
Tropical	En esta región se hacen más acentuadas las diferencias entre las estaciones fría y cálida. Amplitud térmica: Interior del continente >7°C Costas = 6°C La distribución mensual de las temperaturas presenta una máxima y una mínima.
Zonas Templadas	En el interior del continente ocurren amplitudes de 39°C en las costas de 8°C. Subdivisión: Subtropical, Templada y Subpolar.
Polar	Las amplitudes térmicas son muy significativas. La temperatura mínima anual se registra en el equinoccio de primavera, fecha en la que sale el sol.

FUENTE: Guía de Meteorología General (Calle y Unsihuay. 2010)

- Determinación de índices bioclimáticos

Índices de Pluviosidad de Lang, Aridez de Martonne, Emberger, Köppen y Thornthwaite (Ver Tabla N°22).

Tabla N° 22. Índices bioclimáticos

ARIDEZ	FORMULA	LEYENDA
Índice de pluviosidad de Lang (1915)	$L=P/T$	P: Precipitación media anual (mm) T: Temperatura media anual (°C) Rango: 0 – 20 Mediterráneo/Árido
Índice de aridez de Martonne (1926)	$Ia = P/(T+ 10)$	P: Precipitación anual (mm) T: Temperatura media anual (°C) Rango: 0 – 5 Árido Tipo Desierto
Coefficiente pluviométrico o Índice de Emberger (1932)	$Q = 100 \cdot P / (TM^2 - Tm^2)$	P: Precipitación anual (mm) TM: Media de las temperaturas máximas del mes más cálido Tm: Media de las temperaturas mínimas del mes más frío Rango: 0 – 30 Árido
Índice de Efectividad (Köppen)	$I_k=P/T$	P: Precipitación anual (cm) T: Temperatura media anual (°C) Rango:
Índice de precipitación efectiva – Eficiencia Térmica (Thornthwaite)	$I = \sum_{i=1}^{12} (I_i)$ $I_i = 11.5(P/T - 10)^{10/9}$ $I' = \sum_{i=1}^{12} ((T_i - 32)/4)$	P: Precipitación mensual media (pulgadas) T: Temperatura mensual media (°F) Rango: <16 Provincia o región de Humedad: Árido Característica de vegetación: Desierto
	$I' = \sum_{i=1}^{12} ((T_i - 32)/4)$	Ti: Temperatura media mensual en (°F) Rango: >127 Provincia o región de Temperatura: Tropical (A')

FUENTE: García (1994); Rivas (2004)

- Clasificación climática de Köppen (La Tabla N° 23 muestra los criterios de Köppen)

Tabla N° 23. Criterios de Köppen

TEMPERATURA	ARIDEZ
<p>Considerando la temperatura media mensual, se distingue seis grupos climáticos:</p> <p>(A) Clima Tropical Lluvioso</p> <p>(B) Climas Secos</p> <p>Grupo donde la evapotranspiración es superior a la precipitación.</p> <p>(C) Clima Lluvioso Cálido y Templado</p> <p>(D) Clima Frío de los Bosques Boreales</p> <p>(E) Climas Polares</p> <p>(H) Tierras Montañosas no identificadas</p>	<p>Definidos según una base fisiológica:</p> <p>Cuando la precipitación máxima ocurre en verano:</p> <p>(P/T) < 1 Condiciones de aridez</p> <p>1 < (P/T) < 2 Condiciones de semiaridez</p> <p>Subdivisión:</p> <p>BW Tipo árido o desierto con vegetación escasa - Para zonas de climas secos, E > P</p> <p>BS Tipo semiárido o estepa, la vegetación existente es de tipo herbáceo.</p> <p>Sobre la temperatura media anual:</p> <p>h: Indica temperatura media anual mayor a 18°C</p>

FUENTE: García, J. 1994 y FAO (s.f.)
http://www.fao.org/nr/climpag/index_en.asp

- Clasificación climática por el método de Thornthwaite

A través de información generada por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), se recurrió al servicio de Mapas en Web. Donde los elementos de clasificación fueron:

- Precipitación efectiva
- Eficiencia de Temperatura
- Distribución de la precipitación

- Clasificación de acuerdo al mapa de cobertura vegetal del Perú

El área específica fue catalogada como Bosques Secos de Colina Alta y Secos de Montaña (Ver Figura N°17) de acuerdo al Mapa de cobertura Vegetal del Perú - 2012 elaborado a escala 1:2 000 000.

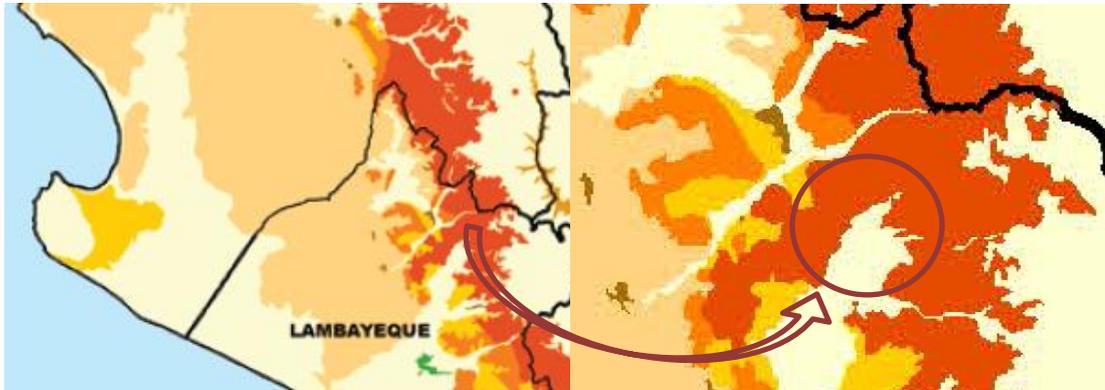


Figura N° 17. Bosque seco de colina alta y bosque seco de montaña
FUENTE: SIGMINAM, 2012

Se complementó la identificación en el mapa, con un análisis de la geoforma, para lo cual se procedió a medir la pendiente del terreno de las nueve parcelas permanentes establecidas. Donde se utilizó, un inclinómetro analógico (marca Scientific Satellite – Magnetic Angle LOCATOR) con el que se midió entre 3 a 9 puntos dentro de cada parcela (se tomó en cuenta el grado de dificultad para realizar la medición correspondiente), los que estuvieron distribuidos como se muestra en la Figura N°18. La secuencia de medición se hizo en favor de la pendiente, registrándose los puntos, con un GPS y libreta de campo (ANEXO 2 – A.2), para luego determinar la inclinación media y en base a ello clasificarlo (ANEXO 3.A).

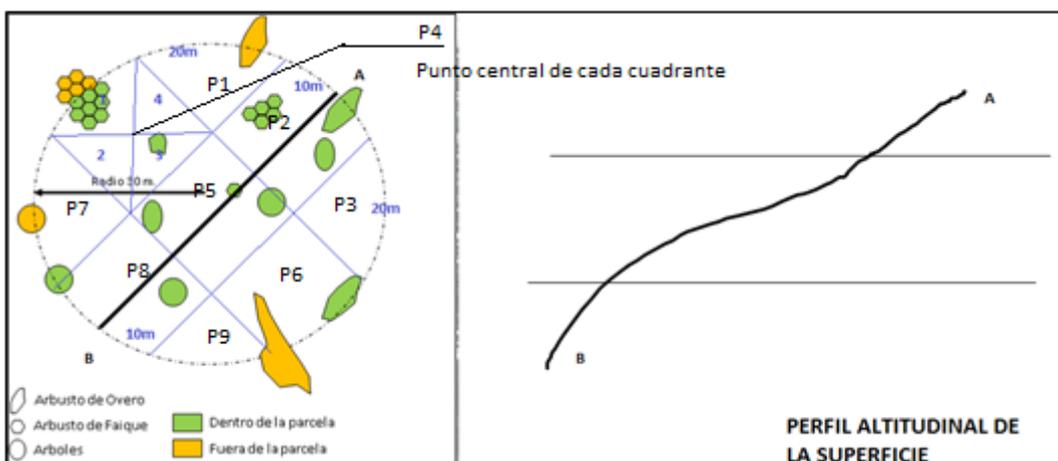


Figura N° 18. Puntos de medición dentro de la parcela
FUENTE: Elaboración propia

3.2.1.3. POBLACIÓN

Esta información fue procesada a partir de los Censos de Población XI y Vivienda VI – 2007, la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), realizados por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú - ANEXO 5) e información recopilada en los talleres de Mapas Parlantes (ANEXO 6.A).

De la información de los Censos de Población XI y Vivienda VI – 2007 y la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), se ha considerado:

- Distribución poblacional
- Movimientos migratorios
- Actividades económicas (extractivas, productivas, etc.)

3.2.1.4. USO DE SUELO

La caracterización de Usos de Suelos se ha realizado en base al Plan de Manejo Forestal Comunitario para los Bosques del Caserío El Choloque 2003. Tomándose como punto de partida para las discusiones, los cambios ocurridos temporalmente (FAO, 2004). Para lo que, se trabajó dos Talleres de Mapas Parlantes (ANEXO 6). Los mismos que se ejecutaron en enero y mayo del 2015.

3.2.1.5. ESPECIES VEGETALES

La selección de especies a evaluar se realizó bajo los criterios de abundancia (Acosta et al., 2001) y dominio, conformado por las formas de vida más sobresalientes (Valverde, 2002). La Tabla N° 24 muestra una clasificación preliminar.

Tabla N° 24. Clasificación preliminar por nivel altitudinal

A	F	D	Descripción	Clasificación
Alta	Alta	-	Distribución horizontal continua.	P. Alta: Palo Santo P. Media: Hualtaco P. Baja: Algarrobo
Alta	Baja	-	Especies con tendencia a la conglomeración en grupos pequeños distanciados unos de otros.	P. Alta: --- P. Media: Palo Verde P. Baja: Hualtaco
Baja	Alta	Alta	Árboles aislados de gran tamaño, uniformemente distribuido.	P. Alta: Hualtaco P. Media: Palo Verde P. Baja: ---
Baja	Baja	Baja	Especies acompañantes.	P. Alta: --- P. Media: --- P. Baja: ---

Leyenda: A - Abundancia, F - Frecuencia y D - Dominio. FUENTE: Elaboración Propia en base a Matteucci y Colma (1982).

La Tabla N°25 muestra una identificación preliminar de las especies a evaluar, basado en el Inventario Forestal 2003 (ASPROBOS, 2004).

Tabla N° 25. Inventario forestal 2003

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DIÁMETRO (cm)	N° árb./ha
ALGARROBO	<i>Prosopis pallida</i>	>25	44
HUALTACO	<i>Loxopterygium huasango</i>	>30	390
PALO SANTO	<i>Bursera graveolens</i>	>20	20
CHARÁN	<i>Caesalpinea pai pai</i>	>20	8
OVERO (arbusto)	<i>Cordia lutea</i>	-	180
FAIQUE	<i>Acacia macracantha</i>	<10	56

FUENTE: ASPROBOS, 2004

Para la identificación de las especies a evaluar, se realizó muestreos de diferentes partes de la planta, las que fueron colectadas en prensas de madera y secadas a temperatura ambiente. La identificación de individuos se realizó con acompañamiento de pobladores de la zona, siendo una fuente de información primaria y por comparación con la base de datos del Royal Botanic Garden Edinburgh (Biblioteca virtual).

- Inventario forestal

La identificación y conteo de individuos forestales con diámetros mayores a 5cm, $DAP > 5\text{cm}$, se realizó dentro de cada parcela circular con diámetro de 60 metros en el plano inclinado (Delgado y Recavarren, 2012; MINAM, 2015; Garatuza, 2011). Se rotularon a todos los individuos que se encontraron en el área descrita, los que posteriormente fueron sometidos a mediciones más exhaustivas (tipos de diámetros, alturas, entre otros). Seguidamente, se contabilizaron el total de individuos por especies y se dividió entre el área de la parcela, extrapolada al eje horizontal, donde se encontraron distribuidas en hectáreas, expresándose en N° árb/ha (ver más adelante, la sección, Tamaño y Forma de la Parcela) (Manzanero y Pinelo, 2004).

Abundancia o Densidad:

$$Aa = \frac{n_i}{\text{área (ha)}}$$

Donde:

Aa: Abundancia absoluta

n_i : Número de árboles

Dominio:

$$D = \frac{A_b}{\text{área (ha)}}$$

Donde:

D: Área basal o basimétrica (m^2)

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot DAP^2$$

- Clases diamétricas

Se clasificó el total de individuos identificados y medidos que se encontraron dentro de la subparcela obtenida trazando rectas paralelas a 10 metros de cada lado del eje principal de la parcela (trazado en favor de la pendiente) en intervalos de clase. En base a los diámetros a la altura de pecho (DAP) se realizó la clasificación de individuos, en 5 intervalos o clases diamétricas de amplitud, 5cm. El establecimiento de las clases, partió de 5cm como diámetro mínimo para el primer intervalo.

3.2.1.6. FENOLOGÍA

La descripción se realizó en simultáneo con el monitoreo de producción primaria de biomasa de cada una de las nueve parcelas permanentes (obteniéndose un registro fotográfico) y en base a revisión bibliográfica de trabajos de investigación realizados en zonas de condiciones similares. Se estableció como período de estudio, ocho meses de interés entre enero y agosto, de los que se midió para captura de carbono durante seis meses, entre marzo y agosto (ANEXO 9.B).

3.2.2. CANTIDAD DE CARBONO

En cuanto a la cantidad de carbono, se determinó la cantidad potencial de carbono capturado y almacenado en el suelo, materia orgánica muerta y biomasa viva (biomasa viva sobre el suelo o aérea, hojarasca y materia orgánica del suelo). Sobre la naturaleza de la información requerida, se levantó variables cuantitativas. Se recurrió a criterios exógenos para soportar el muestreo, por lo que se aplicó estratificación del área cubierta (Sola et al., 2012). Se calcularon las áreas afectas a la estratificación del estudio por características de Altura, Dominio y Abundancia de especies, y el porcentaje que representan del área total.

Consideraciones:

- Tipo de parcela

Se implementaron parcelas del Tipo Permanente (MINAM, 2009) para la evaluación de la cantidad de biomasa y se estimaron cambios asociadas con la variable tiempo (estudio de las variables y evolución fenológica a lo largo de seis meses - ANEXO 9.B) de las especies arbóreas predominantes en las parcelas, seleccionadas anteriormente.

- Número de parcelas

Se establecieron nueve parcelas en total, las que fueron delimitadas y localizadas. Se ubicaron aleatoriamente, para que sean representativas, de acuerdo a la distribución de especies dentro del área de estudio (Delgado y Recavarren. 2012). Para ello, se trazó una recta transecta por nivel altitudinal en el mapa (fase de pre-campo) sobre la que se distribuyó tres parcelas separadas homogéneamente (Quispe, 2010; Dauber, 1995), se consideró una distancia de 420 metros, que luego fue ajustada por niveles (como se muestra en la Tabla N°49). La Figura N°40 muestra el desplazamiento de las parcelas, de acuerdo al grado de acceso a la zona y las áreas correspondientes a cada nivel. Sobre la intensidad de muestreo, para un área efectiva de 1177.38m² de muestreo y el total de parcelas, se tuvo inicialmente una Intensidad de 0.7 por ciento (Carrera et al., 2002), que finalmente fue ajustada por niveles.

$$Intensidad (I) = \frac{Tamaño\ de\ la\ parcela\ (ha) \times N^{\circ}\ de\ parcelas \times 100}{Tamaño\ del\ bosque\ (ha)} \%$$

En cuanto al error de muestreo, se estableció un error esperado de 15% (se fija un error de muestreo para un inventario forestal a nivel exploratorio), similar a lo establecido por Roque (2017) en base al inventario realizado en el 2014 en la zona de estudio, bosque El Choloque. Donde, para un área de 564 hectáreas, se consideró 35 parcelas. Así, determinando un tamaño de muestra por afijación óptima con un nivel de confianza del 90% recomendado por UNFCCC (2010) (t=1.86), se obtuvo 9.8 parcelas (divididas en parte alta, media y baja en proporción 2, 3 y 4, respectivamente) de acuerdo a un muestreo con afijación óptima. Finalmente el total, fue ajustado a tres parcelas por estrato, teniendo en cuenta la homogeneidad del bosque (ANEXO 9.C).

- Tamaño y forma de la parcela

Se consideraron parcelas circulares de 30m de radio en el plano inclinado (Delgado y Recavarren. 2012). De las que se midió la pendiente del terreno en 3 a 9 puntos dentro de la parcela circular, distribuidos homogéneamente (seleccionados de acuerdo a la accesibilidad en el terreno, ver clasificación de la Geoforma, ANEXO 3.B). Posterior a ello se proyectaron los radios al plano horizontal; a fin de corregir el área extrapolada para los cálculos posteriores. A su vez, se determinó un factor de expansión (Cancino. 2012).

3.2.2.1. CAPTURA DE CARBONO

De acuerdo a los tipos de depósitos de carbono de la GBP UT CUTS (Guía de Buenas Prácticas del Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura), se midieron tres Tipos de depósitos: (1) **Biomasa Viva sobre el suelo del tipo arbórea**, biomasa colectada en trampas antes de llegar al suelo, mientras que un porcentaje (troncos, tocones ramas son contabilizados como capacidad potencial de almacenamiento de carbono) (IPCC, 2000) y (2) **Materia orgánica muerta** (hojarasca colectada antes de llegar al suelo y contabilizado dentro de la Biomasa viva sobre el suelo del tipo arbóreo) y (3) **Materia orgánica del suelo** (expresado como capacidad potencial de almacenamiento de carbono), de los que solo se reporta como potencial de captura de carbono el ítem (1).

(1) Biomasa viva sobre el suelo

En las nueve parcelas circulares, se seleccionaron 4 unidades elementales al azar por parcela, ubicadas dentro de una sub parcela de 1177.38 m² (0.1 ha) aproximadamente, la que se obtuvo luego de trazar rectas paralelas a 10m de distancia de cada lado del eje principal (en favor de la pendiente) de 60metros. En cada unidad elementales se instalaron dos canastas recolectoras circulares de área 0.71m² (trampas), las que se ubicaron en posiciones A y B (ver Figura N°19) de la base de la copa de los cuatro individuos.

Se determinó la producción de biomasa de los estrato copa; como son: **ramillas, cáscaras, hojas, frutos y flores** (Vargas y Varela, 2007) y Ramas menores (ramillas de diámetros menores a 2.5cm). Cada canasta contó con un fondo de rafia para evitar la retención de agua (Rodas y Torres 2001, Cárdenas 1998; Pritchett, 1986). Se realizaron las colectas entre el 15 de marzo, abril, mayo, junio y 15 de agosto del 2015; determinándose la cantidad de biomasa por diferencia de masas entre las masas fresca y seca.

Las muestras se sometieron a secado a una temperatura de 105°C en una estufa durante 24 horas (Maturana y Salazar, 2008). Este procedimiento fue realizado en el laboratorio de Ing. Ambiental- UNALM.

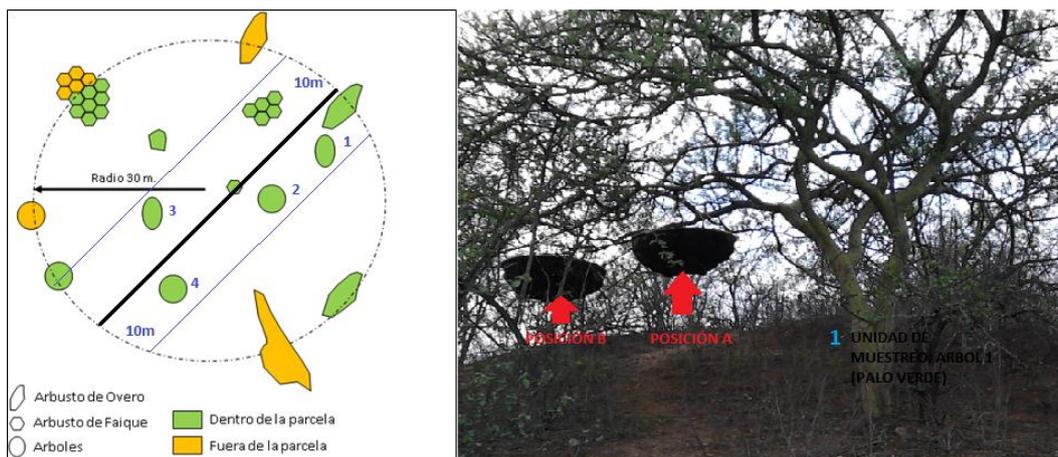


Figura N° 19. Trampas de evaluación en posiciones A y B

FUENTE. Elaboración propia

Se procedió a la aplicación de valores modulares de biomasa por clase diamétrica – C.D. Donde se construyó una tabla clasificada por C.D. (Tabla N° 26) correspondiente a la fracción de biomasa foliar (follaje u hojarasca), a partir de la que se consigue la siguiente relación tabular (Montero et al., 2005) y que será la referencia para la validación del modelo siguiente de regresión múltiple.

Tabla N° 26. Valores modulares

C.D. (cm)	N° Ind./ha (A)	Biomasa unitaria media (gMS/Ind.I) (B)	Biomasa Total (gMS/ha.I) (C)
5			
10			
15			
20			
25			

Leyenda: C.D. (clase diamétrica expresada en cm); N° Ind./ha (Número de individuos por hectárea), Biomasa unitaria media gMS/Ind.I (gramos de Materia Seca por individuo en un intervalo de tiempo dado) y Biomasa Total gMS/ha.I (gramos de Materia Seca por hectárea en un intervalo de tiempo dado). Donde se obtuvo la relación $(C) = (A) * (B)$

FUENTE: Montero et al., 2005

En base a información levantada en campo, se calculó el Área de Copa Proyectada (A_c) o sombra de copa (Chauchard et al., 2001). Para ello, se tomó el diámetro promedio entre dos diámetros medidos en ángulo recto (Corvalán y Hernández, s.f.) de las proyecciones de copa, con eje en el centro del tallo (FAO, 1981).

Bajo el supuesto de Área máxima de la Copa, se consideró una copa de sección circular (A_c), a partir de la fórmula (Chauchard et al., 2001):

$$A_c = \frac{\pi \times D_c^2}{4}$$

Donde:

A_c : Área de copa

D_c : Diámetro promedio de copa

$$D_c = \frac{D_{b1} + D_{b2}}{2}$$

Donde:

$D_{b1,2}$: Diámetros de copa

Planteamiento de la Hipótesis:

La Producción de hojarasca estará en función a las variables predictivas, donde en el presente estudio, se evaluaron DAP (diámetro a la altura de pecho), D_c (diámetro de copa) y A_c (Área de copa). Con las variables DAP, D_c y A_c (Cancino, 2012; Bechtold, 2007; Montero et al., 2005), se construyeron modelos por Regresión Lineal Múltiple para cada especie. Se tomó como referencia para su validación, los resultados obtenidos por valores modulares (Tabla N° 26). Barrera et al. (1986) citado por Roque (2017) menciona, para la selección de la mejor ecuación de regresión se utilizará el menor CME del ANVA de la regresión.

$$Y = \beta_0 + \beta_1.X_1 + \beta_2.X_2 + u$$

Donde:

Y : Biomasa viva sobre el suelo (Hojarasca/Follaje)

X_i : DAP, D_c , A_c ($i=1; 2$)

Se estimó la cantidad de biomasa generada por área, agrupándose por Clases diamétricas (Ajbilou et al., 2003). Posteriormente, se utilizó la relación del IPCC (1996):

Una tonelada de biomasa forestal equivale a 0.5 toneladas de Carbono.

1 Ton Biomasa ~ 0.5 tC

Una tonelada de Carbono, equivale a 3.67 toneladas de CO₂.

1 Ton C ~ 3.67 tCO₂

Posteriormente, se expresó el Potencial de Captura de Carbono Total en forma de peso por unidad de área en el tiempo (p.e. Mg-C/ha.tiempo) (Baker y Honorio. 2010), para lo cual se consideró el tiempo de medición 5 meses (14 de marzo – 15 de agosto de 2015).

3.2.2.2. ALMACENAMIENTO DE CARBONO

Definido como biomasa en un tiempo dado. De acuerdo a los tipos de depósitos de carbono de la GBP UT CUTS (Guía de Buenas Prácticas del Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura), se midió el Tipo de depósito: (1) **Materia orgánica del Suelo** (IPCC, 2000). Seguidamente, se clasificó el proyecto en base a la Matriz de Recomendaciones del Tipo de depósito de carbono del IPCC (2000), como: Depósito para el **Manejo Forestal Sostenible**. Por lo que se evaluó el almacenamiento de carbono en la (2) **Biomasa Viva (árboles): Fuste, Tallos, y Ramas**.

(1) Materia orgánica del suelo

Para determinar las equivalencias de **Biomasa, CO₂ y Carbono** a nivel del suelo, se realizaron muestreos individuales dentro de tres compartimentos paralelos y perpendiculares, divididos homogéneamente a la recta transecta, ubicados dentro de las parcelas circulares. De cada compartimento perpendicular al eje principal de la parcela, se tomó 3 muestras de suelo a una profundidad de 20cm (Siu y Ordeñana. 2001), de forma sistematizada. Estas fueron homogenizadas en una muestra compuesta de la que se tomó una muestra final de 1 Kg, resultando tres muestras por parcela, paralelas en favor de la pendiente; haciendo un total de 27 muestras de suelo. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de análisis de Agua, Suelo y Medio Ambiente, LASPAF-UNALM. Donde, se midió el porcentaje de Carbono orgánico (%C) usando el método

Walkley y Black modificado (1947). Este método consiste en la oxidación de la muestra con solución de dicromato de potasio en medio sulfúrico, evaluando la fracción orgánica de carbono en la muestra (ANEXO 11.B.1).

En base a los resultados se realizó la extrapolación a Mg-C/ha, por medio de la relación de Carbono en el suelo y Densidad aparente del suelo (Sánchez et al., 2008; Siu y Ordeñana, 2001). Esta última se determinó por medio de un muestreo con un cilindro de altura (20cm) y radio (6cm) conocidos, obteniéndose la relación Masa de suelo – Volumen, ($\frac{\text{masa de suelo}}{\text{área} \times \text{profundidad}}$) luego de secar el suelo a una temperatura de 80°C, durante 72 horas (Cueva, 2015; Calderón y Solís, 2012; Gayoso et al., 2001).

$$C_{\text{suelo}} = \text{contenido } C \text{ muestra} \times hm \times DA$$

Donde:

C suelo : Contenido de Carbono en el suelo por unidad de área
hm : Profundidad del cilindro
DA : Densidad aparente del suelo

(2) Biomasa aérea arbórea

Se realizaron muestreos de tres a cuatro ramas del **Estrato Vertical Ramas** de las especies Hualtaco, Palo Santo y Palo Verde, ubicados dentro de las subparcelas ubicadas dentro de la parcela circular de radio, 30m. Se midió masa fresca de secciones de rama extraída, cercana a la inserción al tallo u otra rama de longitudes iguales (5cm) (FAO, 1980). Posteriormente, se determinó el porcentaje del contenido de humedad, materia seca y fresca por diferencia de masas, después de someter a las muestras a secado a una temperatura de 105°C en estufa (Moretto et al., 2005) durante 48 horas (Rojas y Villers, 2005). Este procedimiento fue realizado en el laboratorio de Ing. Ambiental - UNALM.

En cuanto a la obtención de información relevante para los fines de almacenamiento, se obtuvieron valores de densidad básica anhidra, mediante la ecuación (Dávalos et al., 2008):

$$\text{Densidad Básica (DB)} = \frac{\text{Masa seca de la Biomasa por estrato (Kg)}}{\text{Volumen obtenido en campo (m}^3\text{)}}$$

Para el caso del Algarrobo se utilizó el valor de 7 Kg/m³, por ser un valor disponible en la bibliografía (Tabla N°16).

Bajo este criterio, se realizaron mediciones del volumen., tanto del fuste como de las ramas. Para lo cual se tomó como referencia el Área Basal (AB) en función del DAP:

$$AB = \frac{\pi}{4} \times DAP^2$$

Donde:

DAP: diámetro a la altura de pecho

AB: área basal

Así, el DAP (diámetro a la altura de pecho) fue medido a una altura de 1.3m de distancia al piso. La posición de medición del DAP de un árbol en terrenos inclinados debe ser cuesta arriba (Ver Figura N°20).

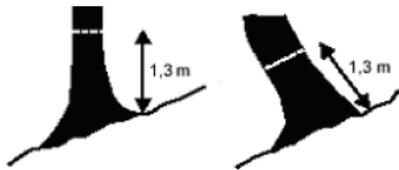


Figura N° 20. Medición del DAP en terrenos inclinados

Para mediciones de secciones no circulares del árbol, se tuvo en cuenta el promedio de dos datos medidos o mediciones (Figura N° 21).

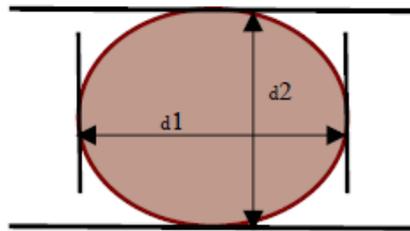


Figura N° 21. Promedio de DAP

$$DAP = \frac{d1 + d2}{2}$$

Luego, se pasó a calcular el volumen del fuste y ramas, mediante la relación:

$$V = AB \cdot l \cdot f$$

Donde

V: Volumen

DAP: diámetro a la altura de pecho

AB: área basal

l: longitud de fuste comercial y/o ramas

f: Factor de forma

En cuanto al Factor de Forma, MINAG (2011) señala para el Algarrobo un $f=0.9$, Hualtaco $f=0.85$ y Palo Santo $=0.75$. Mientras que para el caso de Palo Verde, se tomó un valor general, referido por Dávalos et al. (2008) de $f=0.7$ (por tratarse de una forma cilíndrica no perfecta).

Resumiéndose la ecuación a lo propuesto por Brown et al citados por Dávalos et al. (2008), como:

$$\text{Biomasa ajustada} = V \times DB \times FEB$$

Donde:

V: Volumen

DB: Densidad Básica

FEB: Factor de Expansión de la Biomasa

De acuerdo a Brown et al. citados por Dávalos et al. (2008), las ramas estarán afectadas por un factor de expansión de la biomasa (FEB) igual a 2.0 para bosques no productivos, factor que responde a un peor escenario. Sin embargo, se tomó un valor de 1, debido a que la copa ya estaría siendo contabilizada mediante otro método, reportándose como captura de carbono (ver sección anterior).

Posteriormente, se utilizó la relación del IPCC (1996):

Una tonelada de biomasa forestal equivale a 0.5 toneladas de Carbono.

$$1 \text{ Ton Biomasa} \sim 0.5 \text{ tC}$$

Una tonelada de Carbono, equivale a 3.67 toneladas de CO₂.

$$1 \text{ Ton C} \sim 3.67 \text{ tCO}_2$$

Finalmente, la Capacidad de Almacenamiento de Carbono se expresó en forma de peso por unidad de área (p.e. Mg-C/ha) (Baker y Honorio, 2010).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.DEFINICIÓN DEL ÁREA

4.1.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA

La superficie de estudio, corresponde a Bosque Estacionalmente Seco ubicado entre los Caseríos El Choloque y Yocape – Sector El Cardo, ambos pertenecientes al Centro Poblado Tongorraper, distrito de Motupe, Provincia y Departamento Lambayeque, de coordenadas geográficas: 6°04'30.35''S, 79°38'30.11''W y altura de 260 m.s.n.m. Las Figuras N°22 y N°23 muestran el área de estudio, ubicada hidrográficamente entre los ríos del tipo permanente Chiniama al sur (que confluye con el río Chochope, formando el río Motupe) y transitorio Yocape, al norte (que confluye con el río Olos, formando el río Chotoque).



Figura N° 22. Vista desde la margen derecha del río Chiniama

FUENTE: Modificado de Chávez, J. 15 de febrero del 2014

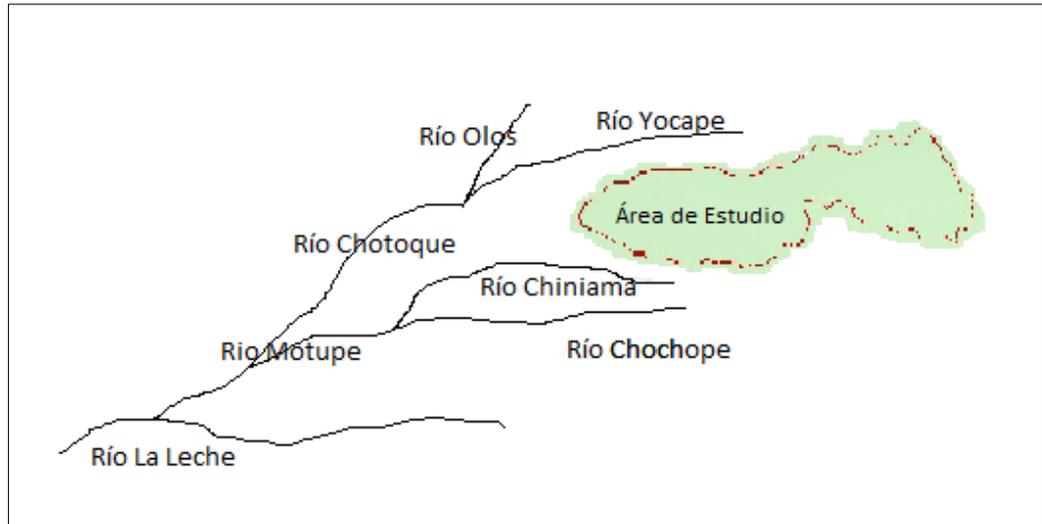


Figura N° 23. Delimitación hidrográfica

FUENTE: Elaboración Propia

En cuanto al nivel altitudinal, el área se encuentra entre 246 y 413 m.s.n.m. La Figura N°24 muestra el relieve tridimensional.

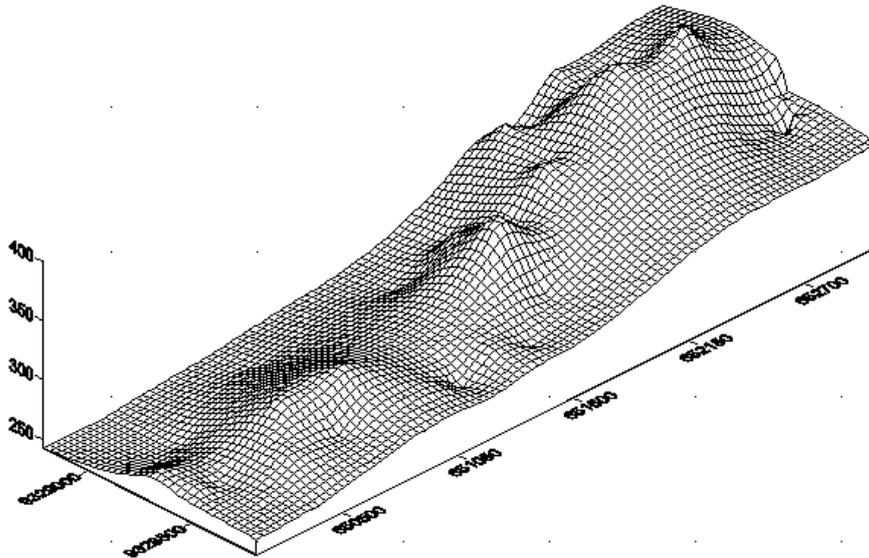


Figura N° 24. Relieve tridimensional del área de estudio

El perímetro de estudio es de 7.6 Km, y comprende un área de 159.3 Ha (1.6 Km²) de las 634 hectáreas asignadas a comuneros del caserío El Choloque (Ver Figura N° 25).



Figura N° 25. Contorno y sombra del área de estudio

Datos del área cubierta: Centro del mapa: -6.0705,-79.6295; NW corner: -6.0641,-79.6441; NE corner: -6.0641,-79.6149; SW corner: -6.0768,-79.6441 y SE corner: -6.0768,-79.6149.

4.1.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

En las Figuras N°26 y N°27 se muestran las variaciones mensuales de temperatura para los años 2014 y 2015, respectivamente. La variación diaria registrada en 2014, resultó con rango mínimo de 3.6°C con temperatura media de 23.3°C en junio y rango máximo de 19.1°C con temperatura media de 21.1°C en setiembre. Mientras que en 2015, se muestra un rango mínimo de 1.4°C con temperatura media de 21.4°C en julio y rango máximo de 18°C con temperatura media de 22.5°C en setiembre (ANEXO 4).

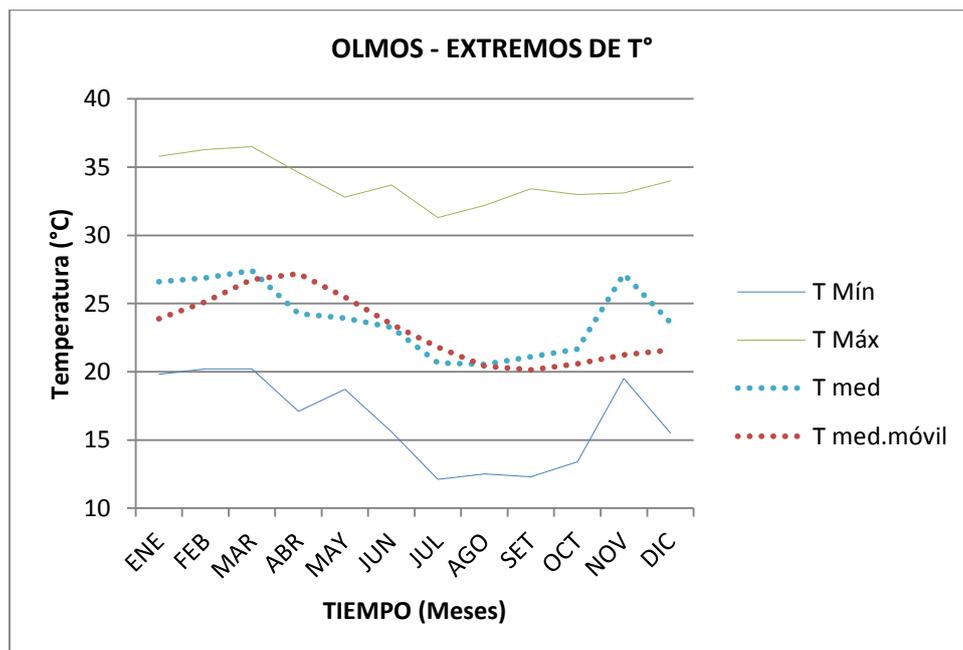


Figura N° 26. Variación mensual de la temperatura 2014

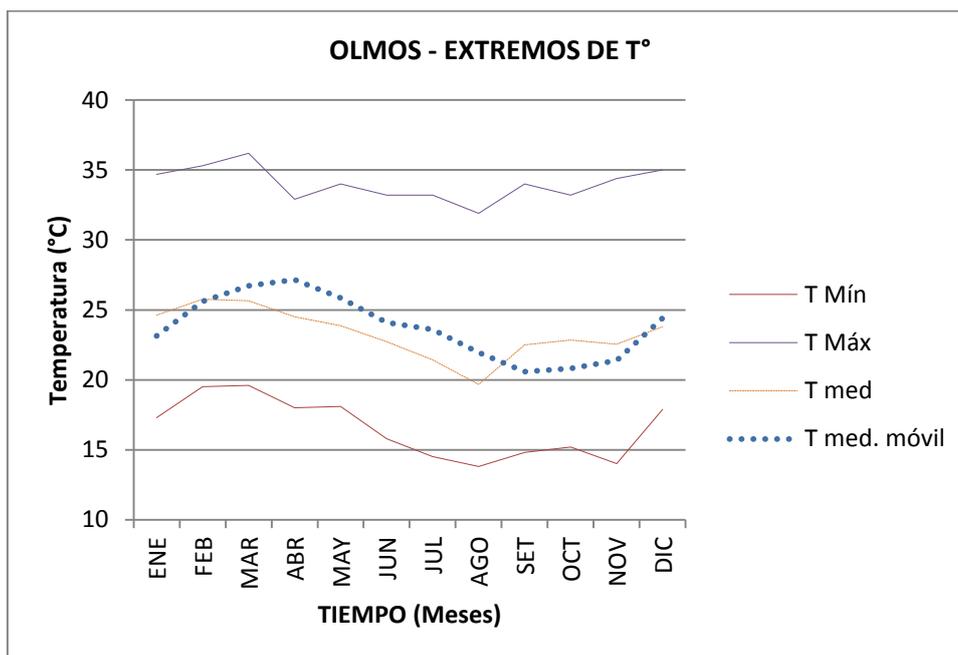


Figura N° 27. Variación mensual de temperatura 2015

En base al análisis de Factores Climáticos (permanentes y variables) y de acuerdo a la clasificación de Hann (Calle y Unsihuay. 2010), la variación anual de la temperatura se define como del Tipo Tropical, caracterizándose por diferencias marcadas entre las estaciones: fría y cálida. Con amplitudes de temperatura registradas, mínima y máxima de 1.4 – 19.1°C, respectivamente (ANEXO 4). Encontrándose en su mayoría por encima de los 7°C. A su vez, la distribución mensual de las temperaturas muestran una máxima y una mínima (Figuras N°26 y N°27).

García (1994) indica que la variación climática, en cuanto a tendencia, frecuencia e intensidad de años cálidos o fríos, puede ser analizada en base a la temperatura, recurriendo a la Media Móvil. Debido a que se cuenta con un registro limitado de 5 años, este análisis tiende a ser riesgoso para la predicción y/o tendencias. Pese a ello, se pudo realizar aproximaciones a intervalos cortos, para los que se realizaron cálculos de las desviaciones absolutas de medias móviles de orden 2 y 3, los que mostraron que el orden 2 resultó más confiable (ANEXO 4).

A continuación se muestra el registro fotográfico del bosque, correspondiente a los meses de abril a mayo de 2014 y 2015 (Figuras N° 28 – 33).



Figura N° 28. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 05 de mayo 2014 a las 17:46 horas

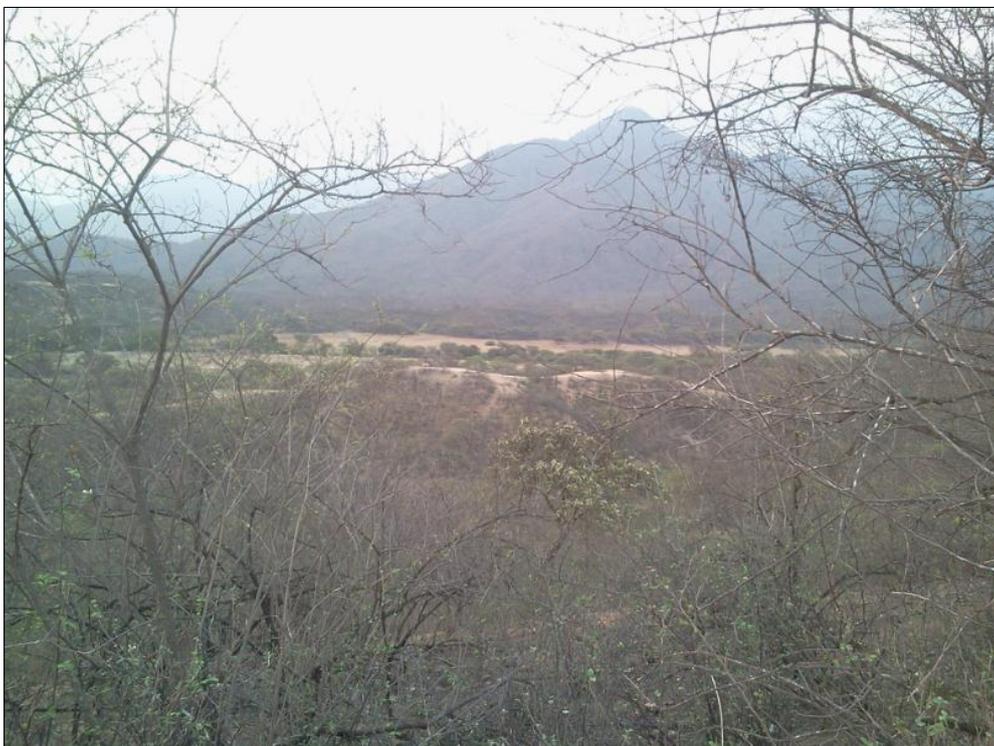


Figura N° 29. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 09 de mayo 2014 a las 17:46 horas

En enero de 2014 se presentó sequía moderada con poca humedad en Lambayeque (MINAM, 2014). Durante abril de 2014 en Lambayeque, en cuanto a las temperaturas máximas registradas se presentó anomalía positiva de temperatura, $+2.2^{\circ}\text{C}$ y de temperatura mínima del aire de 0°C a $+1^{\circ}\text{C}$, en referencia al promedio multianual 1971 - 2000. Se presentó deficiencia de precipitaciones con anomalía, 99 por ciento (MINAM. 2014 - 1). Estas condiciones se podrán evidenciar en las Figuras N°28 y N°29. Hasta agosto de 2014, las condiciones océano – atmósfera se mantuvieron en rango de ENSO neutral (Región Niño 3.4), siendo la perspectiva para el período set-oct-nov, de ocurrencia de ENSO Débil a moderado, descartándose ocurrencia de El Niño categoría extraordinaria (MINAM, 2014-2).



Figura N° 30. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 12 de abril 2015 a las 14:08 horas



Figura N° 31. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 14 de mayo 2015 a las 11:43 horas



Figura N° 32. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 12 de abril 2015 a las 14:08 horas



Figura N° 33. Vista de la vegetación del bosque El Choloque del 13 de mayo 2015 a las 18:11 horas

En enero de 2015 se presentó sequía extrema en Lambayeque (MINAM, 2015). En cuanto a las temperaturas máximas registradas, para febrero se reportó anomalías positivas entre $+1.5^{\circ}\text{C}$ y $+2.9^{\circ}\text{C}$. Durante abril, se presentó anomalía de -1.6°C (Morropón - Piura) y $+3.0^{\circ}\text{C}$ (Piura y Tumbes). Para temperatura mínima del aire, las anomalías fueron en febrero de $+1.9^{\circ}\text{C}$ (Chiclayo) y en abril de $+1.8^{\circ}\text{C}$ (Lambayeque), en referencia al promedio multianual 1971 - 2000. Se presentó deficiencia de precipitaciones con anomalía, 100 por ciento, para ambos meses (MINAM, 2015).

En mayo, se produjo incremento en la temperatura del aire y mar, producto de la incursión de la onda Kelvin, por lo que las condiciones evolucionan a El Niño (MINAM, 2015), se mantuvo la alerta. Estas condiciones se podrán evidenciar en las Figuras N°30, N°31, N°32 y N°33.

La humedad relativa se incrementa a medida que se incrementa la temperatura, por lo que se esperaría una mayor cantidad de lluvias en 2015, frente a su referente 2014, año registrado con ocurrencia de sequía moderada con poca humedad (ANEXO 4).

- Índices bioclimáticos

La Tabla N° 27 muestra los Índices Bioclimáticos: I. de Pluviosidad de Lang, I. de aridez de Martonne, I. de Emberger, Köppen y Thornthwaite, usados en la determinación de la condición climática de la zona de estudio.

Tabla N° 27. Clasificación basada en la vegetación (2011 – 2015)

ARIDEZ	FORMULA	VALORES	CLASIFICACIÓN
Índice de pluviosidad de Lang (1915)	$L=P/T$	6.81	Mediterráneo/Árido
Índice de aridez de Martonne (1926)	$I_a = P/(T+ 10)$	4.80	Árido Tipo Desierto
Coefficiente pluviométrico o Índice de Emberger (1932)	$Q = 100*P/(Tm^2 - Tm^2)$	21.65	Árido
Índice de Efectividad de Precipitación (Köppen)	$I_K=P/T$	0.68	Condiciones de Aridez (Desierto) - BW
Índice de precipitación efectiva – Eficiencia Térmica (Thornthwaite)	$I = \sum_{i=1}^{12} (I_i)$ $I_i = 11.5(P/T - 10)^{10/9}$	0.7	Provincia o región de Humedad: Árido (E) – Característica de Vegetación: Desierto
	$I' = \sum_{i=1}^{12} ((T_i - 32)/4)$	128.9	Provincia o región de Temperatura: Tropical (A')

García (1994), señala que en regiones de latitudes bajas, las corrientes oceánicas frías estabilizan las capas más bajas evitando la formación de nubosidad y precipitación. Sumado a ello, el efecto de los Andes (barreras montañosas denotaría un carácter árido, al evitar el paso de los “Estes”, con efectos ligados a la altitud.

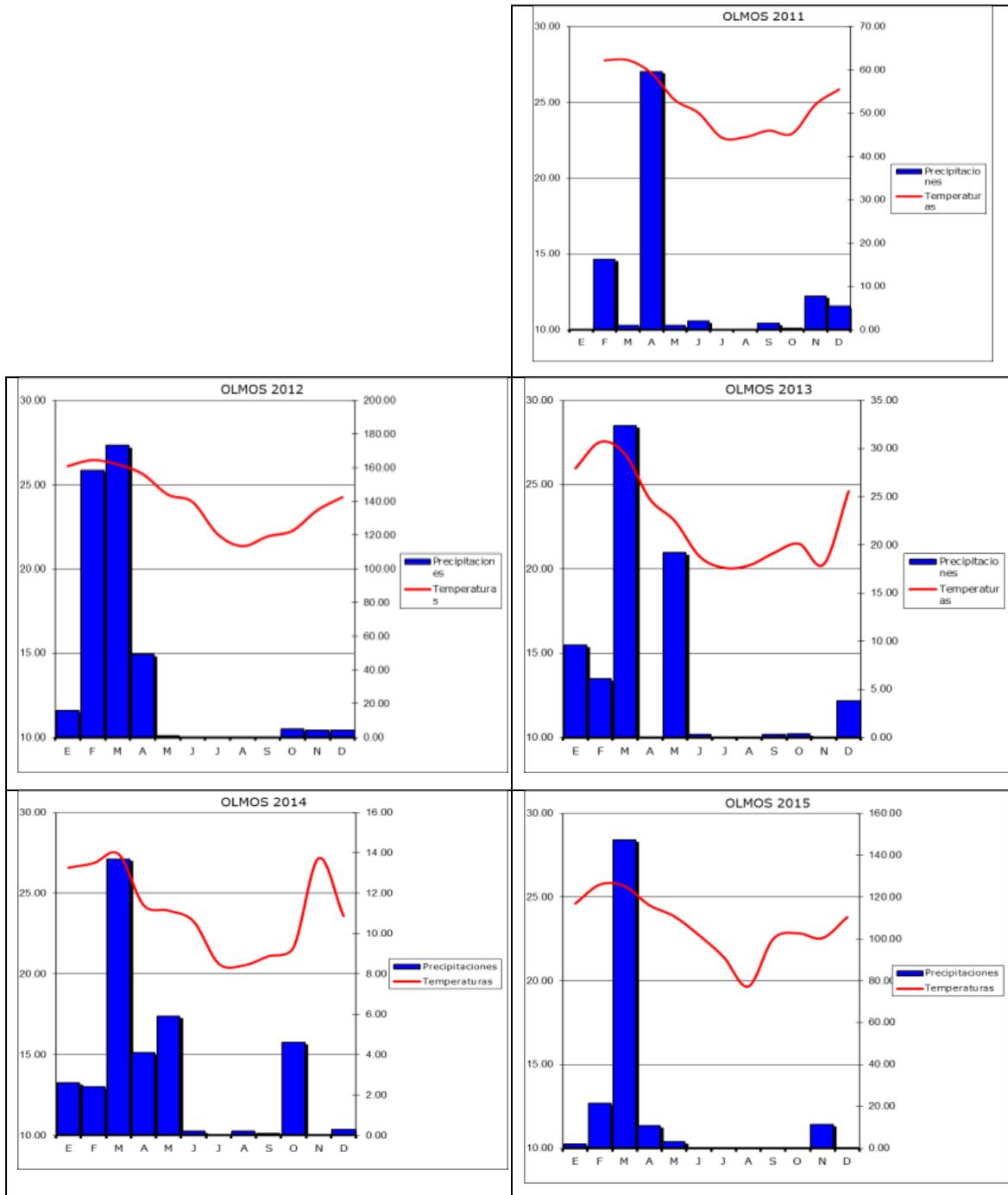
Basados en la caracterización de factores climáticos permanentes, se ubica al área de estudio como parte del Bioma Bosque Seco Tropical Estacional (SDTF), correspondiente al nodo Pacífico Ecuatorial (Linares et al., 2011), clasificado

localmente como Bosque Estacionalmente Seco Ecuatorial del Norte del Perú (Linares P. 2004). La forma en que interactúan los elementos meteorológicos, producto del intercambio energético tierra – atmósfera, se verá influenciado por factores como son la Latitud, Altitud, Barreras montañosas, Relieve Topográfico, entre otros. García (1994) menciona a la vegetación como buen integrador de elementos y factores climáticos. Así, la descripción de elementos de clasificación climática como Precipitación y Temperatura, permitió obtener Índices Bioclimáticos como I. de Pluviosidad de Lang, que caracteriza a la zona de estudio como árida; el I. de aridez de Martonne, del que se obtiene el Tipo Desierto; y el I. de Emberger, con el que la clasificación resultante es del Tipo Árido (Ver. Tabla N° 27).

- Clasificación Climática de Köppen

Los criterios de evaluación fueron Temperatura y Aridez. A continuación se muestran los Climogramas para los años 2011 – 2015 (Tabla N° 28).

Tabla N° 28. Climogramas de la estación OLMOS entre los años 2011 – 2015



En relación a la Temperatura media anual (24°C) y Precipitación media anual acumulada (162mm), en la Tabla N° 29 se muestra el comportamiento de la temperatura, con media mayor a 18°C y precipitación promedio acumulada de 162mm. Donde, Cuentas (2015) destaca para la zona del ACR Moyán Palacios temperaturas entre 18.8° y 24.5°C y precipitación media acumulada entre 226mm y 532.8mm. Mientras que O'Brien (2015) señala en base a información entre 1986 y 1990, en las estaciones Motupe y Olmos, precipitaciones acumuladas entre 40mm y 100mm.

En 2011 se reportaron vientos fuertes en los distritos de Motupe (marzo y junio), Jayanca (enero-abril y octubre-diciembre) y Olmos (enero a marzo).

En enero de 2012 se reportaron vientos fuertes en Jayanca, Motupe y Olmos. Fuertes precipitaciones en Jayanca (09 de febrero y 17 de marzo), Motupe (01 de enero, 09 de febrero y 20 de marzo), Olmos (09 de febrero y 19 de marzo) y Salas (02 de enero, 09 de febrero y 18 de marzo) (INDECI. 2013).

En 2013 se reportaron vientos fuertes en Jayanca (agosto, noviembre y diciembre), Salas (febrero y abril) y Olmos (marzo y abril). Precipitaciones en Motupe (13 de enero, 13 de febrero y 21 de marzo) y Salas (17 y 18 de marzo y 08 de mayo) (INDECI. 2013).

En 2014 se reportaron vientos fuertes en Jayanca (06 y 29 de enero, 04 de febrero y 03 de marzo) y Salas (febrero). Sequía en Olmos (febrero y marzo) (INDECI. 2015).

En 2015 se reportaron vientos fuertes en Jayanca (marzo) y Salas (enero y junio). Precipitaciones (19 y 23 de marzo), Motupe (22 de marzo), Olmos (21 de marzo) y Salas (25 de marzo) (INDECI. 2015).

Tabla N° 29. Temperatura y precipitación media anual

	PP acumulada Anual (mm)	T° Prom. (°C)
2011	95.1	24.9
2012	412.0	24.0
2013	72.3	22.9
2014	34.1	23.9
2015	197.7	23.3
PROMEDIO	162.2	23.8

Respecto a la notación de Köppen, se clasifica como (criterio aridez y temperatura): BW (P/T<1 en cm/°C). A esta se suma la temperatura media anual mayor a 18°C, mostrado en la Tabla N° 29 (ANEXO 4), clasificándose como BWh (Clima Seco Tipo Desierto o

árido y cálido). De acuerdo a García (1994), si la precipitación tiene lugar en verano, es necesaria una mayor cantidad de esta para contrarrestar los efectos de la evapotranspiración y mantener un total equivalente de la precipitación efectiva. De acuerdo a los datos analizados, se registró precipitación escasa, distribuida irregularmente a lo largo del año, registrándose excedentes en verano. Por lo que, se espera deficiencia de humedad, presentándose una relación característica de evapotranspiración mayor a la precipitación ($E > P$). Al no existir un excedente hídrico, le corresponde el grupo: Clima Seco (B).

Existen ciertas características generadas por condiciones propias de la zona (influencia de fuentes de agua superficiales, barreras montañosas, altitud, evento El Niño u otros), las que hacen posible la formación de vegetación del tipo herbáceo que en la mayor parte del año permanece seco. Este último determinado por la precipitación acumulada anual (Ver Tabla N° 29) y vegetación escasas evidenciado en el registro fotográfico (Figuras N°28-33).

- Clasificación Climática por el Método de Thornthwaite

La Figura N°34 muestra la clasificación por el Método de Thornthwaite obtenido de SENAMHI (2016) a partir del Servicio de mapas en Web (WMS). La clasificación corresponde a E(d)A H3, caracterizado con Precipitación Efectiva del Tipo Árido de distribución Deficiente en todas las estaciones. En cuanto a la eficiencia de Temperatura es Cálido (en relación a la Evapotranspiración potencial expresada como energía climática aprovechable) y de región Húmeda.

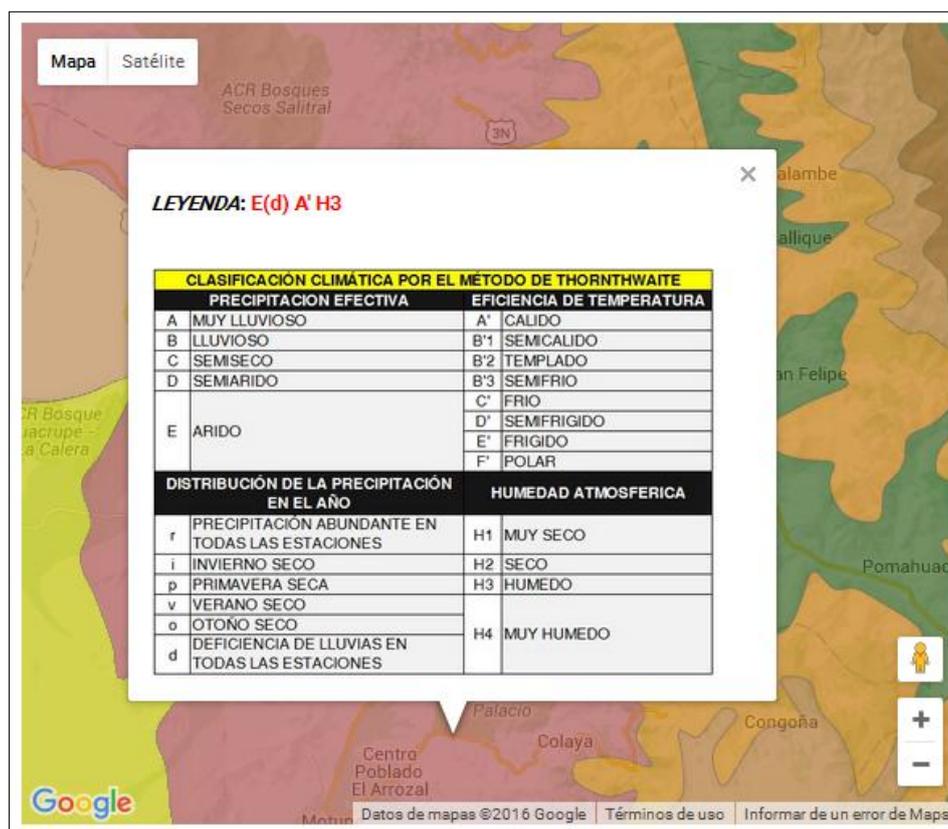


Figura N° 34. Clasificación por el método de Thornthwaite

FUENTE: http://www.geogpsperu.com/2015/12/descargar-mapa-de-clasificacion_6.html

En cuanto a los criterios de clasificación de Thornthwaite, se obtuvo EA' (Árido Tipo Desierto Tropical). Denominación que es extendida a E(d)A', tras analizar la concentración estacional de la precipitación, que es deficiente en todas las estaciones (Ver Tabla N° 27). A su vez, de acuerdo al servicio de mapas del SENAMHI (2016), se asigna la clasificación E(d)A' H3, caracterizándose como zona con Precipitación Efectiva del Tipo Árido con distribución deficiente en todas las estaciones, eficiencia de Temperatura tipo Cálido y Humedad Atmosférica, tipo Húmedo.

- Clasificación en base al Mapa de Cobertura Vegetal del Perú

De acuerdo a la clasificación por cobertura en base al Mapa de Cobertura Vegetal del Perú – 2012 y el Proyecto Algarrobo INRENA (2003), la Tabla N° 30 muestra la clasificación de cobertura del área de estudio en base a la superficie del terreno o geoforma y algunas características descritas en campo (A: Clasificación de Referencia) . Así, de acuerdo a los criterios planteados, el área de estudio fue clasificado como paisajes: Bosque Seco de Montaña, Superficie Plana y Piedemonte, que corresponden al gran paisaje: Bosque Seco de Montaña BSmo y Colina BSc (B: Resultado de la Clasificación) (ANEXO 3.B).

Tabla N° 30. Clasificación en base a la geoforma

PARCELA	FORMA EN BASE SUPERFICIE DEL TERRENO – PAISAJE (B)	GRAN PAISAJE (B)	COBERTURA VEGETAL (A)	INRENA (2003) (A)
1	Montaña	Montaña	Bosque seco de montaña	Bosque seco de montaña
2	Superficie Plana Inclinada	Montaña	Bosque seco de colina alta	Bosque seco de colina
3	Montaña	Montaña	Bosque seco de montaña	Bosque seco de montaña
4	Superficie Plana Inclinada	Montaña	Bosque seco de colina baja	Bosque seco de colina
5	Superficie Plana Inclinada	Montaña	Bosque seco de lomada	Bosque seco ralo de llanura
6	Superficie Plana Inclinada	Montaña	Bosque seco de lomada	Bosque seco ralo de llanura
7	Superficie Plana Inclinada	Montaña	Bosque seco pie de monte	Bosque seco ralo de llanura
8	Piedemonte	Colina	Bosque seco pie de monte	Bosque seco ralo de llanura
9	Piedemonte	Colina	Bosque seco pie de monte	Bosque seco ralo de llanura

Leyenda: (A) Clasificación preliminar de referencia – (B) Resultados de la Clasificación Planteada en el presente estudio

De acuerdo a los fines de la clasificación, resulta representativa la clasificación en base a la Geoforma, del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú (2012). Donde, se clasifica el área de estudio como Bosque Seco de Montaña BSmo y Bosque Seco de Colina BSc. Al que se asocia una vegetación característica, cobertura boscosa dominada por comunidades arbóreas caducifolias (hualtaco y palo santo) y perennifolias (palo verde y

algarrobo). Se identificó sus correspondientes como Bosque seco de colina y Bosque seco ralo de llanura (Roque 2017) y Bosque seco de montaña.

4.1.3. POBLACIÓN

El área de estudio se encuentra demarcada demográficamente por los caseríos Choloque y Yocape, ambos pertenecientes al Centro Poblado Tongorraper, Distrito Motupe, Provincia y Departamento/Región Lambayeque. El acceso a dichos caseríos se encuentra a la altura del Km. 95 de la Panamericana Antigua (Ruta Chiclayo – Piura), desde donde se parte hacia el Sector La Capilla, dirigiéndose posteriormente hacia el Este.

- Distribución Poblacional

Nivel: Distrital

La Figura N°35 y Tabla N°31 muestran la población nominalmente censada al 2007 y estimada al 2015. De acuerdo a los Censos de Población XI y Vivienda VI – 2007, realizados por el INEI, el distrito de Motupe registró una población rural y urbana de 10,629 y 13,382 habitantes, respectivamente.

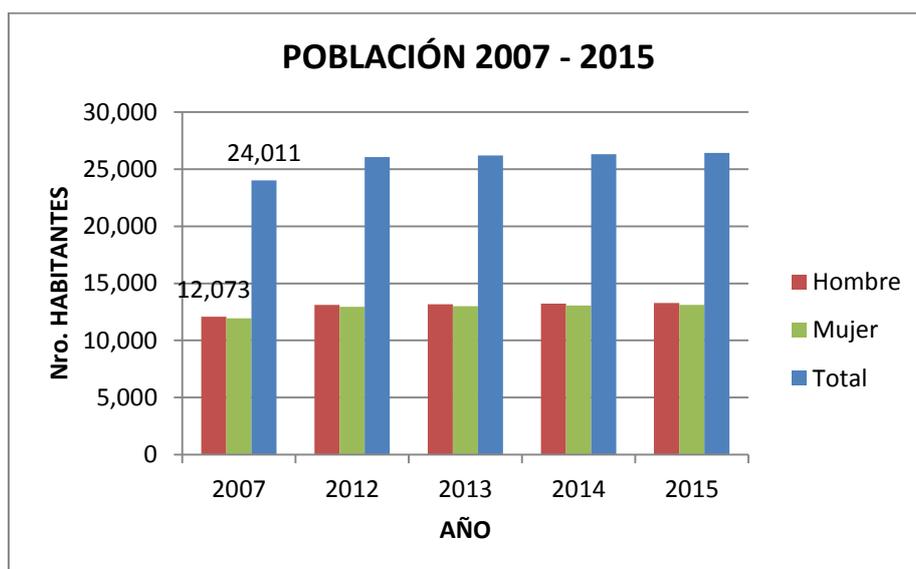


Figura N° 35. Tendencia poblacional por género del distrito de Motupe para el período 2007 – 2015 en base al INEI 2015

Tabla N° 31. Población del caserío El Choloque

Distrito	CCPP	Total Población	Total Hogares	Total Viviendas
Motupe		24,011	5,593	6,098
CENSO 2007	Choloque	151	32	34
	Motupe (urbe)	13,382	3,038	3,180

FUENTE: Elaboración Propia en base al Censo INEI 2007

Nivel: Caseríos

Los caseríos cercanos al Chiniama y Yocape, albergan a un promedio de 200 familias, las cabezas de familia son principalmente originarios de Motupe (Tongorrape y localidades cercanas como Olmos y Lambayeque), un porcentaje es procedente de las partes altas de la cuenca como son los Kañaris; habiendo también personas que migraron de Cajamarca y Chiclayo

Los resultados presentados no incluyen la población perteneciente a Yocape, puesto que no fueron diferenciados durante el Censo 2007. Pese a ello y de acuerdo a la División Distrital debió considerarse ambos caseríos, Choloque y Yocape, pertenecientes al distrito de Motupe. Este último integrado por la Ciudad Capital, del mismo nombre; 09 Pueblos Jóvenes, 02 Urbanizaciones Populares de Interés Social (UPIS), 09 Lotizaciones, 05 Centros Poblados y 51 Caseríos. Se estimó que en promedio el 44 por ciento de la población de Motupe vive en zona rural (ANEXO 5) y constituye el 9 por ciento de la población a nivel provincial.

- Movimientos Migratorios

Nivel: Departamental/Regional (Tabla N°32)

**Tabla N° 32. Movimientos migratorios departamento/región
Lambayeque**

DEPARTAMENTO	INMIGRANTES	%	EMIGRANTES	%
CAJAMARCA	23149	35.2	6919	8.8
LIMA	13720	20.9	40063	50.9
PIURA	6799	10.4	5535	7.0
AMAZONAS	6597	10.0	2620	3.3
SAN MARTÍN	4549	6.9	4721	6.0
LA LIBERTAD	3450	5.3	5891	7.5
PROV. CONST. DEL CALLAO	1463	2.2	5064	6.4
LORETO	1106	1.7	876	1.1
TUMBES	1055	1.6	2053	2.6
ANCASH	947	1.4	1751	2.2
RESTO DE DEPARTAMENTOS	2845	4.3	3183	4.2

FUENTE: INEI. 2010

En Lambayeque 20 de cada 100 habitantes, nacieron en otro departamento. Siendo el periodo 2002 – 2007 el de mayor desplazamiento, principalmente desde Cajamarca (35 por ciento) y Lima (21 por ciento). Siendo Cajamarca, el departamento de interés para el área de estudio (origen de los comuneros). Donde, el presente estudio pudo registrar como principales orígenes, Chiclayo y Cajamarca, hasta un 8 por ciento de la población (Calderón y Medina. 2015).

Los principales flujos de destino de la población emigrante de Lambayeque fueron Lima (51 por ciento) y Cajamarca (9 por ciento), datos obtenidos hasta antes del 2002.

- Actividades Económicas (empleo)

A nivel de los caseríos, la actividad principal fue la agricultura, donde la Comunidad Campesina Centro Poblado Tongorrape adjudica mediante Certificados de posesión comunal, terrenos entre 1 a 5 hectáreas para agricultura. La Tabla N°33, contrasta las cifras nacionales y locales.

Tabla N° 33. Actividades económicas para el 2009 (por porcentajes)

Actividad económica	Nacional	Lambayeque
Agricultura	23.5	28.6
Minería	1.6	
Pesca	0.5	
Comercio	18.1	20.5
Manufactura	9.2	27
Transportes y Comunicaciones	8.3	
Hoteles y Restaurantes	6.9	
Construcción	6.1	
Enseñanza	5.7	
Inmobiliarias y Alquileres	5.1	
Administración Pública	4.8	
Otros Servicios (Incluye actividades de electricidad, gas y agua, intermediación financiera, servicios sociales y de salud, servicios de comunicación, sociales y personales y servicio doméstico.	10.2	23.9

FUENTE: INEI 2015

- Población Económicamente Activa (PEA)

La Tabla N°34 muestra la distribución de la PEA de Lambayeque para el 2009. Con una tasa ocupacional de 96 por ciento frente a un 95.6 por ciento al 2014. En cuanto al ingreso promedio mensual, resultó en 906.00 Soles de un rango nacional de 622.10 a 2002.80 Soles.

Tabla N° 34. PEA departamento/región Lambayeque al 2009

OCUPADA		DESOCUPADA
Trabajadores independientes	40.2%	Tasa ocupacional del 96%
Obreros	21.8%	
Empleados	18.9%	
Trabajador familiar no remunerado	11.2%	
Empleador o patrono	4.9%	
Trabajadores de hogar	3%	
100%		

La Tabla N°35 muestra la PEA (Población Económicamente Activa) dividida en grupos por edad.

Tabla N° 35. Porcentaje (%) de la población económicamente activa PEA

Grupo de edad	2004	2009
14 – 29 años	39.5	36.2
30 – 39 años	25.1	23.1
40 – 49 años	18.2	18.2
50 – 59 años	9.7	13
60 a + años	7.5	9.5

FUENTE: INEI. 2010

La PEA (Población Económicamente Activa) ocupada nacional, en el primer semestre 2015 fue de 15 919,4 millones de individuos. El 31.4 por ciento corresponde a población de Lima Metropolitana (Provincias de Lima y Callao), 43.7 por ciento el Resto Urbano (No se incluye Lima Metropolitana) y 24.9 por ciento zonas rurales (3 963,4 millones individuos). En el análisis a nivel provincial para 2009, en Lambayeque, se encontró una Tasa Ocupacional (TO) de 96 por ciento; es decir, que cuatro de cada

cien personas económicamente activas (PEA) estuvieron desocupadas. Así en 2014, en Lambayeque, la TO fue de 95.6 por ciento frente a una TO Nacional de 96.3 por ciento. De acuerdo a Calderón y Medina (2015), a nivel de los caseríos, los ingresos para el 2003 oscilaron entre los 60.00 y 350.00 soles mensuales. Mientras que en el 2009, el 15 por ciento de la población, reportó una actividad económica alternativa (negocio propio, comercio, construcción, carpintería, soldadura), registrándose ingresos cercanos al promedio nacional de 906.00 soles al 2009.

El nivel educativo alcanzado de la PEA (Población Económicamente Activa) a nivel provincial para 2009, fue de 33.9 por ciento con educación primaria, 43.6 por ciento con educación secundaria y 22.5 por ciento con educación superior.

4.1.4. USO DEL SUELO

La dinámica actual es de coexistencia entre áreas destinadas al pastoreo, apicultura y las de capacidad de uso: Tipo Bosque de Protección y Aprovechamiento Directo e Indirecto. El aprovechamiento directo consiste en la obtención de madera vía podas o raleo. Mientras que el segundo, el aprovechamiento indirecto, corresponde a la utilización de frutos, hojas y otros subproductos del bosque (ASPROBOS, 2004). Así mismo, se identificó sistemas agroforestales en las riberas del río Chiniama y Yocape, donde existe un soporte de canales de regadío. A continuación se muestran los resultados de los Mapas Parlantes, Figura N°36- A 1985, B 2015 y C 2004 Mapa de Ordenamiento Territorial, los mismos que resultaron de los talleres de Mapas Parlantes con participación de la población local (ANEXO 6.B y ANEXO 7).

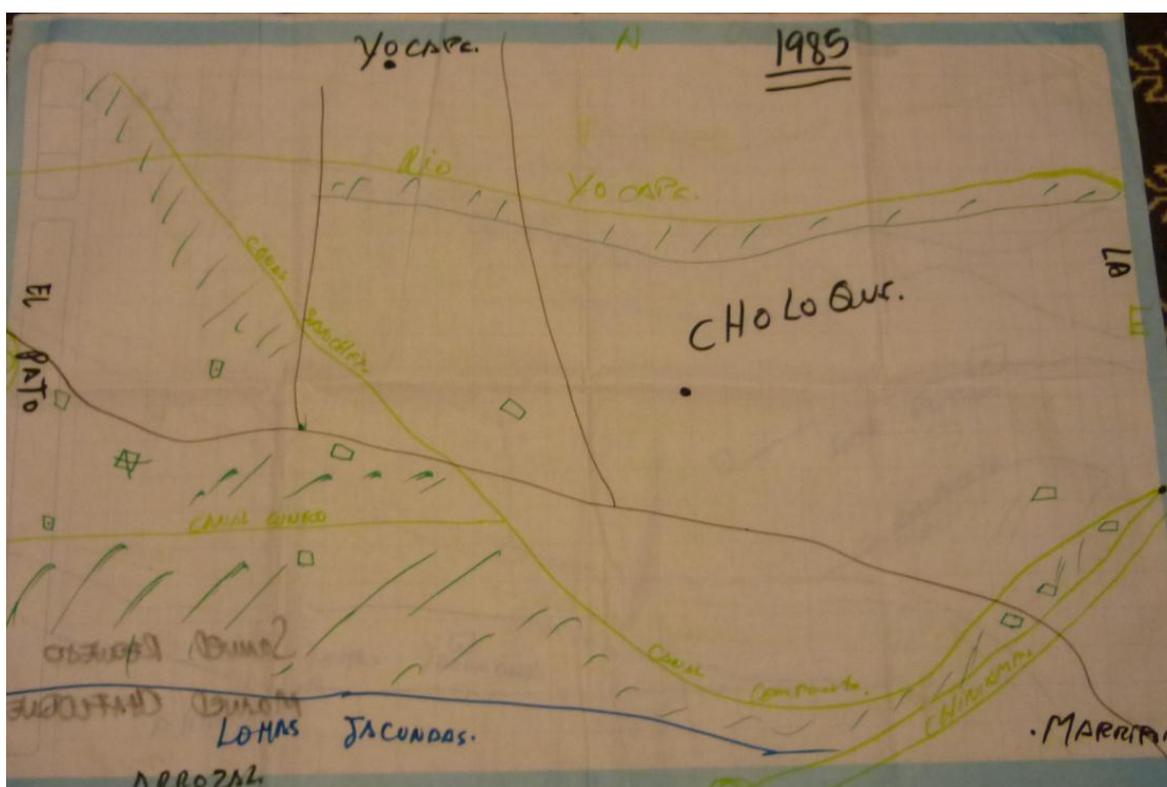


Figura 36.A Resultados de mapas parlantes para 1985

Percepción de los pobladores

Zonas agrícolas a orillas de los ríos Yocape y Chiniama y de los canales de riego Tongorrabe, Sánchez, Cuneo, Yocape 1 y 2 y al pie de las Lomas Facundas.

Zonas habitacionales El Choloque, Yocape, Marrison, El Arrozal y El Pato. Distribución de viviendas concentradas en 10 puntos (□).

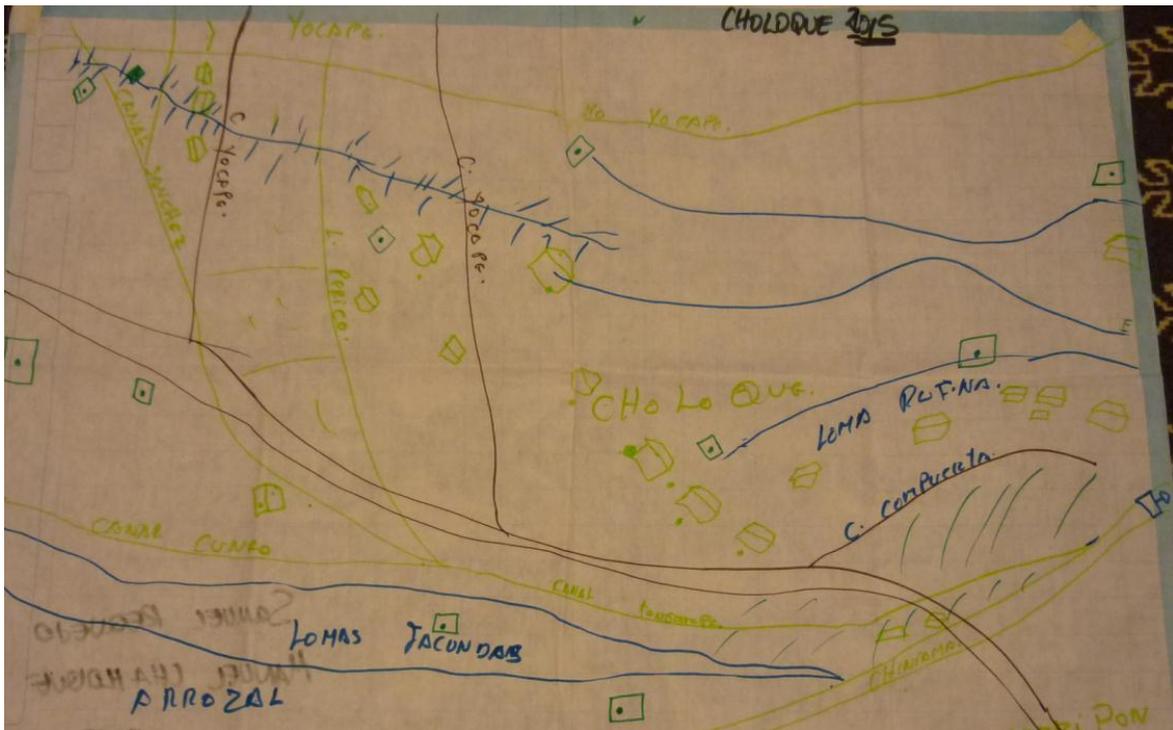


Figura 36.B Resultados de mapas parlantes para 2015

Percepción de los pobladores

Zonas agrícolas a orillas de los ríos Yocape y Chiniama y de los canales de riego Tongorrape, Sánchez y Cuneo, Yocape 1 y 2, Compuerta y al pie de las Lomas Facundas, Rufina y Perico.

Zonas habitacionales concentradas en El Choloque, Yocape, Marrison, El Arrozal y El Pato. Distribución de viviendas dispersas a lo largo de la Loma Rufina, Perico, Facundas, Canales Yocape 1 y 2 y Tongorrape (△).

Bosques de Aprovechamiento Indirecto en Lomas Facundas, Rufina y cerca de los canales Sánchez y Cuneo (●).

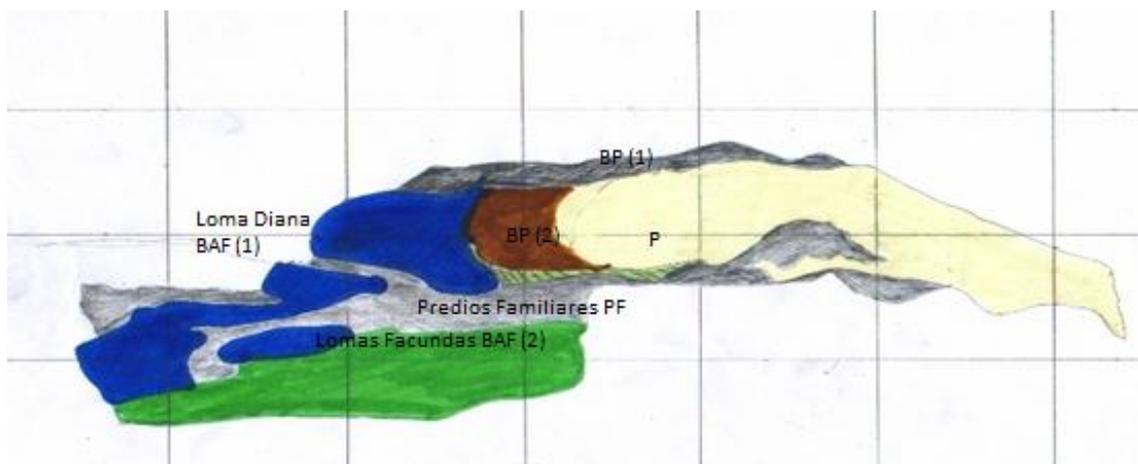


Figura 36.C Resultados de mapas parlantes para 2004

Mapa de Ordenamiento Territorial

BP – Bosque de Producción Forestal

- (1) Hualtacal.- 192 hectáreas de Hualtacal dedicadas a la obtención de madera corta para artesanías, por podas en los primeros años y raleo a partir del tercer año.
- (2) Overall.- 60 hectáreas de Overall dedicadas a la Obtención de varas para artesanías y uso local. Producción de forraje para ganado menor.

BAF – Bosque de Aprovechamiento Futuro Forestal

- (1) Lomas Dianas.- 95 hectáreas conformadas por las Lomas Dianas, dedicadas a la producción de forraje para ganado menor. Producción de néctar y polen para apicultura.
- (2) Lomas Facundas.- 110 hectáreas conformadas por las Lomas Facundas, dedicadas a la producción de leña (podas) para autoconsumo.

P – Bosque de Protección Forestal

20 hectáreas de Charanal, dedicadas a la protección estricta del Charán y producción de forraje para ganado menor.

PF – Áreas de Cultivo y Potreros

Predios familiares dedicados a la producción de leña y carbón para autoconsumo y producción agrícola, con enfoque ecológico.

FUENTE: ASPROBOS, 2004

Figura N° 36. Mapas parlantes

Los años previos a los eventos El Niño “meganiño” o “Niño extraordinario” 1982 – 1983 y 1997 – 1998, fueron principalmente extractivos selectivos (algarrobo, palo santo y hualtaco). Los años siguientes, se caracterizaron por una diversidad de acciones que serían trabajadas por los pobladores de la zona, consolidando y sistematizando planes y estrategias de gestión integrada sostenible del medio, a nivel local (MINAM, 2016).

Los mapas comparativos 1985/2015 muestran el avance de la frontera agrícola y retroceso de los bosques. Donde, en el Plan de Manejo Forestal Comunitario de 2003, el ordenamiento caracteriza zonas de Producción Forestal (Hualtaca y Overal), Bosque de Aprovechamiento Futuro (Lomas Dianas y Facundas), Bosque de Protección Forestal (Charanal) y Áreas de Cultivo y Potreros (donde predominan sistemas agroforestales); por ende, actividades encaminadas a su recuperación y mejor aprovechamiento, de acuerdo a su capacidad de uso.

La Tabla N°36 muestra el Análisis de cambios temporales en la zona de estudio.

Tabla N° 36. Análisis de cambios

Descripción	1985	Ahora	¿Por qué cambio?	Beneficiados	Perjudicados
C1 Zonas de bosque	Bosques escasos debido a la tala, en proceso de recuperación . Sobrepastoreo (ovino y caprino)	Bosques jóvenes regenerados (edad promedio entre 20 - 30 años) Incremento de la actividad ganadera controlada, con hatos menores de 8 animales en promedio.	Población dedicada a su protección (rondas campesinas). Uso de técnicas de mitigación de factores externos que afectan la recuperación, como el ganado (canastas). Se evidenció efectos de sobrepastoreo en la regeneración natural del bosque, pastos naturales como el cordoncillo, entre otros (Ver Figura N°37).	Poblaciones aledañas	Poblaciones aledañas

Continuación

C2 Canales de riego	Pocos (de origen pre-inca)	Obras de ingeniería que hacen una distribución más homogénea y óptima del recurso en el punto de captación (compuerta)	Se invirtió en infraestructura (compuerta, y revestimiento de canales en algunos tramos de riego)	Poblaciones aledañas	No aplica
C3 Zonas de cultivo	Se siembra para consumo directo.	Se siembra para consumo y para venta; con un incremento de áreas destinadas a maíz amarillo duro, menestras, palto, maracuyá, mango y mamey.	Incremento del precio de algunos productos para la agro exportación – venta a acopiadores (principal actividad económica de la zona). Se destinan más áreas a monocultivos. Se aplica agroforestería.	Poblaciones aledañas	Zonas de bosque. Poblaciones aledañas.
¿Cuáles son los principales factores que afectan?					
F1	Tala indiscriminada por población local (fuente energética) y foránea (traficantes de madera y carbón).				
F2	Incremento de áreas para agricultura.				
F3	Población creciente.				
F4	Pastoreo excesivo				

O'Brien (2015), en su estudio realizado en los bosques El Choloque, señala como indicadores de medición del manejo forestal a la existencia de herramientas como: Zonificación, Manejo Forestal, Tipo de energía utilizada, Apicultura, Monitoreo e Información de manejo. En tal sentido, la Tabla N° 36 muestra tres principales zonas asociadas al área de estudio: Área de Bosque, canales de Riego y Zonas de cultivo, a partir de los que se reconoce factores de cambio (Tala, avance de la frontera agrícola, pastoreo, energía y crecimiento poblacional) y actividades en torno al bosque (Actividades de protección del bosque, actividad ganadera controlada, agricultura bajo sistemas

agroforestales, recolección de subproductos o productos del bosque, apicultura, entre otros). Queda reconocer que los bosques juegan un papel fundamental en la lucha contra la pobreza rural, la seguridad alimentaria y en proporcionar a las personas, medios de subsistencia (IPCC. 2002). Cuba, A (1998) citado por Otivo (2015) señala la importancia para el desarrollo socio económico de las poblaciones rurales de la costa norte del Perú, donde la población a través de un aprovechamiento directo e indirecto, sustentan la economía familiar, en su mayoría precaria.

Al mismo tiempo, aportan servicios ecosistémicos adicionales como la disponibilidad de agua y la conservación de la biodiversidad, todo ello enmarcado en estrategias de mitigación y adaptación, en la lucha contra el cambio climático (Durbán. 2015). Disminuyendo la tasa de desertificación, correspondiente al 47 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero en el país (Otivo, 2008; MINAM, 2015).



Figura N° 37. Uso de canastas para la protección de plántones forestales

Leyenda: Samuel Requejo (Comunero de Tongorrape –Caserío El Choloque) muestra una canasta tejida para la protección de plántones forestales frente al ganado caprino.

4.1.5. ESPECIES VEGETALES

Las especies seleccionadas para el estudio fueron: Hualtaco, Algarrobo, Palo Santo y Palo Verde.

- Selección de especies por el criterio de Abundancia (Tabla N°37):

Tabla N° 37. Criterio de abundancia

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DIÁMETRO (cm)	N° árb./ha
HUALTACO	<i>Loxopterygium huasango</i>	>30	390
PALO SANTO	<i>Bursera graveolens</i>	>20	20
ALGARROBO	<i>Prosopis pallida</i>	>25	44

FUENTE: ASPROBOS, 2004

- Selección de especies por el criterio de Dominancia (Tablas N°38 y Tabla N°39), se obtuvo mediante un recorrido de reconocimiento de especies predominantes en el área de estudio:

Tabla N° 38. Especies dominantes en relación a la altura

N°	Especie Dominante	Altura	Coordenadas	
01	Algarrobo	261	S06.07664	W079.63986
02	Palo verde	297	S06.07462	W079.62464
03	Palo Santo y Hualtaco	317	S06.07353	W079.62163
04	Hualtaco	362	S06.07201	W079.61108

Tabla N° 39. Dominio (m²/ha)

Especie	Dominio (m ² /ha)	D Alta	D Media	D Baja
ALGARROBO	0.997	0.43 x 10 ⁻⁵	0.997	0.997
HUALTACO	0.999	0.664	1.983	5.2 x 10 ⁻⁵
PALO SANTO	1.640	2.222	5.5 x 10 ⁻⁵	0.0
PALO VERDE	0.493	0.692	0.292	0.0

Leyenda: D – Dominio (m².ha⁻¹)

- La Tabla N°40 registra el Inventario Forestal, realizado con restricción en el diámetro a la altura de pecho DAP>5cm., para las parcelas circulares P01 – P09.

Tabla N° 40. Inventario forestal 2015

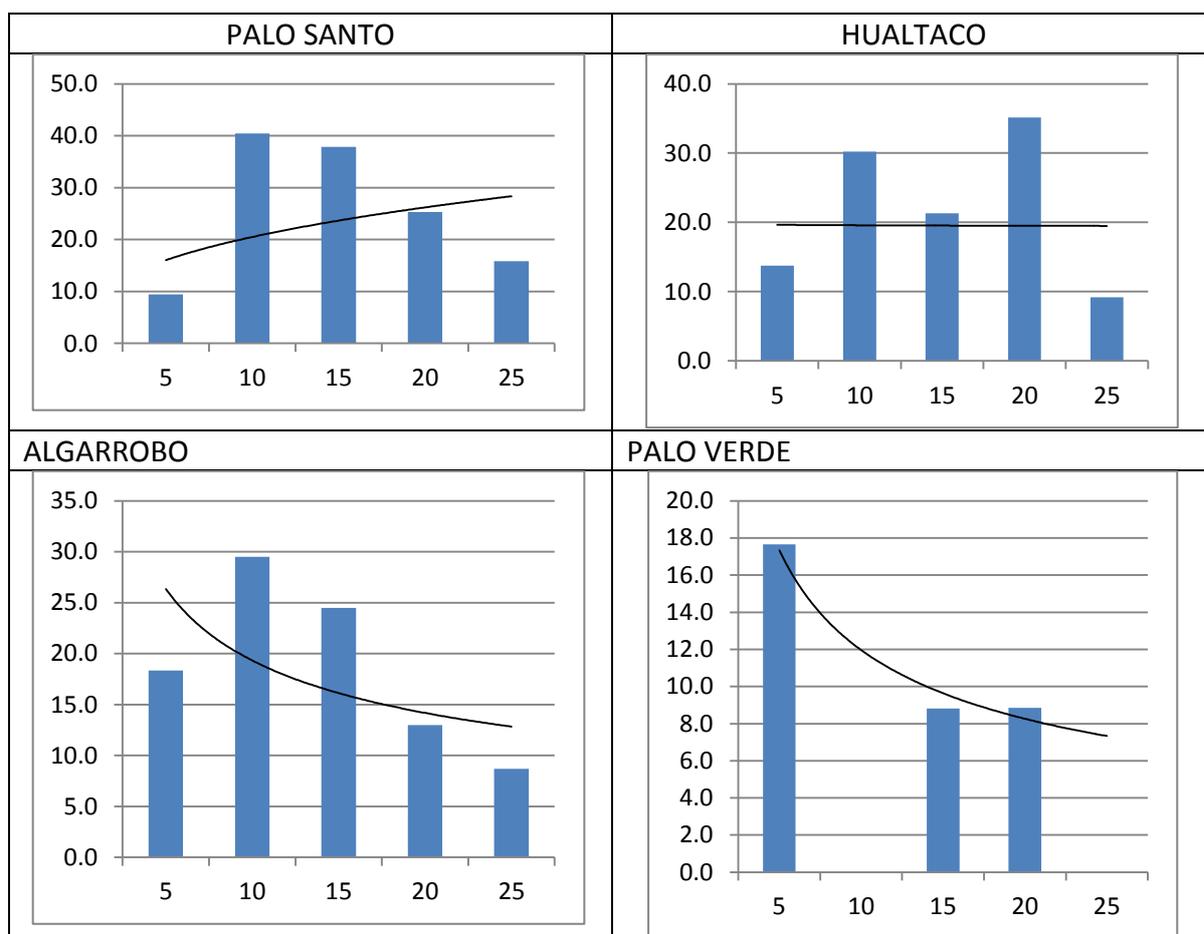
Especie	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	A	Dominio por nivel altitudinal (m.s.n.m.)
ALGARROBO				1	14	13	17	16	20	49	MEDIA/BAJA
HUALTACO	5	20	12	37		19	6			62	MEDIA/ALTA
PALO SANTO	60	50	21	7	2					107	ALTA
PALO VERDE		3		5						15	MEDIA/ALTA
FAIQUE									1	4	BAJA
SAPOTE		1								4	ALTA

Leyenda: A – Abundancia o Densidad (N° árb/ha)

Las especies evaluadas fueron: Hualtaco, Algarrobo, Palo Santo y Palo Verde. En relación a la superficie del terreno y dominio, Tabla N°30 y Tabla N°40, la parte baja o Piedemonte (parcelas P08 y P09) se encontró dominada por comunidades de algarrobo. La parte media, Superficie Plana Inclinada (parcelas P04 a P06) por hualtaco y algarrobo (mencionados de mayor a menor cantidad de individuos identificados). Así, en la parte alta o montaña (parcelas P01 a P03), predominó palo santo y en menor grado, palo verde.

La Tabla N°41 muestra las densidades por clases diamétricas (ANEXO 8) con tendencia potencial. Se clasificó en 5 intervalos, con centros entre 5 y 25cm (Manzanero y Pinelo. 2004).

Tabla N° 41. Dispersión de Clases Diamétricas por especie



Legenda de Ejes.- X: Clases Diamétricas y Y: Número de pies/Hectárea (Densidad)

De acuerdo a las Tabla N°37 y Tabla N°40, no se encontró densidades similares a las expresadas en el inventario forestal de 2003 (ASPROBOS. 2004), encontrándose diferencias marcadas entre individuos de algarrobo con DAP>25cm y densidad 44árb./ha frente a DAP>5cm y densidad 54árb./ha.

En cuanto al inventario realizado en el 2003 (ASPROBOS 2004), se reporta para algarrobo, en la zona de Lomas Facundas como Bosque seco muy ralo con densidad de 44 árb./ha, frente a los 56 árb./ha para 2007, reportado por Sabogal y Casaza (2010).

Así mismo, se reporta a nivel de las Lomas Dianas como Bosque seco muy ralo de llanura en 2003 con 152 árb./ha y bosque seco semidenso en 2007 con 182 árb./ha. De acuerdo a la clasificación realizada en el presente estudio, la zona correspondiente a las parcelas P07, P08 y P09, se clasifican como Bosque seco ralo de llanura; con densidad de 79 árb./ha (algarrobo, faique y hualtaco) y para algarrobo de 65árb/ha, no encontrándose dentro de los rangos mencionados por el reporte citado. En comparación a las densidades encontradas por Roque (2017), menciona la para el bosque seco ralo de llanura una densidad de 29 árb./ha y bosque seco ralo de lomada 77árb./ha.

Un análisis a nivel de clases diamétricas, revela que nos encontraríamos ante un constante cambio de individuos forestales, propio de distribuciones tipo “J invertida” en Algarrobo y Palo Verde (Manzanero y Pinelo, 2004; López, 2015), que explicaría en parte el comportamiento descrito. Pese a ello, de acuerdo a lo descrito por los pobladores, antes se solía encontrar palo verde, ahora habría disminuido.

La Figura N°38 muestra la distribución de individuos con tendencia a una distribución normal.

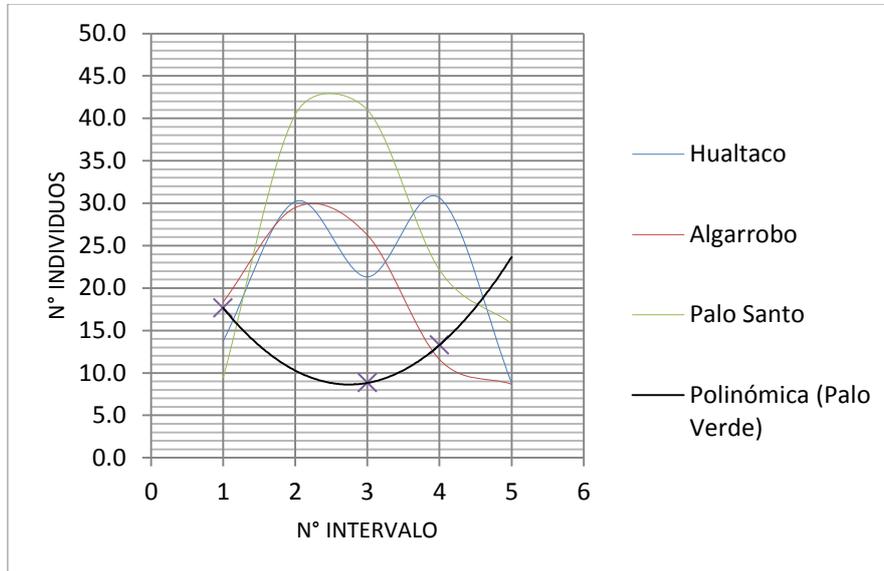


Figura N° 38. Clases diamétricas con ajuste a distribución normal

Masas regulares de bosque, se ajustan a una distribución normal (López. 2015). Así, las funciones de distribución diamétrica varían entre especies, para el caso del Hualtaco se percibe una distribución regular pre madura. Para los algarrobos la distribución es predominantemente más joven, frente a palo santo donde la distribución es regular joven. Palo verde registra una función regular madura, lo que explica encontrar una cantidad limitada de individuos, la tendencia probable, será desaparecer o repoblar, considerando el estado actual del bosque, bosque manejado.

Parte del c

omportamiento descrito anteriormente, puede deberse al grado de estrés al que se encuentra expuesto el bosque, a cambios de la población y/o individuos forestales (tala y siembra constante del bosque u otro), el agua (como recurso limitante por excelencia en las zonas áridas, por lo que muchos de los de los atributos estructurales y funcionales de las especies de plantas en estas regiones están relacionadas al uso eficiente del agua); puntos que no pueden ser resueltos en esta investigación debido a que no se ha realizado un estudio de la edad forestal y/u otros factores que pudieran estar implicados.

La Tabla N°42 muestra las especies objeto de estudio del presente trabajo de investigación: Hualtaco, Algarrobo, Palo Santo y Palo Verde. Y una breve descripción del Faique, *Acacia macracantha*.

Tabla N° 42. Especies objeto de estudio (Descripción)

HUALTACO (<i>Loxopterygium huasango</i>)	ALGARROBO (<i>Prosopis pallida</i>)
 <p data-bbox="448 1160 560 1189">15/06/15</p> <p data-bbox="225 1305 783 1727">Especie caducifolia. Presenta hojas compuestas imparipinadas de foliolos simples con bordes sinuosos o crenados, lámina ovada con base redondeada, ápice cuspidado y nervadura penninervia (parten del raquis). El peciolo es color verde claro pálido y de verde a marrón a medida que pasa el tiempo.</p>	 <p data-bbox="1034 1160 1145 1189">14/04/15</p> <p data-bbox="807 1305 1366 1944">Especie perennifera. Corteza marrón oscuro a negruzco y textura agrietada. La raíz es característica, logrando desarrollarse considerablemente en busca de agua, mientras que la función pivotante será funcional en casos de escasas de agua. Presenta hojas bipinnadas parapinnada alternas entre 3 a 4 pinnas, de donde a partir del raquis secundario nacen 8 pares de foliolos, por lo general con estípulas convertidas en espinas. En cuanto a sus flores, son amarillas. Fruto tipo legumbre.</p>

Continuación



Continuación

PALO SANTO
(*Bursera graveolens*)



13/04/15

Especie caducifolia. Presenta un fuste color grisáceo a cenizo y textura agrietada lisa. Produce una resina de color blanco amarillento de olor agradable característico, que se solidifica en poco tiempo. Presenta hojas compuestas imparipinadas de foliolos simples con bordes aserrados o dentados y color verde oscuro a marrón, a medida de que pasa el tiempo. Lámina romboidal, base cuneada y ápice acuminado.



PALO VERDE
(*Cercidium praecox*)



16/06/15

Especie perenniforne. Presenta fuste color verde a nivel de la corteza y textura lisa. Especie utilizada como forrajera. Presenta hojas bipinnada parapinnadas originadas en el tallo (raquis primario) y raquis secundario, entre 2 a 3.



Continuación

FAIQUE
(*Acacia macracantha*)

Presenta hojas bipinnadas imparapinnada alternas, por lo general con estípulas convertidas en espinas, posee pinnas de 8 a 24 pares de foliolos cada uno con pares foliolos aún más pequeños, entre 12 a 27.



4.1.6. FENOLOGÍA

Se muestra un registro fotográfico de las especies:

HUALTACO (Tabla N°43)

Identificación: <http://data.rbge.org.uk/herb/E00326200>

Familia: Anacardiaceae

Género: *Loxopterygium*

Especie: *Loxopterygium huasango*

Tabla N° 43. Seguimiento Fenológico de Hualtaco (período de seis meses entre marzo - agosto 2015)

13.03.15	13.04.15	13.05.15	15.06.15	10.08.15
				

ALGARROBO (Tabla N°44)

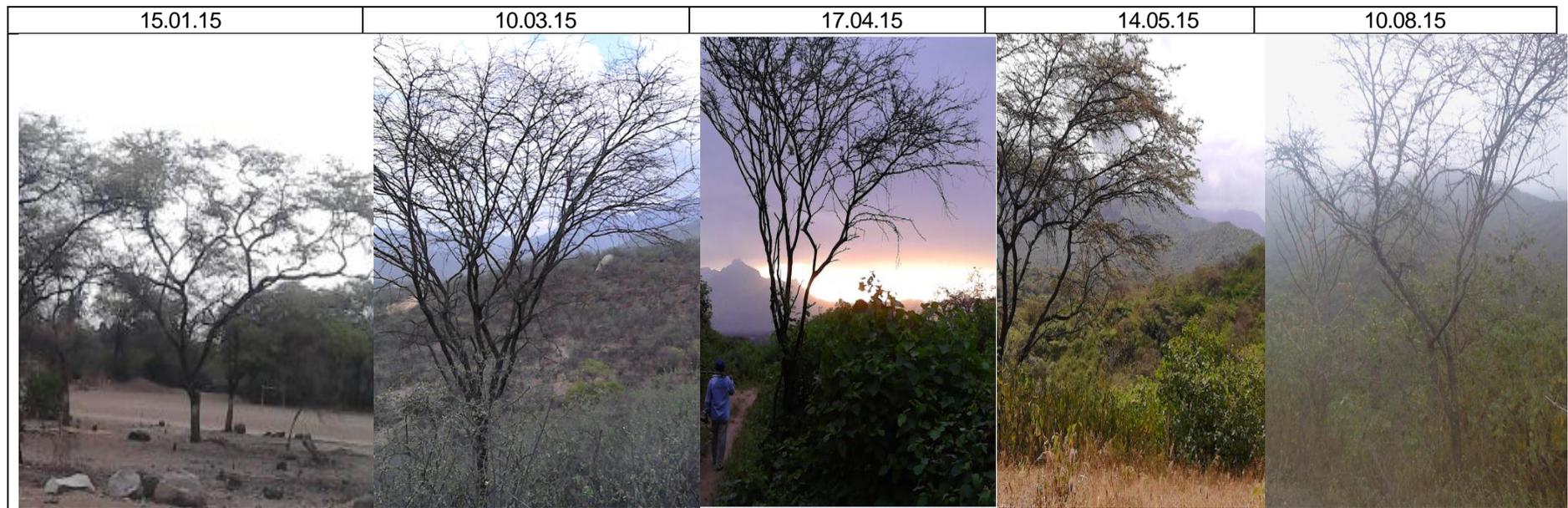
Identificación: Dostert, N (2012)

Familia: Fabaceae

Sub Familia: Mimosoideae

Especie: *Prosopis pallida*

Tabla N° 44. Seguimiento Fenológico del Algarrobo (por un período de seis meses entre marzo – agosto 2015)



PALO SANTO (Tabla N°45)

Identificación: <http://data.rbge.org.uk/herb/E00567564>

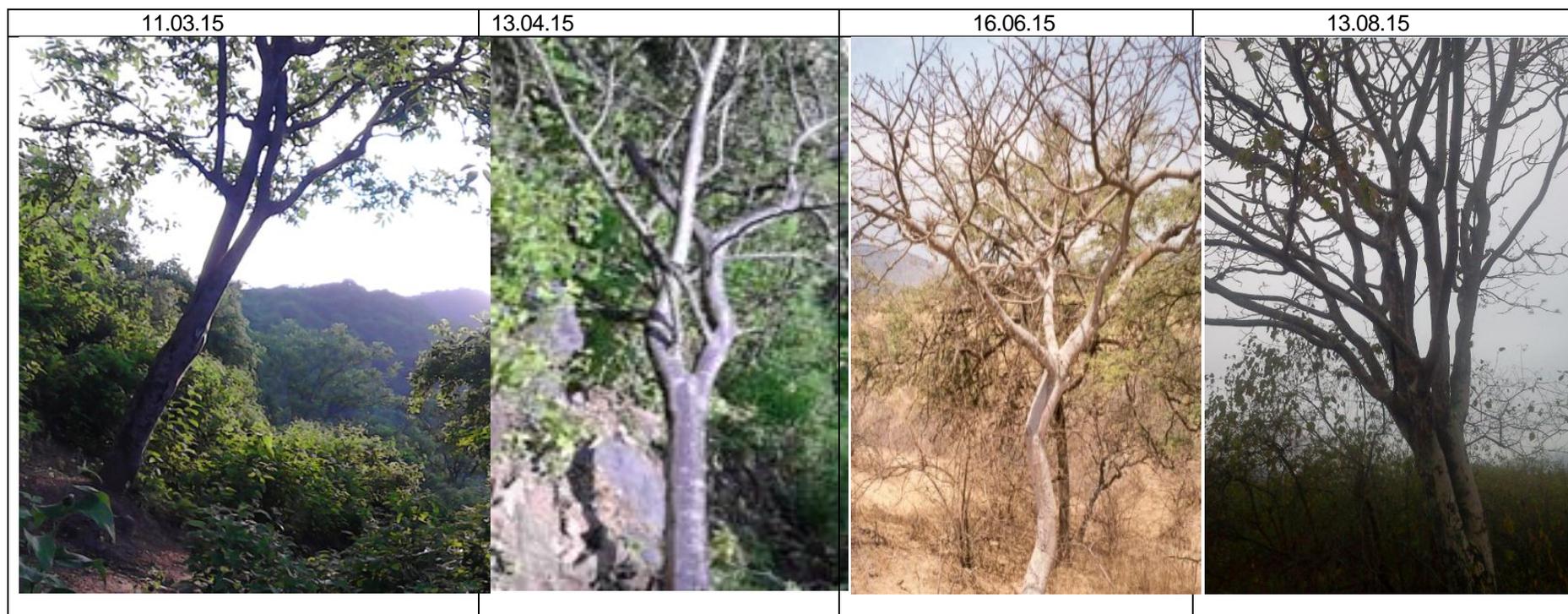
Clase: Dicotiledónea

Orden: Sapindales

Familia: Burseraceae

Especie: *Bursera graveolens*

Tabla N° 45. Seguimiento Fenológico de Palo Santo (por un período de seis meses entre marzo – agosto 2015)



PALO VERDE (Tabla N°46)

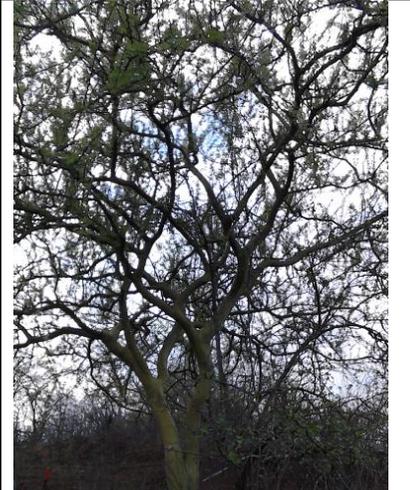
Identificación: <http://data.rbge.org.uk/herb/E00087065>

Familia: Fabaceae o Leguminosae

Sub Familia: Caesalpinoideae

Especie: *Cercidium praecox*

Tabla N° 46. Seguimiento Fenológico de Palo Verde (por un período de seis meses entre marzo – agosto 2015)

11.03.15	13.04.15	16.06.15	10.08.15
			

La Tabla N°47 muestra los estadios fenológicos del Hualtaco, Palo Santo, Palo Verde y Algarrobo.

Tabla N° 47. Estadios fenológicos de Hualtaco, Palo Santo, Palo Verde y Algarrobo

Especie	Defoliación	Foliación	Inflorescencia	Floración	Fructificación	Maduración	Fuente
Algarrobo				Set – Jul	Abr – Nov		(2)
				Nov – Feb	Dic – Mar		(4)
				Abr – Jun	May – Jun		(1)
Palo Santo	Mar - Dic	Ene – Jun Ene –Jun		Ene – Feb Ene – Mar	Ene – Jul Ene – Mar /Ene – Jul		(3) (2)
	May – Ago*	Feb – Abr		Mar – Abr	Abr – May		(1)
Hualtaco	Mar – Set	Ene – Set		Ene – Mar	Feb – Abr		(3)
	Mar – Set	Ene – Set		Ene – Mar	Feb – Abr – May		(2)
	Mar – Ago*	Ene – May					(1)
Palo Verde				Abr – Jun	May – Ago		(1)

(1) Chávez, 2015 (resultados encontrados en el presente trabajo de investigación), (2) Martos et al., 2009, (3) Carrillo, 2005 y (4) Llanos, 2010. Palo Santo presentó Desarrollo vegetativo entre los meses de diciembre a junio, siendo el máximo en febrero. Así mismo, la aparición de brotes ocurrió entre diciembre y marzo, con aparición máxima en febrero para palo santo y diciembre para los hualtaco. (*) Continuó la defoliación en algunos individuos, los que se hallaron dispersos.

De acuerdo a la identificación realizada en enero de 2015, las especies presentaron follaje, como sigue; algarrobo (escaso), hualtaco (escaso), palo santo (nulo) y palo verde (alto), antes de iniciar la temporada de lluvias, febrero – abril (ANEXO 9.A). El registro fotográfico de las especies arbóreas objeto de estudio, Tablas del N°43 al N°46 y Tabla N°47 muestran que Hualtaco, identificó foliación entre marzo - mayo, seguido de defoliación que culminó en agosto. Palo santo evidenció foliación entre febrero y abril, seguido de defoliación entre abril y agosto. En ambos casos, hubo individuos dispersos en los que continuó la defoliación (ANEXO 9.B).

Pese a que no se llegó a identificar a las plagas asociadas a la defoliación, falta de floración u otro en el mes de mayo para Palo Santo, Palo verde y Hualtaco, se contabilizó el total de excremento colectado en las canastas instaladas, como indicador de su efecto en la producción de biomasa foliar (ANEXO 10.A).

En el caso del Algarrobo, y pese a que se trata de una especie perenniforme, donde es común la pérdida parcial del follaje como respuesta a períodos secos, se evidenció defoliación marcada. Se realizó la identificación de larvas tomadas de hojas pegadas con hilos de seda, pudiéndose identificar a *Tortricidae* sp del orden Lepidóptero, cuyo ataque está relacionado al fruto y semillas en un 13 por ciento, después de los brúchidos con 85 por ciento (Gastón et al., 2016) (ANEXO 10.B). Esto no pudo identificarse en los frutos, puesto que no fueron colectados, debido a que no se dio floración oportuna. Pese a ello, se evidenció alteración en el ciclo fenológico en general. Este año (2015), reportó escasez de algarroba en la zona y en general en la costa norte, con producción escasa de follaje (variables asociadas), llegando a ser nula en muchos de los casos, entre mayo – agosto. Así mismo, se encontró presencia de la epífita bromeliácea *Tillandsia usneoides* “salvajina”.

Por su parte, Palo verde reportó durante todo el período de medición la presencia de follaje (marzo - agosto), comportamiento normal.

4.2. CANTIDAD DE CARBONO

La Tabla N°48 muestra la distribución de parcelas en intervalos en el plano horizontal, comprendidos entre los 246 y 413 m.s.n.m., intervalo correspondiente al total del área evaluada. Mientras que la Tabla N°49 muestra los criterios para el levantamiento de las parcelas.

Tabla N° 48. Intervalos altitudinales

Parcelas	Nivel	Intervalo
P1 – P2 – P3	Alta	340 – 413
P4 – P5 – P6	Media	300 – 340
P7 – P8 – P9	Baja	246 – 300

Tabla N° 49. Resumen del levantamiento de parcelas

Parcelas	Nivel	D(m)	I (%)	A (ha)	%Área	N	Di
P1 – P2 – P3	Alta	364	0.89	39.7	24.9	NW	305.8°
P4 – P5 – P6	Media	419	0.67	52.7	33.1	SW	235.5°
P7 – P8 – P9	Baja	472	0.53	66.9	42	W	248.5°

Leyenda: (D) Distanciamiento teórico, (I) Intensidad, (A) Área, (N) Notación y (Di) Dirección de la recta transecta.

La Figura N°39 muestra el plano dimensional, que soporta las curvas de nivel y la distribución de parcelas.

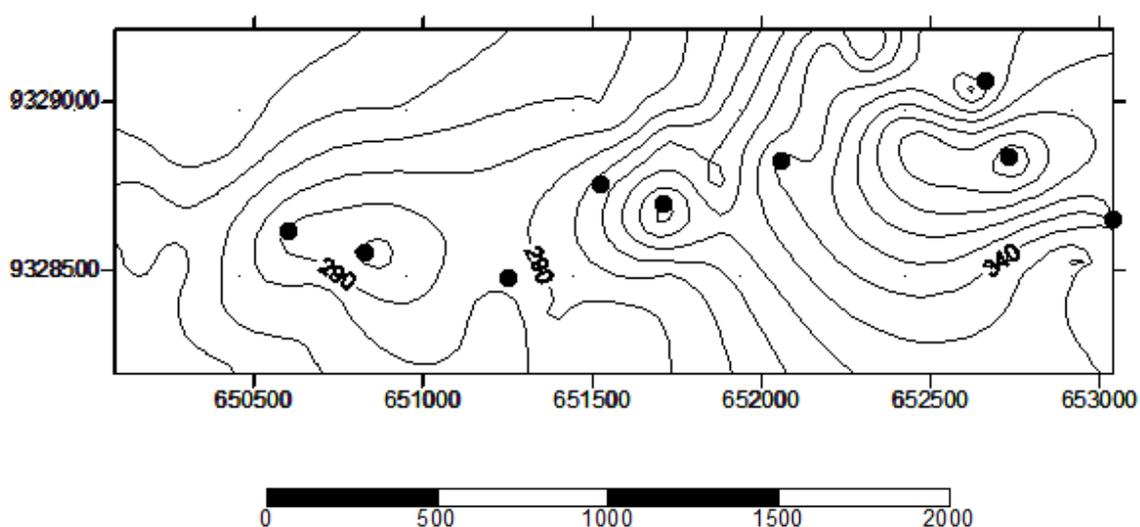


Figura N° 39. Curvas de nivel – plano dimensional

La Tabla N°50 muestra las coordenadas y distribución de nueve parcelas circulares del tipo permanente, a lo largo del área de estudio.

Tabla N° 50. Coordenadas del punto medio de las parcelas

N°	NA	PC		(UTM)		A	N	Di
		Latitud	Longitud	X	Y	Z		
1	ALTO	6°4'18.68"	79°37'1.63"	653037	9328654	360	N	6.1°
2	ALTO	6°4'12.88"	79°37'11.53"	652733	9328836	396	E	73.5°
3	ALTO	6°4'5.56"	79°37'13.93"	652660	9329061	343	NE	60.6°
4	MEDIO	6°4'13.32"	79°37'33.49"	652058	9328824	341	N	11.5°
5	MEDIO	6°4'17.49"	79°37'44.70"	651713	9328697	339	NW	330.8°
6	MEDIO	6°4'19.31"	79°37'45.08"	651701	9328641	309	S	173.9°
7	BAJO	6°4'24.62"	79°37'59.67"	651252	9328479	284	SE	151.7°
8	BAJO	6°4'22.28"	79°38'13.37"	650831	9328552	303	S	179.6°
9	BAJO	6°4'20.12"	79°38'20.73"	650605	9328619	289	N	34°

Leyenda: N° (Número de parcela), NA (Nivel Altitudinal), PC (Punto Central de la parcela circular en Coordenadas Geográficas), A (altura en m.s.n.m.), N (Notación) y (Di) Dirección de la pendiente.

La Figura N°40 muestra las parcelas en el mapa, donde se consideró distanciamientos entre parcelas (D), entre la P01 y P02 de 350m, P02 y P03 de 160m. Entre la P04 y P05 de 370m y P05 y P06 de 200m. Finalmente, entre la P07 y P08 de 420m y entre P08 y P09 de 300m.

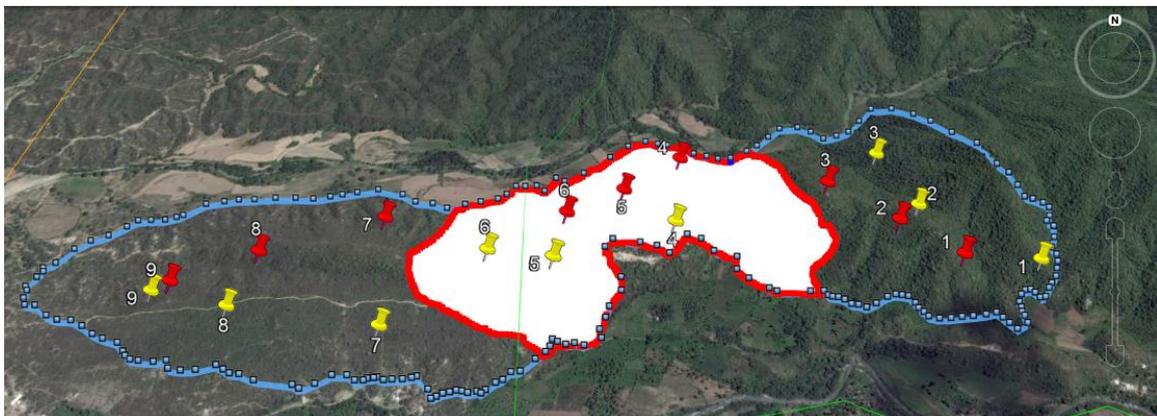


Figura N° 40. Áreas representadas

La Figura N°40 muestra las parcelas, obtenidas bajo una intensidad de muestreo de 0.7 por ciento, se fijaron nueve parcelas circulares del tipo permanente (con 420m de distanciamiento, marcadores color rojo), las que debieron reacomodarse en campo de acuerdo a su accesibilidad (marcadores color amarillo). Posteriormente, al delimitarse tres niveles altitudinales (Tabla N°48), se obtuvo intensidades entre 0.53 por ciento - 0.89 por ciento, no comparables a lo recomendado por Roque (2017) con intensidad de muestreo entre 2.2 por ciento y 2.6 por ciento y área de 0.4ha (Tabla N°49).

La Tabla N°51 muestra el área de las nueve parcelas circulares permanentes de 30m de radio y sub-parcelas de áreas 2827m² (0.28ha) y 1177m² (0.12ha) el plano inclinado, extrapoladas al eje horizontal (a) y sus correspondientes factores de expansión (Fe), respectivamente.

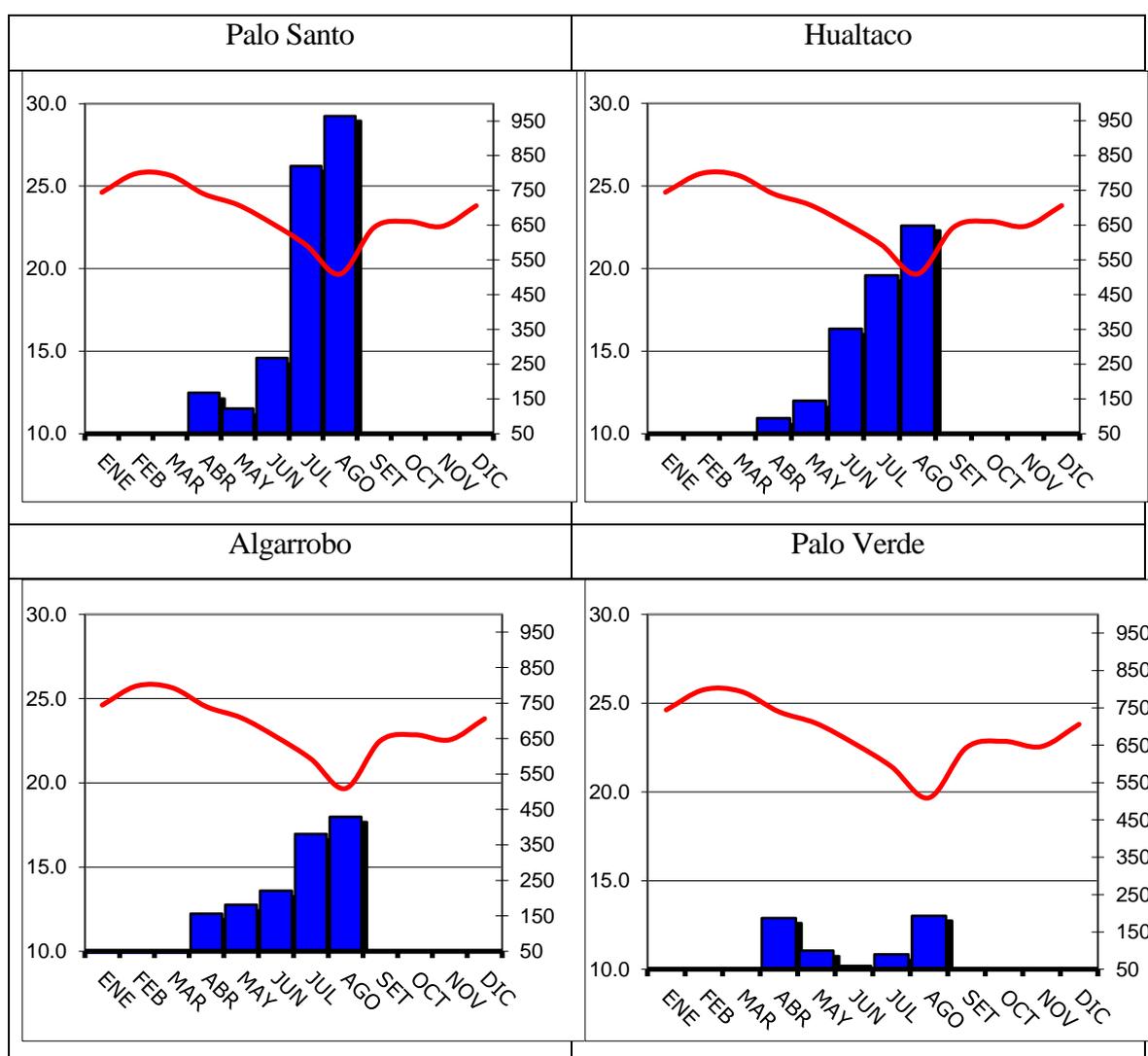
Tabla N° 51. Área en el eje horizontal (a) y factor de expansión (Fe)

PARCELA	FORMA EN BASE COBERTURA	PARCELA (m ²)	SUBPARCELA a (m ²)	Fe (ha ⁻¹) PARCELA
1	Montaña	2376	989	4.219
2	Superficie Plana Inclinada	2722	1133	4.091
3	Montaña	2518	1049	3.963
4	Superficie Plana Inclinada	2702	1125	3.876
5	Superficie Plana Inclinada	2773	1155	3.756
6	Superficie Plana Inclinada	2765	1151	3.689
7	Superficie Plana Inclinada	2818	1173	3.654
8	Piedemonte	2756	1148	3.723
9	Piedemonte	2617	1090	3.771

4.2.1. CAPTURA DE CARBONO

A continuación, se muestra el análisis de la Temperatura y Precipitación con la producción de biomasa foliar. La Tabla N°52 muestra las gráficas del aporte de biomasa foliar en peso seco (gramos de materia seca gMS) por especie, obtenido en un intervalo de tiempo de cinco meses con área efectiva de 1.4m² (dos canastas colectoras ubicadas en posiciones A y B) y su relación con la temperatura media mensual. Los datos de temperatura utilizados, corresponden a los promedios mensuales del año de medición de la estación Olmos (2015).

Tabla N° 52. Tabla de peso seco (gMS) de las cuatro especies evaluadas y la temperatura promedio mensual para 2015 (°C)



Leyenda: Eje Horizontal (meses de medición), Eje Vertical Derecho (Peso Seco gMS), Eje Vertical Izquierdo (Temperatura °C)

La Figura N°41 muestra el aporte de biomasa foliar en Peso Seco (gMS/mes.1.4m²) de palo santo para el intervalo de tiempo medido (cinco meses) y su relación con la precipitación media mensual.

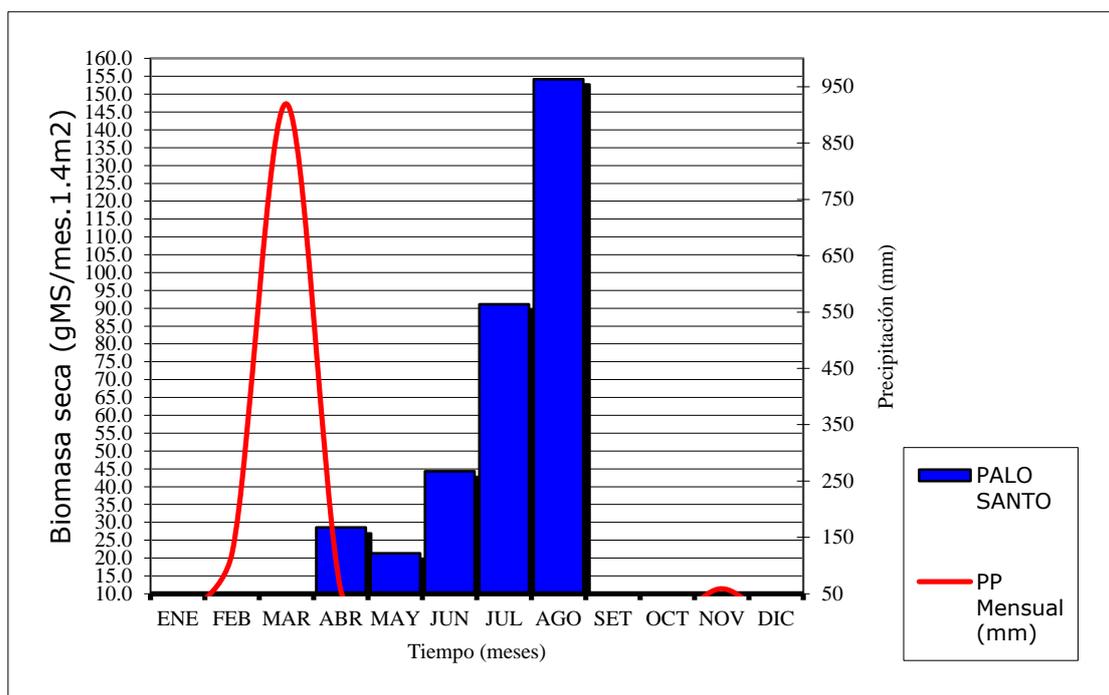


Figura N° 41. Peso seco (gMS) de palo santo y precipitación (mm)

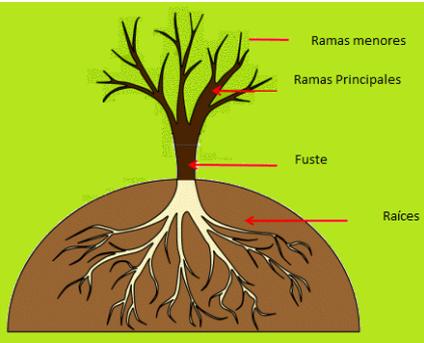
Leyenda: Eje Horizontal (meses de medición), Eje Vertical Derecho (Peso Seco gMS/mes. 1.4m²), Eje Vertical Izquierdo (Precipitación acumulada mensual mm)

La Tabla N°52 muestra la defoliación progresiva en los meses siguientes a la temporada de precipitaciones, lo que indica su regeneración previa y/o durante la temporada lluviosa (Garatuzza. 2011). En relación a la temperatura, existe relación inversa entre la media de temperatura y peso seco de la biomasa foliar, descenso de la temperatura media frente a un incremento en la biomasa colectada, denotado por un comportamiento estacional de la especie (hualtaco, palo santo y algarrobo) (López et al., 2006). Palo verde, presentó mayor defoliación a inicios de mes, seguido de un descenso y posterior incremento, que coincide con la etapa de floración y fructificación (Tabla N°47). En todos los casos, nótese que la colecta corresponde a la biomasa colectada entre la segunda mitad del mes anterior y primera del mes en que se reporta (15 de marzo al 15 de abril, reportándose como abril).

(1) Biomasa viva sobre el suelo Hojarasca

La Tabla N°53 muestra la caracterización de las especies Hualtaco (43), Algarrobo (33), Palo Santo (31) y Palo Verde (6), del total de individuos encontrados dentro de la sub parcela.

Tabla N° 53. Resumen de características encontradas por especie

	ESPECIE	RM	RP	Fuste
 <p>Raíces: Se toma un valor referencial de 15 a 30% de la Biomasa Aérea (Cueva y Labán. 2011)</p>	Hualtaco	Colectadas, secadas y pesadas	2 a 4 Φ cm)= [2.2; 19.8]	DAP (cm)= [6.8; 26] Alt(m)= [0.13; 3.2]
	Algarrobo		2 a 4 Φ cm)= [3.5; 17.5]	DAP (cm)= [7.3; 24.5] Alt(m)= [0.16; 2.3]
	Palo Santo		2 a 4 Φ cm)= [3; 16.5]	DAP (cm)= [6.5; 27.2] Alt(m)= [0.13; 2.5]
	Palo Verde		2 a 3 Φ cm)= [2.9; 18.5]	DAP (cm)= [6.6; 20.1] Alt(m)= [1.27; 1.95]

Leyenda: (Alt) Altura de Fuste; (RP) Ramas principales; (RM) Ramas menores

De las especies medidas dentro de la sub parcela, el número de ramas se encontraron entre 2 a 4 ramas de diámetros 2.2cm a 19.8cm, DAP entre 6.5cm – 27.2cm y Altura de fuste entre 0.13m – 1.95m. Donde, para los casos donde la altura de fuste fue menor a 1.30m se reportó como individuos diferentes (FAO, 1981).

La Tabla N°54 muestra el porcentaje del contenido de humedad %CH promedio por especie a nivel de las hojarasca y ramas menores.

Tabla N° 54. Contenido de humedad

ESPECIE	%CH Hojarasca	%CH Ramas menores
Palo Santo	21.78	18.53
Hualtaco	28.98	21.13
Algarrobo	44.42	15.03
Palo Verde	26.71	17.77

En cuanto a las relaciones de %CH, se verificó menor porcentaje en ramas menores, frente a hojarasca. Donde, para el caso de algarrobo resultó en 44.42 por ciento, valor inferior a lo reportado por Llanos (2010) de 61.13 por ciento. En cuanto a la relación de %CH (hojarasca/ramas menores) se reporta una relación de 3 frente a 2, respectivamente.

Las Figuras N°42 y N°43 muestran las distribuciones de Peso Seco (gMS) frente a DAP y Ac, respectivamente (obtenidos a partir de 36 individuos).

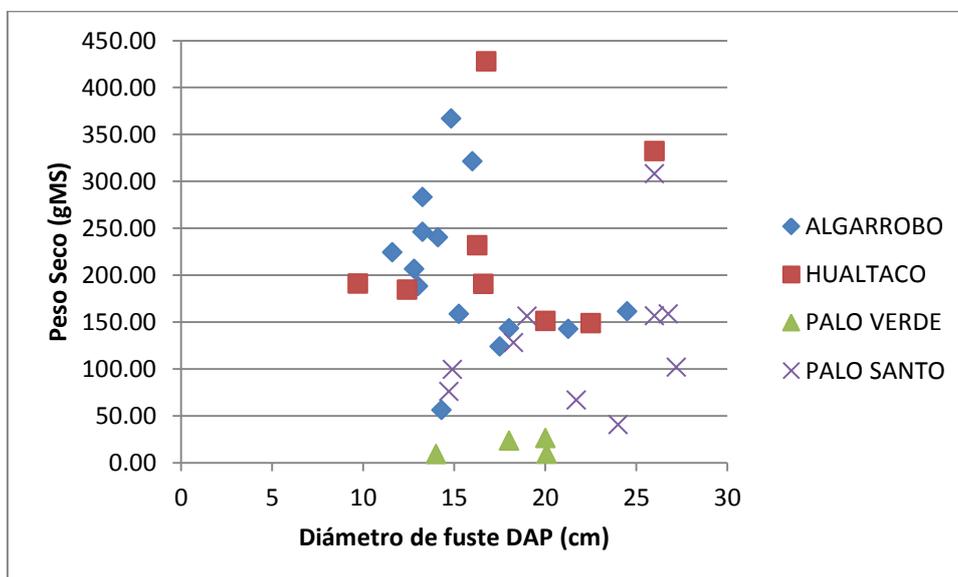


Figura N° 42. Peso de materia seca en gramos, medido por intervalo de tiempo (5 meses) para las especies en estudio, en función a sus diámetros de fuste o altura de pecho, expresados como (gMS)

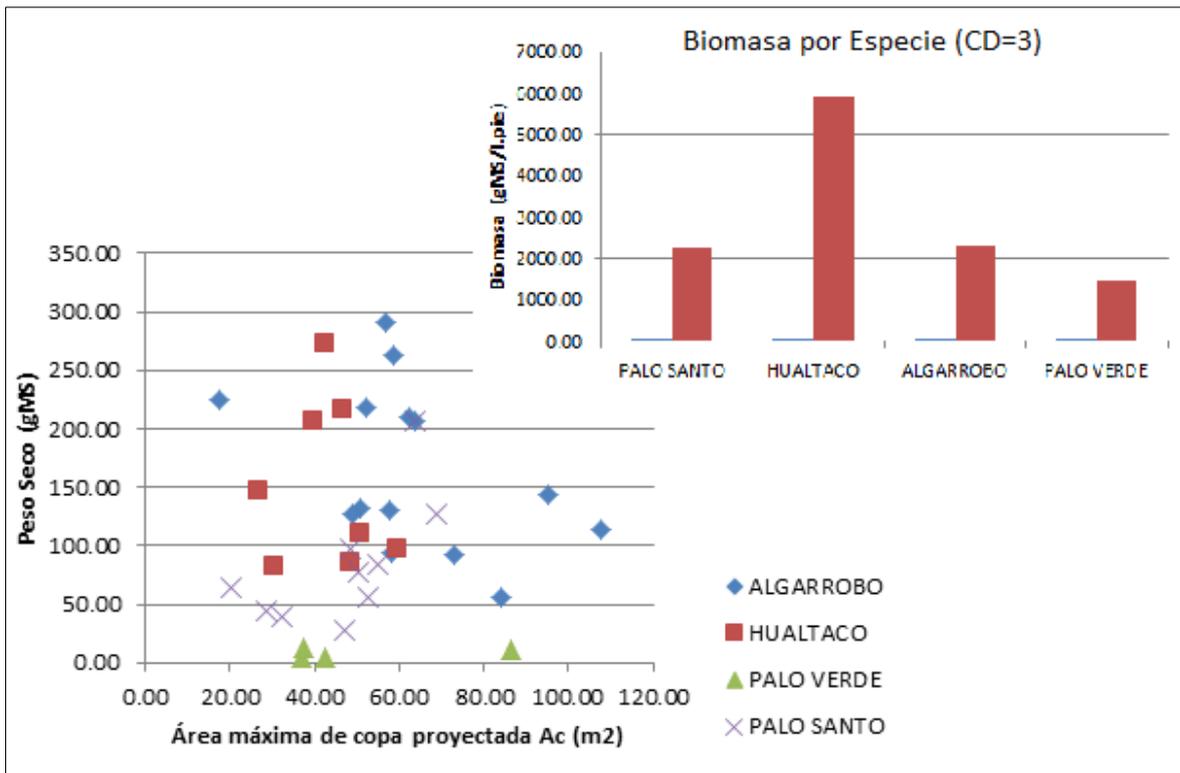


Figura N° 43. Peso de materia seca en gramos, medido por un intervalo de tiempo de 5 meses para las especies en estudio, en función al área máxima de copa proyectada (Ac) y su aporte para la clase diamétrica C.D.=3 (de centro 15cm) para un intervalo de tiempo (I=5 meses) por individuo expresado como gMS/I.pie

La biomasa seca se concentró entre las clases diamétricas 15cm y 20cm y Ac máxima proyectada (sombra perpendicular) entre 40 y 60 m². Al no existir una tendencia clara (lineal, exponencial u otra) en la gráfica, entre el peso seco y estas variables independientes, se hace un análisis entre las variables Dc y DAP. Así mismo, la Figura N°43 muestra el aporte de biomasa foliar en la C.D.=3, identificándose la relevancia entre especies, mencionado en orden decreciente: hualtaco, palo santo, algarrobo y palo verde.

La Figura N°44 muestra la distribución del diámetro de copa (D_{copa}) respecto al diámetro a la altura de pecho DAP (del total de individuos dentro de las subparcelas).

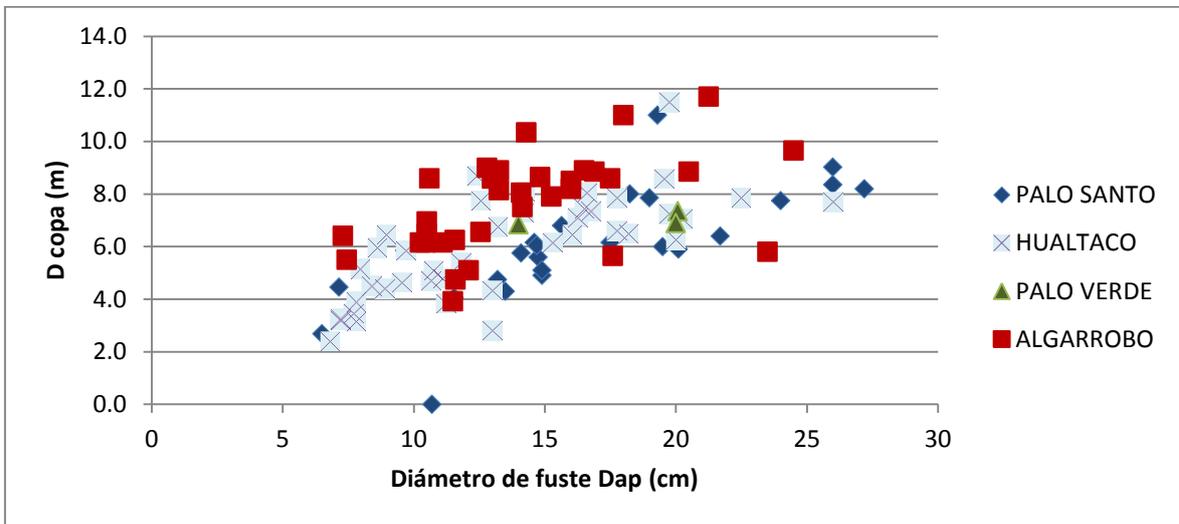


Figura N° 44. Distribución por diámetro de copa D_{copa} (m) y diámetro de fuste o a la altura de pecho DAP (cm)

La Figura N°45 muestra la distribución de las área de copa A_c respecto a diámetro a la altura de pecho DAP (del total de individuos encontrados dentro de las sub parcela).

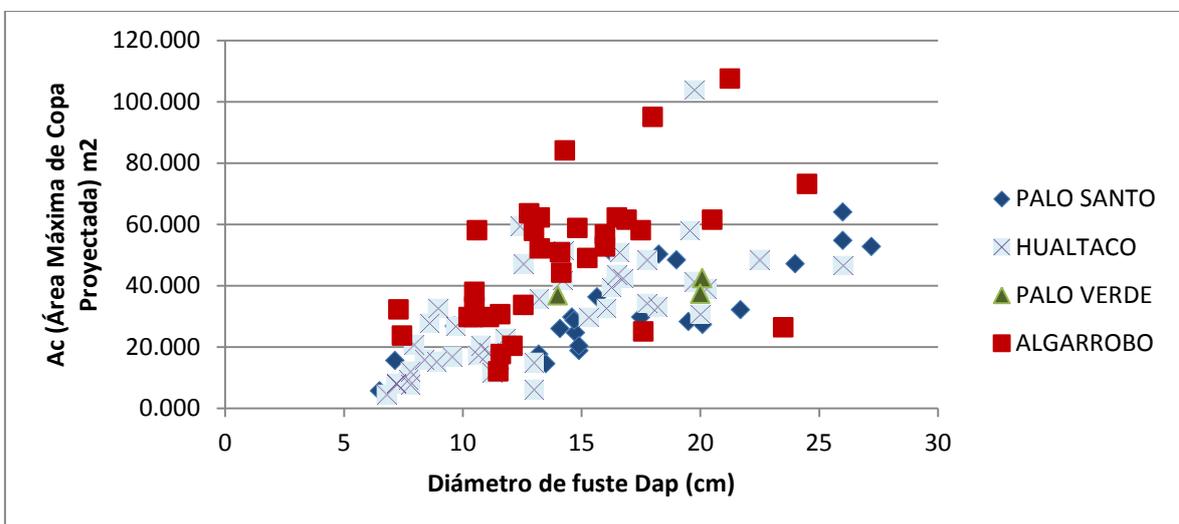


Figura N° 45. Distribución del Área Máxima de copa proyectada A_c (m^2) y diámetro de fuste o a la altura de pecho DAP (m)

Se distingue una relación directa entre diámetros de copa D_c y DAP, con tendencia creciente en los DAP bajos y constante a partir del diámetro DAP de 15cm y diámetro de copa 8 m. Se encontró un comportamiento más homogéneo para Hualtaco y Palo

Santo. Se distingue una relación directa dispersa entre Ac y DAP. De las dispersiones mostradas, se plantea realizar modelos de regresión múltiple con las variables DAP, Dc y Ac.

Se utilizaron como variables predictivas el DAP, Dc y Ac de acuerdo a la premisa planteada de la hipótesis:

La Producción de hojarasca estará en función a las variables DAP (diámetro a la altura de pecho), Dc (diámetro de copa) y Ac (Área de copa). Para lo cual se plantea modelos de regresión lineal múltiple con las variables mencionadas, tomando como referencia para su validación los resultados obtenidos por valores modulares (ANEXO 11.A).

A: Biomasa foliar colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m^2 (variables DAP y Dc)

B1: Biomasa foliar colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m^2 (variables DAP y Ac)

B2: Biomasa foliar colectada y extrapolada al Ac (variables DAP y Ac)

La Tabla N°55 muestra la producción de biomasa foliar (valores modulares obtenidos con 36 individuos) producida en cinco meses (I), distribuidos por clases diamétricas.

Tabla N° 55. Valores modulares y estimados de la porción de hojarasca de la biomasa foliar colectada en un intervalo de 5 meses

Intervalo de la C.D.	N°	C.D.	DAP	Ac	Biomasa Seca gMS TOTAL/I	gMS/I.pie Valores Modulares	
PALO SANTO							
12.5-17.5	10	2	3	14.8	24.6	4472.4	2236.2
17.5-22.5		3	4	19.7	43.6	15332.3	5110.8
22.5-27.5		5	5	25.9	57.5	41868.0	8373.6
HUALTACO							
7.5-12.5	8	2	2	11.1	43.2	10791.7	5395.8
12.5-17.5		3	3	16.5	44.3	17742.9	5914.3
17.5-22.5		1	4	20.0	30.7	615.1	615.1
22.5-27.5		2	5	24.3	47.5	6889.6	3444.8
ALGARROBO							
7.5-12.5	14	1	2	11.6	17.7	146.7	146.7
12.5-17.5		9	3	14.1	59.5	20603.7	2289.3
17.5-22.5		3	4	18.9	86.9	13963.3	4654.4
22.5-27.5		1	5	24.5	73.1	4232.9	4232.8
PALO VERDE							
12.5-17.5	4	1	3	14.0	36.9	1466.3	1466.3
17.5-22.5		3	4	19.4	55.5	22542.5	7514.2
		36	Total			160667.3	
Biomasa Seca gMS TOTAL/I sin clasificar por clase diamétrica				Total		159589.7	
				Error (%)		+0.68	

Leyenda: I (Intervalo de 5 meses); N° Número de observaciones; C.D. Clase Diamétrica; DAP (diámetro a la altura de pecho); Ac (Área de copa). Biomasa en gramos de materia seca/tiempo (gMS TOTAL/I), I (intervalo de tiempo 5 meses)

La Tabla N°56, muestra el balance de biomasa seca (producción de biomasa foliar producida en 5 meses) distribuido por clases diamétricas y estimado a partir de valores modulares.

Tabla N° 56. Valores modulares (V.M.) y estimados de biomasa seca colectada en un intervalo de 5 meses, distribuido por clases diamétricas (C.D.)

C.D.	A (1)	Valores Modulares (V.M.)		Biomasa a partir de V.M. - Referencia	% /C.D.	%/Individuo (Especie)
		gMS/I.pie (Hojarasca) (2)	gMS/I.pie (Ramas menores) (3)	gMS/I.Ha (Hojarasca + ramas) (4)=(2+3)*(1)	gMS/I.Ha (Hojarasca + ramas)	gMS/I.Ha (Hojarasca + ramas)
PALO SANTO						
12.5-17.5	41.0	2236.2	187.3	99373.9	99373.9	99983.3
17.5-22.5	22.1	5110.8	621.4	126893.4	126893.4	123364.2
22.5-27.5	15.8	8373.6	758.0	144389.6	144389.6	144373.3
HUALTACO						
7.5-12.5	30.2	5395.8	262.8	170862.5	170862.5	191372.4
12.5-17.5	21.3	5914.3	378.3	134122.7	134122.7	148067.3
17.5-22.5	30.6	615.1	816.2	43838.4	43838.4	22127.6
22.5-27.5	8.8	3444.8	803.5	37490.2	37490.2	35706.9
ALGARRO						
7.5-12.5	29.5	146.7	0.00	4325.4	4325.4	4842.5
12.5-17.5	26.2	2289.3	246.0	66541.4	66541.4	67266.8
17.5-22.5	11.6	4654.4	1218.7	68039.3	68039.3	60366.2
22.5-27.5	8.7	4232.8	75.6	37377.5	37377.5	41111.0
PALO VERDE						
12.5-17.5	8.8	1466.3	231.1	14978.8	14978.8	13382.2
17.5-22.5	13.3	7514.2	0.00	99828.9	99828.9	103245.0
TOTALES (gMS/I.Ha)				1048062.1	1048062.1	1055208.7

Leyenda: A o Abundancia - Individuos por hectárea (N° Pies/Ha); Intervalo de tiempo I=5meses, C.D. Clase Diamétrica

De la Tabla N°56 para algarrobo, se obtiene valores de 0.35 gMS/m².día de 0.69gMS/m².día, correspondiente al total del balance (Ver ANEXO 11.A.1: Análisis del algarrobo), en bosque seco ralo de llanura (con precipitación acumulada dic-jun de 185mm) inferior a lo encontrado por Cárdenas (1998), medido en un período de 5 meses (febrero a junio de 1998) para bosque tipo sabana de 3.95 gMS/m².día y bosque seco denso 9.16 gMS/m².día (escenario Niño extraordinario).

Cárdenas (1998) menciona para el bosque seco denso, un escenario de El Niño en 1992, con precipitación acumulada de 629.8mm en Piura, la hojarasca alcanzó máximos de producción de 0.74 gMS/m².día (febrero), en los años 1995 y 1996 los máximos fueron de 1.2 gMS/m².día (enero 95) y 0.95 gMS/m².día (agosto 96) y de 2.79 gMS/m².día (febrero 98) con precipitación acumulada entre 1033mm (dic-jun para bosque tipo sabana) y 3196.7mm (dic-jun para bosque seco denso). En este último, las lluvias que se iniciaron en noviembre, permitirían la floración y fructificación de los algarrobos, pese a ello se verificó un efecto golpe a causa de las constantes precipitaciones, pese a ello se verifico mejora en las condiciones para los siguientes años.

La Tabla N°57 muestra el balance total del aporte de biomasa seca a partir de valores modulares V. M.

Tabla N° 57. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de valores modulares V.M.

Captura de Carbono		Mg-MS/ha o tMS/ha			
		Criterio		Error %	±
Referencia (Valores Modulares)	H+R	Totales por C.D.	1.0481	0.5	0.0049
	H		0.9433	0.68	0.0064
Aproximación 1	H + R	%/C.D.	1.0481	0.5	0.0049
Aproximación 2	H + R	%/Individuo (Especie)	1.0552	1.1	0.0121

Leyenda: (H) Hojarasca, (R) Ramas menores

La Figura N°46 muestra la distribución de la biomasa foliar seca por individuo (colectado en dos canastas de 0.7m²), A y B1; dentro de la C.D. clase diamétrica correspondiente (desde 7.5cm con amplitud 5cm), expresado en gMS Hojarasca/I.pie.AC. Donde I, corresponde al intervalo de medición, 5 meses (14 de marzo – 15 de agosto de 2015).

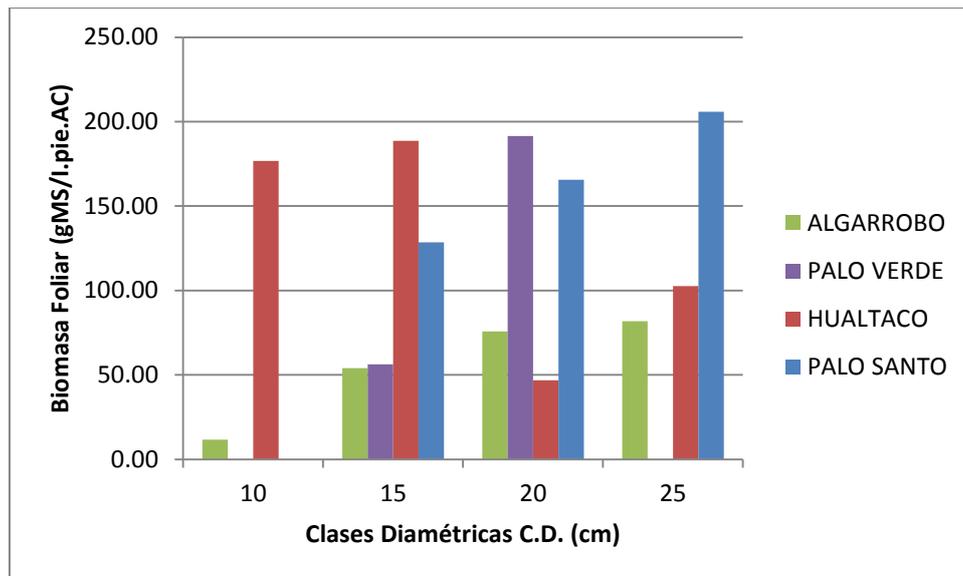


Figura N° 46. Distribución de la biomasa seca colectada en un área determinada

Leyenda: Biomasa foliar seca colectada en un área de colecta = dos canastas de 0.7m² cada una = AC (gMS Hojarasca/l.pie.área de colecta)

La distribución de la cantidad de biomasa seca, colectada en un mismo área para Palo Santo (directamente proporcional DP al diámetro DAP), Hualtaco (producción concentrada en las C.D. 2 y 3, independiente del DAP), Palo Verde (producción DP al DAP) y Algarrobo (producción DP al DAP, con una producción total menor a sus pares), siguieron distribuciones diferenciadas por especie.

La Tabla N°58 muestra los resultados obtenidos de la regresión lineal múltiple de biomasa seca (hojarasca/follaje) para A (Ver ANEXO 11.A).

Tabla N° 58. Regresión lineal múltiple A

ESPECIE	β_0	β_1	β_2	R	R ²	n
PALO SANTO	130.42	1.09	3.53	0.14	0.02	10
ALGARROBO	-54.99	2.09	9.04	0.51	0.26	14
HUALTACO	301.48	-7.83	-2.73	0.51	0.26	8
PALO VERDE	-389.45	18.53	26.98	0.96	0.93	4

La Tabla N°59 muestra el balance total de aporte de biomasa seca a partir de A.

Tabla N° 59. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de la hipótesis A

Captura de Carbono		Mg-MS/ha o tMS/ha			
		Criterio		Error %	±
Referencia	H + R	Totales por C.D.	1.0481	0.5	0.0049
	H		0.9433	0.68	0.0064
Aproximación 1	H + R	% /C.D.	1.0481	0.5	0.0049
Aproximación 2	H + R	%/Individuo (Especie)	1.0552	1.1	0.0121
Estimado	H		3.1925	239.1	7.6338
	H + R	% /C.D.	3.5542	239.8	8.5231
	H + R	%/Individuo (Especie)	3.4832	233.0	8.1168

En el análisis de regresión lineal múltiple, basado en las variables independientes: (X1) DAP (Diámetro a la altura de pecho) y (X2) Dc (Diámetro de copa), en asociación a la producción de biomasa foliar (Y), no hubo dependencia de variables para ninguna de las especies: Hualtaco, Palo Santo (CME=5906.3), Algarrobo (CME=1341.9) y Palo verde. En tal sentido, se reportan errores de sobrestimación (palo santo, algarrobo y palo verde) y subestimación (hualtaco) y en el balance total, errores entre 233 por ciento y 239.1 por ciento.

La Tabla N°60 muestran los resultados obtenidos de la regresión lineal múltiple de la biomasa foliar (hojarasca/follaje) para B1 (ANEXO 11.A).

Tabla N° 60. Regresión lineal múltiple para B1

ESPECIE	β_0	β_1	β_2	R	R ²	n
PALO SANTO	-44.67	20.43	-4.78	0.86	0.74	10
ALGARROBO	-18.13	2.07	0.68	0.52	0.27	14
HUALTACO	309.99	-7.44	-0.77	0.53	0.28	8
PALO VERDE	-279.69	18.78	1.95	0.96	0.92	4

Unidad: gMS/Individuo. I Donde (I): Intervalo de Tiempo (marzo – agosto)

La Tabla N°61 muestra el total de aporte de biomasa por biomasa seca de B1.

Tabla N° 61. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de la hipótesis B1

Captura de Carbono		Mg-MS/ha o tMS/ha			
		Criterio		Error %	±
Referencia	H + R	Totales por C.D.	1.0481	0.5	0.0049
	H		0.9433	0.68	0.0064
Aproximación 1	H + R	% /C.D.	1.0481	0.5	0.0049
Aproximación 2	H + R	%/Individuo (Especie)	1.0552	1.1	0.0121
Estimado	H		0.6184	35.1	0.2172
	H + R	% /C.D.	0.6910	34.7	0.2401
	H + R	%/Individuo (Especie)	0.7010	33.8	0.2369

Nota: No se utilizaron las ecuaciones para la estimación en B1, por inconsistencia estadística.

En el análisis de regresión lineal múltiple, basado en las variables independientes: (X1) DAP (Diámetro a la altura de pecho) y (X2) Ac (Área de copa), en asociación a la producción de biomasa foliar (Y), no hubo dependencia de variables para las especies: Hualtaco y Palo verde. Donde las variables predictivas analizadas, respecto a sus coeficientes de variabilidad, fueron para X1 de 0.26 y en X2 de 0.04.

En Palo Verde, pese a que la asociación es elevada entre las variables, no existe dependencia entre ellas. Este resultado, pudo deberse al número de observaciones utilizadas en el modelo, que fueron 4 (de los 6 individuos encontrados dentro de la sub-parcela), de un total de 8 (individuos encontrados dentro de las parcelas circulares), con densidad promedio de 15 árb./ha entre los niveles medio a alto. Se considera a Palo Verde como una especie despreciable en términos estadísticos (pese a que se determinó un nivel de correlación mayor a 0.96 para las hipótesis A, B1 y B2; se concluyó que la biomasa foliar no depende del DAP, Dc y Ac). Así, el comportamiento de Palo Verde, se reflejaría en que concentra su densidad entre 3.0-7.5cm de diámetro, lo que denota una población regular joven (consistente con lo señalado en la clasificación diamétrica de distribución tipo *J invertida*).

Para algarrobo; resultó en B1 que el 18 por ciento de la variabilidad fue explicada por X1 y 92 por ciento por X2, bajo un análisis independiente de las variables. Donde el 27 por ciento de la variabilidad será explicada por el modelo, con un nivel de asociación entre variables de 0.52; obteniéndose una ecuación estadísticamente no aceptable (CME=1313.1).

Palo Santo, en B1, resultó con dependencia de variables. La variabilidad para X1 y X2 fue de 1.6 por ciento y 43.9 por ciento, respectivamente. La variabilidad del modelo fue del 74 por ciento. Con asociaciones entre variables de 0.86 (CME=1563.5).

En tal sentido, se reportan errores de subestimación para Palo Santo (entre 93.7 por ciento y 97.5 por ciento), con error en el balance total, entre 33.8 por ciento y 35.1 por ciento.

De acuerdo a Barrera et al. (1986) citados por Roque (2017), al comparar los cuadrados medios del error del ANVA de la regresión para los modelos de palo santo y algarrobo en los diseños A y B1, resultaron los modelos bajo el diseño B1, como de mejor ajuste.

La Figura N°47 muestra la distribución de la biomasa foliar seca por individuo (colectado en dos canastas de 0.7m2 y extrapolada al Ac), B2; dentro de la C.D. clase diamétrica (desde 7.5cm con amplitud 5cm), correspondiente, expresado en gMS Hojarasca/I.pie. Donde I, corresponde al intervalo de medición, 5 meses (14 de marzo – 15 de agosto de 2015).

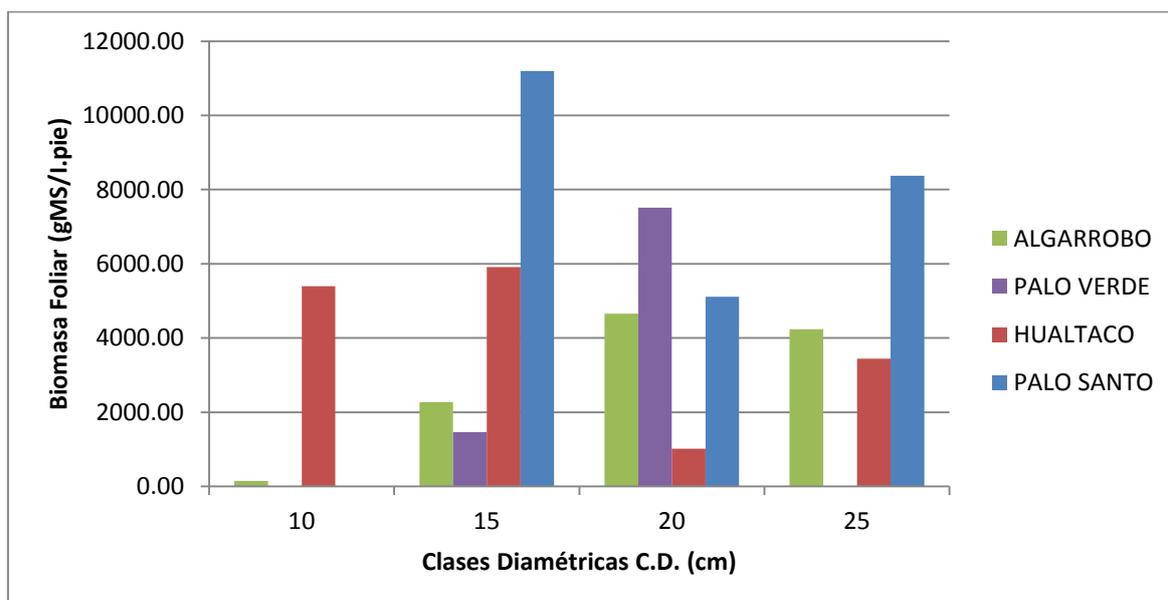


Figura N° 47. Distribución de biomasa foliar por clase diamétrica C.D.

Una vez realizada la extrapolación de lo colectado al área de copa (se consideró copa máxima), la capacidad de producción fue en orden descendente: Palo Santo (inversamente proporcional IP al diámetro DAP y dependiente de la copa), Hualtaco (producción concentrada en las C.D. 2 y 3 donde el Ac no fue dependiente del DAP),

Palo Verde (el comportamiento se mantuvo, DP al DAP) y Algarrobo (concentró la producción en las clases diamétricas C.D. superiores, con dependencia del Ac).

En cuanto a la distribución de la biomasa foliar por C.D. (Figuras N°46 y N°47), se encontraría influenciada por relaciones de altura de copa, volumen efectivo u otros factores (Schomaker et al., 1999), por lo que se invierte el comportamiento de Hualtaco y Palo Santo, respecto a las hipótesis A y B1.

La Tabla N°62 muestra los resultados obtenidos de la regresión lineal múltiple de biomasa seca (hojarasca/follaje) para B2 (ANEXO 11.A).

Tabla N° 62. Regresión lineal múltiple para B2

ESPECIE	β_0	β_1	β_2	R	R ²	n
PALO SANTO	-3176.81631	-26.67930801	207.1020661	0.845131071	0.714246527	10
ALGARROBO	-3768.597083	140.8949684	69.74876957	0.749992288	0.562488431	14
HUALTACO	4535.577728	-191.278626	73.87353289	0.526071215	0.276750924	8
PALO VERDE	-13041.0158	480.9422485	210.0805915	0.994841616	0.98970984	4

La Tabla N°63 muestra el total de aporte de biomasa seca a partir de B2.

Tabla N° 63. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de la hipótesis B2

Captura de Carbono		Mg-MS/ha o tMS/ha			
		Criterio		Error %	±
Referencia	H + R	Totales por C.D.	1.0481	0.5	0.0049
	H		0.9433	0.68	0.0064
Aproximación 1	H + R	% /C.D.	1.0481	0.5	0.0049
Aproximación 2	H + R	%/Individuo (Especie)	1.0552	1.1	0.0121
Estimado	H		0.9194	3.2	0.0295
	H + R	% /C.D.	1.0230	3.1	0.0313
	H + R	%/Individuo (Especie)	1.0293	2.5	0.0254

En el análisis de regresión lineal múltiple, basado en las variables independientes: (X1) DAP (Diámetro a la altura de pecho) y (X2) Ac (Área de copa), en asociación a la producción de biomasa foliar (Y), no hubo dependencia de variables para los casos de Hualtaco y Palo verde. Donde las variables predictivas analizadas, respecto a sus coeficientes de variabilidad, fueron para X1 de 0.15 y en X2 de 0.08.

Para el caso de Hualtaco, se verificó una correlación negativa entre X1 y Y; es decir, a mayor diámetro tendremos menor producción de biomasa, lo que se explicaría por un efecto del vigor, forma, volumen, entre otros parámetros de copa (Bechtold. 2007).

Para algarrobo en B2, se encontró dependencia de variables, donde el 56 por ciento de la variabilidad fue explicada por el modelo con un nivel de asociación elevado entre variables de 0.75. Pese a un mejor ajuste en la ecuación, la tendencia posee una porción negativa. Asociado a valores bajos de hojarasca colectada en la parcela nueve (P09), donde se reportó producción nula entre Mayo y Agosto.

Donde, la producción primaria de biomasa en algarrobo (biomasa foliar) se vio mermada por defoliación causada por plagas. Fue posible, la identificación de larvas de la Familia: *Tortricidae* Género: *sp.* Con una duración del estadio larval de 15 días aproximadamente. Calle (2010) señala mayor daño a nivel foliar, con efectos principalmente durante la floración y fructificación. Así, entre 2013 y 2015 se reportó la disminución significativa de la producción de algarroba (Villegas. 2014), producto de múltiples causas, entre ellas la presencia de plagas. Finalmente para Algarrobo, se obtuvo un modelo adicional con un total de 10 observaciones, donde se descartó los individuos de la parcela P09, no se obtuvo dependencia entre variables. Por lo que el modelo inicial, es considerado estadísticamente aceptable, frente a este último. Teniendo en cuenta que valores negativos, se reportan como cero, tratándose de unidades de masa.

Palo Santo, en B2, resultó con dependencia de variables. La variabilidad para X1 y X2 fue de 12.9 por ciento y 71.2 por ciento, respectivamente. La variabilidad del modelo fue del 71 por ciento. Con asociaciones entre variables de 0.84.

Se reportan errores de sobrestimación en algarrobo (entre 3.3 por ciento y 13 por ciento) y subestimación en palo santo (entre 4.07 por ciento y 32 por ciento), con error en el balance total, entre 2.5 por ciento y 3.1 por ciento.

La Tabla N°64 delimita el intervalo de uso de las ecuaciones generadas, respecto a DAP.

Tabla N° 64. Intervalo de aplicación de las ecuaciones

ESPECIE	DAP (cm)	
	Valor Mín.	Valor. Máx.
PALO SANTO	14.7	27.2
HUALTACO	9.7	26
ALGARROBO	11.6	24.5
PALO VERDE	14	20

La Tabla N°65 muestra los porcentajes de Ramas menores frente a la biomasa foliar por clase diamétrica (C.D.).

Tabla N° 65. Porcentaje de ramas menores frente a biomasa foliar por clase diamétrica C.D. para palo santo, hualtaco, algarrobo y palo verde

%/C.D.	PALO SANTO	HUALTACO	ALGARROBO	PALO VERDE
	-	4.9	-	-
15	8.4	6.4	10.7	15.8
20	12.2	132.7	26.2	0.0
25	9.1	23.3	1.8	-

La Tabla N°66 muestra los porcentajes de Ramas menores frente a la biomasa foliar por especie.

Tabla N° 66. Porcentaje de ramas menores frente a biomasa foliar para palo santo, hualtaco, algarrobo y palo verde

Especie	%/Individuo
Palo Santo	9
Hualtaco	12
Algarrobo	17.5
Palo Verde	3.4

La Tabla N°67 muestra el balance de biomasa seca (producción de biomasa foliar producida en 5 meses) distribuido por clases diamétricas y estimado a partir de ecuaciones múltiples generadas para B2 (algarrobo y palo santo).

Tabla N° 67. Balance total de biomasa seca, obtenido a partir de la hipótesis B2 para algarrobo y palo santo

C.D.	A (1)	Biomasa a partir de ERM		% /C.D.	%/Individuo (Especie)
		gMS/I.pie (Hojarasca) (2)	gMS/I.Ha (Hojarasca) (3)=(1)*(2)	gMS/I.Ha (Hojarasca + ramas)	gMS/I.Ha (Hojarasca + ramas)
PALO SANTO					
12.5-17.5	41.0	1520.5	62348.4	67570.4	67984.8
17.5-22.5	22.1	5330.9	118009.6	132358.8	128677.7
22.5-27.5	15.8	8033.0	127018.4	138516.6	138500.9
HUALTACO					
7.5-12.5	30.2	5395.8	162927.5	171796.9	193522.1
12.5-17.5	21.3	5914.3	126059.1	138563.8	149730.5
17.5-22.5	30.6	615.1	18838.7	58977.9	22376.2
22.5-27.5	8.8	3444.8	30399.5	37490.2	36107.9
ALGARROBO					
7.5-12.5	29.5	0.0	0.0	0.0	0.0
12.5-17.5	26.2	2365.6	62088.1	68760.5	69510.0
17.5-22.5	11.6	4956.3	57417.7	72452.1	64281.3
22.5-27.5	8.7	4784.6	41508.9	42250.6	46470.9
PALO VERDE					
12.5-17.5	8.8	1466.3	12939.4	14978.8	13382.2
17.5-22.5	13.3	7514.2	99828.9	99828.9	103245.0
TOTALES			919384.3	1023030.6	1029327.1

Leyenda: IA o Abundancia - Individuos por hectárea (N° Pies/Ha); Intervalo de tiempo I=5meses. ERM - Ecuaciones de Regresión Múltiple. Los valores estimados a partir de las ecuaciones múltiples, fueron los correspondientes a palo santo y algarrobo, para B2.

Se reportó errores de sobrestimación entre 3.3 y 13.04 por ciento para algarrobo y subestimación entre 4.1 y 32 por ciento para palo santo. En base al porcentaje de ramas menores frente a la hojarasca por Clases Diamétricas (%error entre 1.8 – 132.1) y Especies (%error entre 1.2 – 61.7).

Con los datos obtenidos se determinó el Potencial de Captura de Carbono entre los meses (14 de marzo – 15 de agosto de 2015). Donde, bajo un criterio de peor escenario (biomasa efectiva=biomasa calculada - %error), se obtuvo un aporte de 0.5Mg-C/ha (0.5tC/ha). La masa fue equivalente a 0.14Mg-CO₂/ha (0.14 tCO₂/ha) y con un potencial de captura mensual de 0.028Mg-CO₂/ha.mes(0.028tCO₂/ha.mes).

Los modelos que mejor se ajustaron teóricamente, para la estimación de Captura de carbono (Biomasa foliar), fueron los de Algarrobo y Palo Santo, bajo el análisis B2 (Biomasa foliar colectada y extrapolada al Ac) y porcentaje de ramas menores respecto a hojarasca por Especie (%Especie). Reportándose errores en el balance total entre 2.5 por ciento y 3.1 por ciento (valores subestimados en referencia a valores modulares).

No se encontró validez estadística en que la biomasa seca colectada (producción de hojarasca) estuviera en función a las variables DAP (diámetro a la altura de pecho) y Dc (diámetro de copa), análisis A. Obteniéndose mejores resultados en el análisis entre variables DAP (diámetro a la altura de pecho) y Ac (Área de copa), por medio de modelos de regresión lineal múltiple, bajo el análisis B2.

Con la finalidad de no subestimar las cantidades a reportar de captura de carbono, se consideraron los resultados obtenidos de acuerdo a los valores modulares del conjunto de observaciones, ordenados por clases diamétricas antes de la extrapolación por densidad de individuos, obteniéndose 0.52 Mg-C/ha (0.52 tC/ha) en un intervalo de tiempo de cinco meses.

4.2.2. ALMACENAMIENTO DE CARBONO

(1) Materia Orgánica del Suelo

Las Figuras N°48, N°49, N°50 y N°51, muestran los resultados del %C reportados por compartimento respecto a la pendiente de la parcela y sobre el terreno de estudio (P01 – P09). La distribución de puntos de muestreo corresponde a (1) Parte Alta, (2) Parte Media y (3) Parte Baja de la Parcela, referida a la pendiente de la parcela (ANEXO 11.B.1).

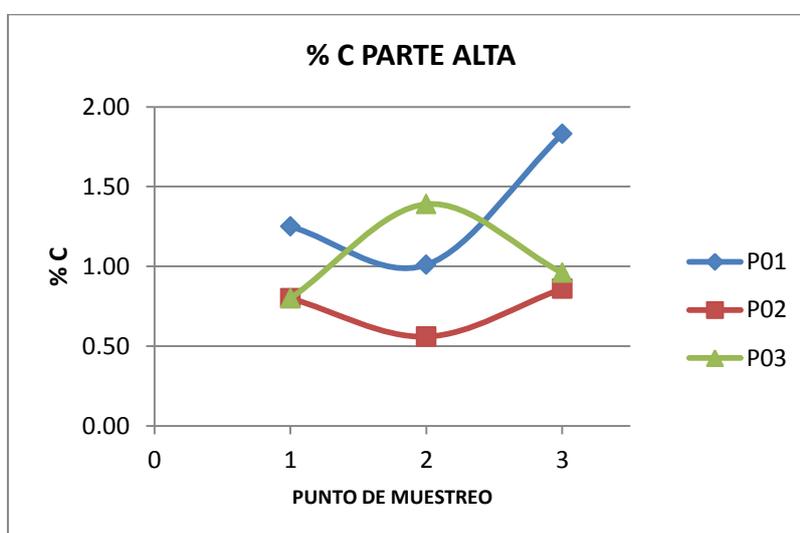


Figura N° 48. Porcentaje de carbono %C en la parte alta

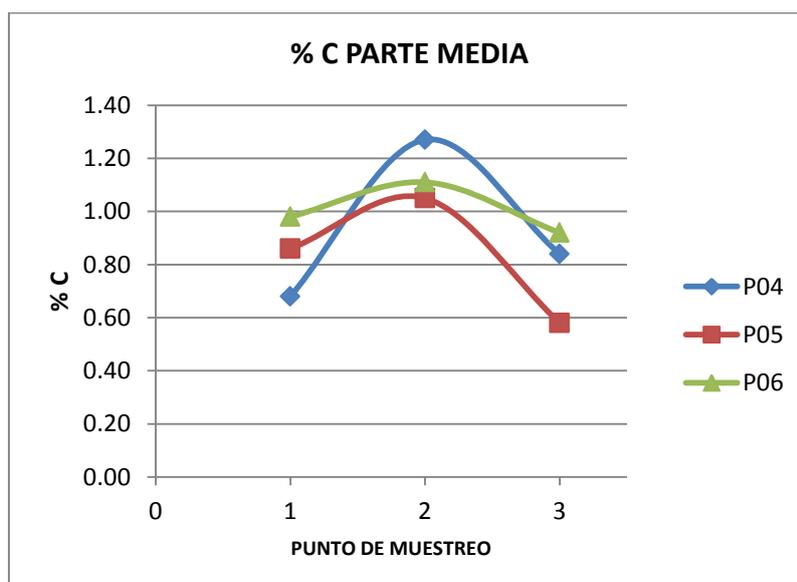


Figura N° 49. Porcentaje de carbono %C en la parte media

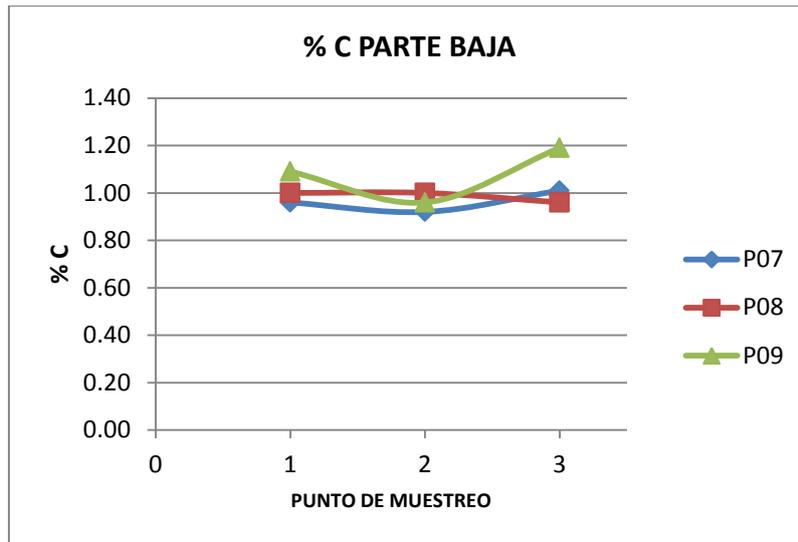


Figura N° 50. Porcentaje de carbono %C en la parte baja

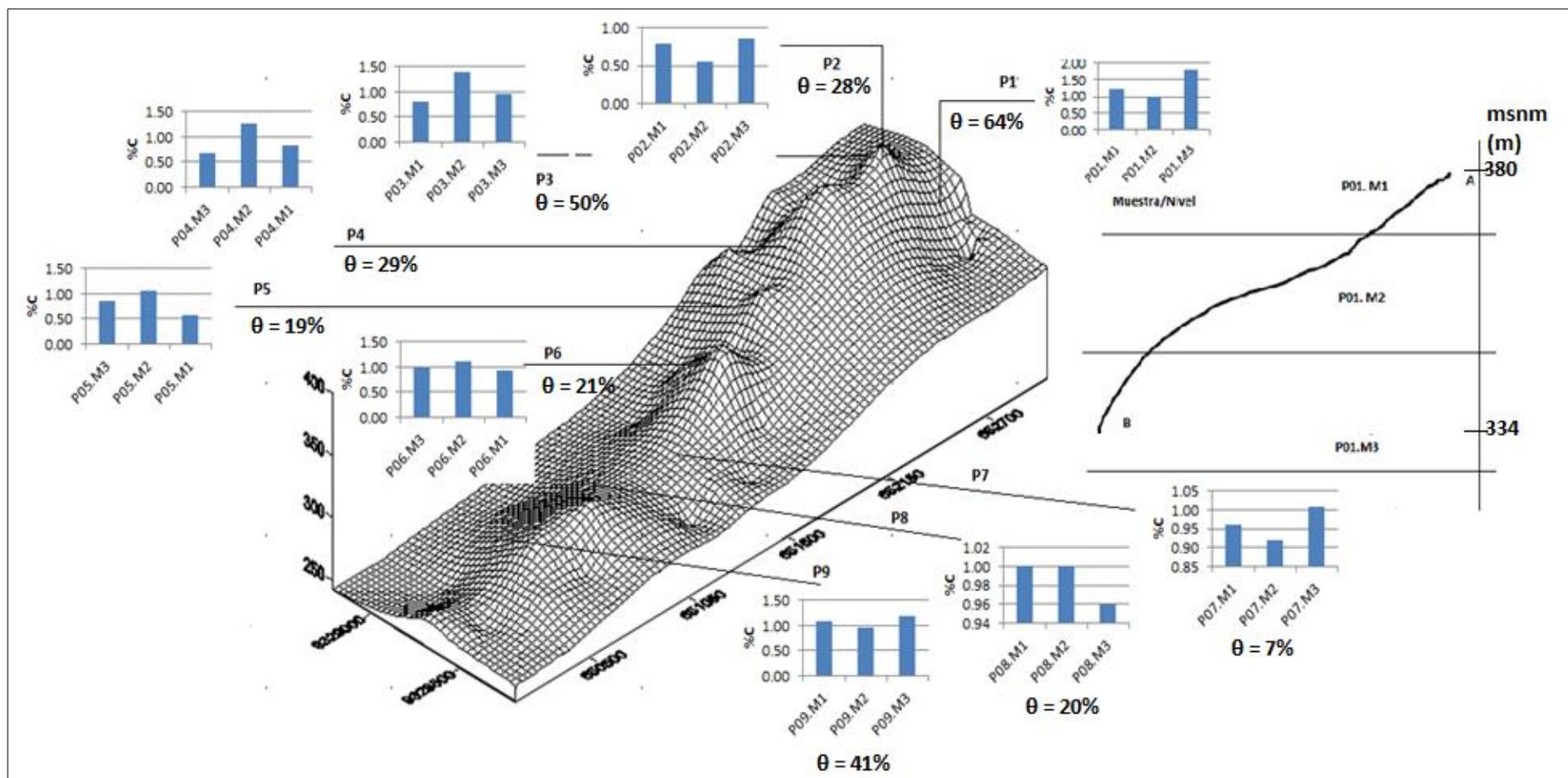


Figura N° 51. Mapa de porcentaje de carbono (%C) en el suelo de las nueve parcelas instaladas

Leyenda: Θ : Pendiente del suelo en % Pi (i=1,2,3,4,5,6,7,8 y 9) Muestra compuesta P0i.Mj (i=1,2,3,4,5,6,7,8 y 9) (j=1,2 y 3)

Se distinguen mayores porcentajes de carbono %C en las partes bajas, un incremento en la parte media y una reducción en la parte alta de las parcelas (P03, P04, P05 y P06).

En las parcelas P01 y P02 se muestran valores medios del %C, seguido de una reducción en la parte media y alto contenido %C en la parte baja. Este comportamiento, puede verse explicado por la pendiente que es mayor en P01. Las parcelas P07 y P09 mantienen esta relación, lo que complementaría a lo referido a las pendientes 7.4% y 40.6%, respectivamente.

La parcela P08 indica una reducción en el %C en la parte baja, menor a lo encontrado en la parte posiblemente más erosionada por la pendiente. Por lo que resulta importante, considerar al factor humano, que podría tener influencia en los resultados obtenidos (poda, recolección, pastoreo, raleos u otras prácticas). Así, el IPCC (2002) menciona un menor contenido de materia orgánica en suelos con mayor degradación (erosión química por degradación biológica, física, eólica, hídrica y antrópica).

La Figura N°52 muestra los Stock de carbono en el suelo por parcela P01 – P09.

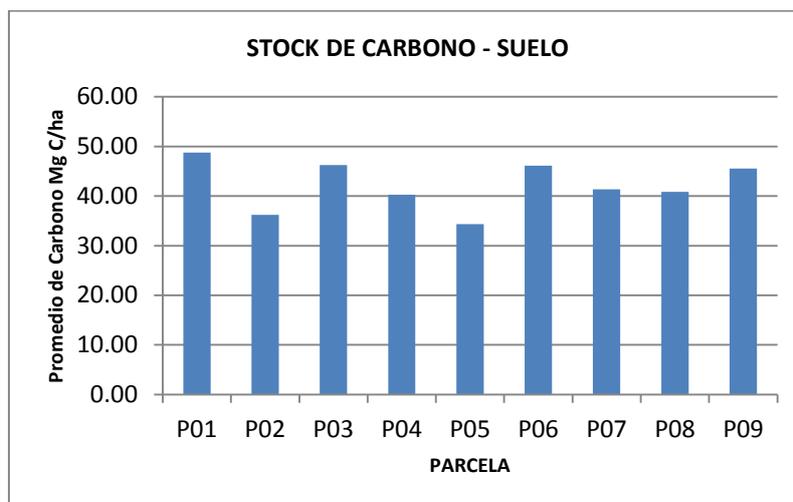


Figura N° 52. Stock de carbono en el suelo por parcela

Con los datos obtenidos se determinó el Potencial de Almacenamiento de Carbono y CO₂ por hectárea para suelos de características semejantes a las descritas en este estudio. Se encontró un promedio de %C de 0.99% frente a un promedio de 2.33% reportado por Maturana y Salazar (2008). Se encontró contenidos de humedad del suelo, entre 0.6 por ciento y 8.5 por ciento (ANEXO 11.B.1 – Tabla N°71), con un stock de carbono orgánico, de 42.19Mg-C/ha o 42.19tC/ha (equivalente a 154.7 tCO₂/ha). Para obtener la relación masa por unidad de área en el tiempo, se consideró una edad del bosque entre 20 – 30 años (promedio 25), obteniéndose la relación 6.19 Mg-CO₂/ha/año (6.19tCO₂/ha/año).

De acuerdo a la reserva promedio de carbono en el suelo, los resultados obtenidos, se encontrarían al nivel de tierras utilizadas para cultivos como palma, coco, bosque de caucho y sistemas agroforestales (ASB. 2010). Mientras que el IPCC (2002), reporta valores menores a 70Mg-C/ha (70tC/ha) para tierras de pastoreo y para zonas agroecológicas estacionalmente secas, entre 36Mg-C/ha a 38Mg-C/ha (hasta los 30cm de profundidad).

(2) Biomasa Aérea Arbórea

La Tabla N°68 muestra en la columna A, la densidad básica de las especies de estudio a nivel de ramas mayores: Hualtaco, Palo Santo, Algarrobo y Palo Verde (ANEXO 11.B.2 - Tabla N° 72). La columna B, muestra el promedio de Carbono almacenado en ramas mayores y fuste por individuos, de las especies estudiadas (ANEXO 11.B.2 - Tabla N° 72).

Tabla N° 68. Densidad básica

Especie	Densidad Básica (A) (g/cm ³ = t/m ³)	Promedio (B) (Mg-C/Ind o tC/Ind)
HUALTACO	0.402	0.017
PALO SANTO	0.355	0.010
PALO VERDE	0.787	0.011
ALGARROBO	0.747	0.014

De acuerdo a Hacke et al. (2001) y Markestejin et al. (2011) citados por Álvarez et al. (2013), valores de alta densidad básica de la madera, estarán relacionados a la capacidad de ciertas especies a resistir períodos prolongados de sequía. Así, se espera una mayor adaptabilidad de Algarrobo y Palo verde en este tipo de bosque. Para el caso de la densidad de Palo Santo, 0.355g/cm³, el valor es superior a lo reportado por Álvarez et al. (2013) de 0.286 g/cm³ determinado a nivel del fuste a 1.3m del nivel del suelo en bosques secos colombianos.

La Tabla N°69 muestra el total de carbono almacenado en el fuste y ramas mayores, de acuerdo a la clasificación diamétrica, obtenido a partir del total de individuos encontrados dentro de la sub parcela (Anexo 11.B - Tabla N°73).

Tabla N° 69. Carbono almacenado en el fuste y ramas mayores de palo santo, hualtaco, algarrobo y palo verde

Intervalo	C.D.	Promedio (Mg-C/Ind o tC/Ind)	N°Ind/ha	Cantidad de Carbono Mg-C/ha o tC/ha	ESPECIE (%Total Mg-C/ha o tC/ha)
5.0-7.5	5	0.002	9.4	0.014	Palo Santo
7.5-12.5	10	0.007	40.4	0.287	
12.5-17.5	15	0.018	41.0	0.735	
17.5-22.5	20	0.008	22.1	0.176	
22.5-27.5	25	0.034	15.8	0.541	41
5.0-7.5	5	0.005	13.8	0.066	Hualtaco
7.5-12.5	10	0.003	30.2	0.090	
12.5-17.5	15	0.006	21.3	0.131	
17.5-22.5	20	0.018	30.6	0.544	
22.5-27.5	25	0.010	8.8	0.090	22
5.0-7.5	5	0.003	18.4	0.060	Algarrobo
7.5-12.5	10	0.006	29.5	0.164	
12.5-17.5	15	0.011	26.2	0.301	
17.5-22.5	20	0.024	11.6	0.277	
22.5-27.5	25	0.031	8.7	0.271	26
5.0-7.5	5	0.008	17.6	0.142	Palo Verde
12.5-17.5	15	0.011	8.8	0.101	
17.5-22.5	20	0.018	13.3	0.234	11
TOTAL				4.225	

La biomasa seca encontrada en el fuste y ramas mayores estuvo entre 0.7Kg y 147Kg. Mientras que en algarrobo, osciló entre 4.4Kg y 73Kg. Donde en comparación a lo reportado por Llanos (2010) resultan ser menores (entre 6.7Kg y 1463.5Kg, este último de DAP 55.7cm). A su vez, se distingue en el estudio citado, edad forestal entre 18 a más de 37 años y DAP entre 10cm y 55.7cm, frente a las reportadas en el presente estudio, de edad entre 18 y 30 años y DAP entre 7.3cm y 24.5cm (Tabla N°53).

Con los datos colectados del número de individuos por hectárea, categorizados en clases diamétricas y la relación de biomasa almacenada por individuo. Se obtuvo el Potencial de Almacenamiento de Carbono por hectárea para Palo Santo, Hualtaco, Algarrobo y Palo Verde, con aportes de 41 por ciento, 22 por ciento, 26 por ciento y 11 por ciento, respectivamente.

El stock de carbono obtenido fue de 4.23 Mg-C/ha (equivalente a 15.49 Mg-CO₂/ha). Para obtener la relación masa por unidad de área en el tiempo, se consideró una edad del bosque entre 20 – 30 años (promedio 25), obteniéndose la relación 0.62 Mg-CO₂/ha.año.

La cantidad de Carbono almacenado (de acuerdo al alcance del presente estudio) se obtuvo por la suma de la Materia Orgánica del Suelo y la Biomasa Aérea Arbórea, 46.42 Mg-C/ha. Obteniéndose en 159.3 hectáreas, un total de 7393.91Mg-C almacenado.

El stock reportado entre carbono capturado (biomasa foliar y una porción de ramas menores) y almacenado por la biomasa aérea arbórea (ramas mayores y fuste), resultó en 4.747 Mg-C/ha, valor superior a lo reportado por Anderson, et al. (2014) de 3.01 Mg-C/ha con incertidumbre entre 60 – 80 por ciento, que al sumar, resulta en un rango entre 4.8 – 5.4 Mg-C/ha. Donde, los contenidos de carbono almacenado (biomasa aérea) y la capacidad de captura de carbono en la masa forestal son bajos. Pese a ello, su contribución puede ser relevante considerando que los bosques secos conforman el 3.2 por ciento de los bosques en el país (MINAM, 2013; Otivo, 2008).

Finalmente; de acuerdo a Cueva y Labán (2011) y en base al valor promedio referido por los citados, de 23 por ciento (relación biomasa subterránea por raíces y biomasa aérea), se obtendrá un stock de 5.838 Mg-C/ha.

V. CONCLUSIONES

Siguiendo la metodología planteada en el presente estudio, arribamos a las siguientes conclusiones.

- El potencial de captura de carbono en la producción primaria (biomasa foliar) del bosque estudiado (bosques secos de colina y montaña), sumó 0.1Mg-C/ha.mes (0.1tC/ha.mes). Donde, la biomasa seca colectada (hojas colectadas antes de llegar al suelo) se concentró entre las clases diamétricas de centro 15 y 20cm y área máxima proyectada Ac, entre 40 y 60 m². A su vez, se evidenció defoliación marcada en algarrobo, producto de la presencia de plagas. Identificándose al lepidóptero *Tortricidae* sp, cuyo ataque va direccionado al fruto y en el estado larval al follaje. Como indicador de la presencia de plagas en los otros individuos estudiados, se colectó excremento dentro de canastas, instaladas en la base de la copa, encontrándose en palo santo entre 4.8 g/m² y 51.8g/m² masa seca de excremento, en hualtaco entre 21.5 g/m² y 47.8 g/m² y en palo verde de 19.9 g/m². De los modelos construidos para la extrapolación de carbono capturado, presentaron validez estadística los modelos para algarrobo y palo Santo, con variables X1: DAP (diámetro a la altura de pecho), X2: Ac (Área de copa) e Y: Biomasa seca extrapolada al Ac.
- La capacidad de almacenamiento de carbono de fustes (DAP>5cm) y ramas mayores del bosque estudiado (bosques secos de colina y montaña), a la fecha de medición (2015), sumó 4.2Mg-C/ha (4.2tC/ha) y en el suelo de 42.19Mg-C/ha (42.2tC/ha). Los aportes promedio de carbono por individuo (considerando fuste y ramas mayores), relacionados a la distribución diamétrica, resultaron en hualtaco (0.017Mg-C/Ind o 0.017tC/Ind) con distribución normal de tendencia regular pre madura, en algarrobo (0.014Mg-C/Ind o 0.014tC/Ind) dirigida a una tendencia regular más joven que palo santo (0.01Mg-C/Ind o 0.01tC/Ind).

Mientras que palo verde (0.011 Mg-C/Ind o 0.011tC/Ind) describió un comportamiento regular maduro. Así, las especies representativas fueron en la parte alta, palo santo (bosque seco de montaña) con un dominio de 2.2m²/ha; parte media, hualtaco (bosque seco de colina y bosque seco ralo de llanura) de 1.9m²/ha y en la parte baja, algarrobo (bosque seco ralo de llanura) con dominio 0.9m²/ha. Mientras que palo verde se concentró en el Bosque seco de colina (parte media – alta), presentando un dominio de 0.7m²/ha. Así, algarrobo y palo verde presentaron distribución tipo “*J invertida*”, característica que indicaría un cambio constante de individuos.

- En cuanto a la contribución a la mitigación y también a la adaptación frente al cambio climático, por parte de los bosques tropicales estacionalmente secos de la costa norte del Perú, se puede considerar como relevante, en la medida que estos bosques se distribuyen en zonas con baja cobertura vegetal arbórea (Núcleo Pacífico Ecuatorial del bioma Bosque Tropical Estacionalmente Seco). Donde, el bosque es susceptible a cambios en los factores climáticos asociados, ocurriendo una respuesta inmediata frente a precipitaciones (relación directa) y temperatura (relación inversa) (registro fotográfico mayo de 2014 y 2015) con presencia de vegetación del tipo herbácea y arbustiva, las que no fueron evaluadas en el presente estudio. En tal sentido; se identificaron a la tala selectiva por la población local y foránea, al aumento de la población, al incremento de las áreas de cultivo y al pastoreo excesivo como principales factores de riesgo para el bosque. Siendo, las prácticas sostenibles para el manejo del bosque, como el manejo de cultivos por sistemas agroforestales, rondas campesinas y técnicas culturales de protección frente al ganado (canastas de protección a plántones arbóreos), herramientas de gestión sostenible del mismo (gobernabilidad).

VI. RECOMENDACIONES

- A la comunidad: Incluir dentro de los planes de reforestación, a la especie Palo verde. Donde, la tendencia de esta especie es de desaparecer o un posible repoblamiento en las partes media a alta. Donde, esta especie es valorada por su follaje, que sirve de alimento para el ganado.

- Trabajar el Área de intercepción lumínica, Tamaño (área real de la copa), bajo la premisa de que a mayor número de diámetros, mejor ajuste con menor error de estimación), Forma, Características y/o Efectos de la copa, Relaciones suelo – copa – biomasa, Cobertura vegetal u otros parámetros de crecimiento, teniendo en cuenta que no se encontró adecuado el uso de DAP y Dc como predictores de Biomasa foliar, a diferencia del uso conjunto de DAP y Ac. Recomendándose el uso de los modelos establecidos para el cálculo de carbono capturado por especies palo santo y algarrobo. Restringiéndose su uso dentro del área de estudio y zonas de características similares a las descritas en el presente estudio.

$$Y = \beta_0 + \beta_1.X_1 + \beta_2.X_2$$

ESPECIE	β_0	β_1	β_2	R	R ²
Palo Santo	-3176.81631	-26.67930801	207.1020661	0.845131071	0.714246527
Algarrobo	-3768.597083	140.8949684	69.74876957	0.749992288	0.562488431

- Se sugiere realizar estudios sobre los cambios en los sistemas forestales, tras la ocurrencia de perturbaciones antrópicas o por efecto del cambio climático (incendios forestales, recolección de productos forestales maderables y no maderables, pastoreo, incidencia de plagas u otros).

- Se sugiere realizar estudios de agua subterránea y precipitación como fuentes hídricas. Así mismo, la evaluación de la escorrentía, recarga y su relación con la vegetación (erosión, evapotranspiración).

- Incorporar estudios similares al presente trabajo de investigación a Líneas Base de investigación, desarrollo académico y tecnológico en cambio climático; que a la fecha, aún resulta ser una debilidad a nivel del GTRCC (Grupo Técnico Regional de Cambio Climático) e implementar y/o validar los mismos en convenio con instituciones u organizaciones privadas y del estado que complementen la Estrategia Regional de Cambio Climático de Lambayeque, en su Línea Estratégica N° 08 del Plan de Acción de los Sectores Forestal e Información, Investigación y Tecnología.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta M, Quednow K, Etchevers J y Vonreal C. 2001. Un método para la Medición del Carbono Almacenado en la Parte Aérea de Sistemas con Vegetación Natural e Inducida en Terrenos de Ladera en México. INIFAP - Escuela de Postgraduados de México.
2. AIDER (Asociación para la investigación y el Desarrollo Integral). 2013. Mejorando capacidades para elaborar proyectos REDD en ecosistemas de Bosque Seco. Programa de Manejo Forestal de IICA (MFS). 58p
3. Ajbilou, R; Arroyo, J y Marañón, T. 2003. Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. Investigación Agraria: Sistemas de Recursos Forestales. 12(2) 111 – 123. 12p. Disponible en Consultado el 08 de octubre del 2016 https://www.researchgate.net/publication/28063127_Distribucion_de_clases_diametricas_y_conservacion_de_bosques_en_el_norte_de_Marruecos
4. Álvarez L, R; Quiceno U, NJ y Tangarife M, GM. 2016. Estimación del contenido de biomasa, Fijación de Carbono y Servicios Ambientales, en un área de bosque Primario en el Resguardo indígena Piapoco Chiguiro-Chátare de Barrancominas, Departamento del Guainía (Colombia). Luna Azul ISSN 1909-2474. DOI: 10.1715/luaz.2016.43.9. 32p
5. Álvarez, E; Benítez, D; Cogollo, A y Velásquez, C. 2013. Densidad básica del fuste de árboles del bosque seco en la Costa Caribe de Colombia. Rev. Intrópica ISSN 1794-161X.8. 12p
6. Anderson, C., Asner, G., Chadwick, K., Farfan, W., Higgins, M., Knapp, D., Llactayo, W., Martin, R., Mascaro, J., Neyra, A., Silman, M., Sinca, F., Sousan, S. y Tupayachi, R. 2014. Geografía del Carbono en Alta resolución del Perú: Un Informe Conjunto del Observatorio Aéreo Carnegie y el Ministerio del Ambiente del Perú. 69p

7. Armstrong, FB y Bennet, TP. 1982. Bioquímica. Traducido: Editorial Reverté. Barcelona. Edición original: Oxford University Press. 522 p
8. Arrascue L, AA. 2015. Evaluación de la Efectividad del Manejo de Áreas de conservación Regional: Casos Cordillera Escalera (San Martín) y Bosques Secos de Salitral – Huarmaca (Piura). Tesis para optar el grado de Magister en Desarrollo Ambiental PUCP. 185p
9. ARS (Partnership for the Tropical Forest Margins). 2010. Estimaciones de costos de oportunidad de REDD+ (Manual de capacitación) - Capítulo 5: Medición del carbono de los usos de la tierra. Versión 1.4. 33p
10. ASPROBOS (Asociación de Protección de los Bosques Secos del Caserío el Choloque- Sector El Cardo). 2004. Plan de Manejo Forestal Comunitario para los Bosques del Choloque. Motupe - Lambayeque. Proyecto de Promotores Campesinos y Comuneros. Boletín Campesino N°02. 20p
11. Baena Paz, G. 2009. Seguridad Humana: Posibles Soluciones a un Conflicto. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera Edición.
12. Baker, T; Honorio, E. 2010. Manual para el Monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Universidad de Leeds e Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Lima, 54p.
13. Bechtold, W; Burkman, WG; Cox, SM; Latelle, D; Schomaker, M; Zarnoch, S. 2007. Crown-Condition Classification: A Guide to Data Collection and Analysis. USDA. Asheville, NC. 92p.
14. Bhandari, N; Fehrmann, L; Kleinn, C. sf. Antología de conocimiento para la evaluación de los recursos forestales nacionales: Observaciones y mediciones. 14p
15. Borrero B, JC. 2012. Biomasa Aérea y contenido de carbono en el Campus de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. Tesis para optar el Grado de Ecólogo. 63p
16. Brown S.; Gillespie A,JR; Lugo, AE. 1989. Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data. Forest Science. Vol.35

17. Brown S; Lugo AE. 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia*, Vol. 17, No. 1.
18. Calderón, A; Medina, P. 2015. La semilla en buena tierra: Sistematización de la Primera Etapa. Producido para: Asociación de Protección de los Bosques Secos del Caserío Choloque (ASPROBOS).
19. Calderón, D; Solís, D. 2012. Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas de tres estados de desarrollo del bosque de Pino (*Pinus oocarpa*, L) Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua. Trabajo de Grado para optar el Título de Ing. Forestal de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Universidad Nacional Agraria.
20. Cancino C, J. 2012. Dendrometría Básica. Editorial de la Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Chile. 171p
21. Calle, V; Unsihuay, F. 2010. Guía de Meteorología General. Facultad de Ciencias. UNALM - Universidad Agraria la Molina. Lima.
22. Calle, Z; Giraldo, C; Molina, EJ., Molina, CH, Montoya L, J. y Reyes, LK. 2010. Ciclo Biológico de la Polilla Defoliadora de *Prosopis juliflora* (algarrobo) en un sistema silvopastoril del Valle del Cauca, Colombia (Dispositivas). Congreso Latinoamericano Agro forestería – Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.
23. Capó A, MA; Meza R, J; Reynoso P, A; Rodríguez L, R; Valencia M,S. 2008. Crecimiento y Características de la Copa de Procedencias de *Pinus greggi* Engelm en Galeana, Nueva León. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 31 (1): 19 - 26, p. 24. Fuente original: Schomaker M, S Zarnoch, K Stolte (1999) Tree crown condition indicator.
24. Cárdenas C, CA. 1998. El impacto del Evento el Niño en la Productividad Primaria de los Bosques Secos de Algarrobo de Sechura y Tambo Grande. Piura. Diciembre 1997 – Junio 1998. Tesis para optar el Grado de Bióloga. Universidad Nacional Agraria la Molina. PE. 158p

25. Cárdenas Castillo, CA. 1998. El Impacto del Evento El Niño en la Productividad Primaria de los bosques Secos de Algarrobo de Sechura y Tambogrande. Piura. Diciembre 1997 – Junio 1998. Tesis de Grado para optar el título de Bióloga. Universidad Nacional Agraria.
26. Carón, MM; Dalmasso, AD; Ortín, AE; Verheyen, K. 2015. Regeneración post fuego en un bosque tropical seco del Monte en el noroeste de Argentina. 13p
27. Carrera G, F; Kanninen, M; Kleinn, C; Louman, B; Mejía, A; Morales H, D; Nuñez B, LA; Ortiz M, E; Quirós M, D; Segura M, MA; Stanley, S; Villalobos, R. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Eds. Orozco, L; Brumer, C. Turrialba, C.R. CATIE, 278p
28. Cayola P., LE. 2004. Composición y Estructura florística del Bosque Seco Semideciduo Andino, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi – La paz, Bolivia. Tesis de grado para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón.74p.
29. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2002. – SERIE Manuales N° 18. Desafíos y propuestas para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental de América Latina y el Caribe. Estudios de Caso: Brasil, Subregión Caribe, Chile, Colombia, Guatemala, México y Venezuela. (Pág. 220). United Nations Publications. 342p
30. Congreso Internacional de Bosques Secos “Oportunidades y alternativas de lucha contra la desertificación y la pobreza”. 2003. Piura – Perú.
31. Conte G, M. 2017. ACDE EPRESA. Publicado el 08 de setiembre de 2017. Consultado el 11 de octubre del 2017. Disponible en <http://empresa.org.ar/2017/argentina-en-los-mercados-de-carbono-del-acuerdo-de-paris/>
32. Corvalán, P.; Hernández, J. s.f. Apuntes de Dendrometría: Medición de copas y raíces. Universidad de Chile.
33. Cruz, A, Ibañez, N, Roldán A; Parra, F. 2014. Erosión Genética (Papa, maíz y cultivos asociados, granos y/o raíces) – Apurímac, Ayacucho, Cusco,

- Huacavelica, Húanuco, Junín y Puno. Proyecto: Garantizando la Seguridad Alimentaria y Conservación de Recursos Fito-genéticos por parte de agricultores Alto-Andinos vulnerables al Cambio Climático en un Centro de Origen y Diversificación.
34. Cruz A, TE. 2015. Caracterización fisonómica del bsoques eco de Quebrada Pariñas – Talara. Tesis para optar el Título de Biólogo de la Universidad Nacional de Piura. Perú. 66p
 35. Cuentas R, MA. 2015. Estudio y análisis de la biodiversidad, distribución y conservación de los bosques secos en Lambayeque. Tesis para optar el grado de Licenciada en Geografía y Medio Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Perú. 185p
 36. Cueva, K. 2015. Metodología de procesamiento y análisis de datos del inventario Forestal Nacional (IFN). Programa Nacional Conjunto ONU REDD Paraguay. 35p
 37. Chauchard L; Gonzales M.; Maresca L; Mazzuchelli M; Rabino A; Sbrancia, R. 2001 Bosque: Artículos. Vol 22 N°1. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile. p. 94
 38. Cueva O, EG; Labán C, GL. 2011. Estimación del contenido de carbono en la biomasa aérea y radicular en el Bosque Seco Tropical Angostura – Faical, Tumbes – Perú. Tesina para optar el Diploma en Metodologías para la Estimación de Carbono en Bosques Tropicales. 41p
 39. Dance, J; Ojeda, W. 1979. Evaluación de los recursos forestales del trópico peruano. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. PE. 119p
 40. Dauber, E. 1995. Guía Práctica y Teórica par el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. BOLFOL. Proyecto de manejo forestal sostenible del Ministerio de Desarrollo sostenible y medio ambiente. Santa Cruz, BO. 53p
 41. Dauber, E; Guzmán, R; Terán, J. 2004. Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. 10p

42. Dauber, J; Jones, MB; Stout, JC. 2010. The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. Consultado el 04 de noviembre del 2017. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1757-1707.2010.01058.x/full>
43. Dávalos S, R; Rodriguez M, M; Martínez PC, E. 2008. Capítulo 16: Almacenamiento de Carbono. 349p
44. Delacámara, G. 2008. Análisis económico de externalidades ambientales: Guía para decisores. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). p. 82
45. Delgado, M; Recavarren, P. 2012. Guía de Campo, Diseño y Metodología: Estimación del Carbono almacenado en el Santuario Histórico Bosque de Pomac SHBP. AIDER (Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral), Lambayeque-Perú.
46. Dostert, N; Cano, A; La Torre, M; Roque, J y Weigend, M. 2012. Hoja botánica: Algarrobo. Proyecto Perú biodiverso de GIZ, SECO, MINCETUR, PROMPERU y MINAM. 16p
47. Dudley, BD; Flint H, R and Ostertag, R. 2014. Groundwater availability mediates the ecosystem effects of an invasión of *Prosopis pallida*. *Ecological Applications*, 24: 1954–1971. doi:10.1890/13-1262.1
48. Espinosa, CI; De la Cruz, M; Luzuriaga, AL; Escudero, A. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Revista Ecosistemas* 21: 167–179
49. Espinosa, CI. 2012. Estructura y Funcionamiento de ecosistemas secos del Sur de Ecuador. Tesis para optar el título de Doctor. Departamento de Biología Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. p. 171
50. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). s.f. Medición de ángulos verticales y de pendiente. Consultado el 04 de noviembre de 2016. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao_training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s04.htm#top

51. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1981. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los Trópicos. Roma. Vol. 1. 100p
52. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Inventario Forestal Nacional: Manual de Campo (Modelo). Departamento de Montes. Guatemala. 89p
53. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Inventario Forestal Nacional de Nicaragua. Roma. Consultado el 16 de octubre del 2015. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=L7FCM8nQ8g8C&pg=RA2-PR28&lpg=RA2-PR28&dq=biomasa+t.m.s.+ha-1&source=bl&ots=bmJx_r-oKO&sig=IMQD8Ne9VWUUh4TA2YLJMfwZbkes&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiavPn8xbzWAhWJWCYKHbPzDxoQ6AEIOTAH#v=onepage&q=biomasa%20t.m.s.%20ha-1&f=false
54. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2015. Global Forest Resources Assessment. 54p
55. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2015. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015: Informe Nacional Perú. Roma. 162p
56. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016. Bosques y Cambio Climático_Documento de trabajo 14: Los Bosques y el Cambio Climático en el Perú. Roma.142p
57. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2017. Innovations in desert and drylands farming. Consultado el 11 de octubre del 2017. Disponible en <http://www.fao.org/climate-change/en/>
58. Finer, M; Jenkins, C; Blue Sky, M and Pine, J. 2014. Logging Concessions Enable Illegal Logging Crisis in the Peruvian Amazon. Consultado el 28 de febrero del 2018. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjh5vP2393ZAhXRTN8KHVmiDaYQFgg6MAI&url=http%3A%2F>

www.ciel.org/news/flogging-concessions-enable-illegal-logging-crisis-in-the-peruvian-amazon&usg=AOvVaw3zowUlh7yKpAhufaJvL1RT

59. Flores P, A. 2016. Does structural parasitism by epiphytes exist? A case study between *Tillandsia recurvata* and *Parkinsonia praecox*. *Plant Biol J*, Vol. 18: 463–470. 7p. DOI:10.1111/plb.12406
60. Galetti, LA; Maturo HM; Mogni VY; Oakley LJ y Prado DE. 2015. Biogeografía y Florística de los Bosques Secos Estacionales Neotropicales (BSEN). *Revista OKARA: Geografía en debate*. V. 9, n. 2. p. 275-296
61. Garatuza P, J; Quiroz G, R y Zorogastúa C, P. 2011. Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de Satélite en Piura – Perú. *Ecología Aplicada*, 10(1) ISSN 1726 – 2216. Departamento Académico de Biología UNALM. 10p
62. Gastón C, A; Grados, N y Juárez N, G. 2016. Insectos asociados a *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl.exWild.) en el campus de la Universidad de Piura, Perú. *Zonas Áridas* 16(1): 28-51. 24p
63. Gayoso, J; Guerra, J. y Schlegel, B. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 17p
64. Gayoso, J y Guerra, J. 2005. Contenido de carbono en la biomasa de carbono en bosques nativos de Chile. CL FONDEF. 47p
65. Geist, H; Lambin E. 2002. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. 143p
66. Gobierno Regional de Lambayeque (GORE). 2014. Estrategia Regional ante el Cambio Climático. Acompañamiento Técnico: Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos del Ministerio del Ambiente. 101p
67. Guarino, L y Maxted, N. 2006. Genetic erosion and genetic pollution of crop wild relatives. In Brian V. Ford-Lloyd, Dias, S and Bettencourt, E. (Eds). *Genetic Erosion and Pollution Assessment Methodologies Proceedings of PGR*

- Forum Workshop 5. Terceira Island, Autonomous Region of the Azores. Portugal del 8 al 11 del 2004.
68. Hakkila. 1989. Utilization of residual forest biomass. Berlin DE. 568p. citado por Llanos A, ME. 2010. Determinación de la biomasa aérea total del algarrobo *Prosopis pallida* (H&B. Ex Willd) HBK var *Pallida* Ferreira en los bosques secos de la comunidad campesina José Ignacio Távara Pasapera del Departamento de Piura. Tesis para optar el Grado de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. 120p
69. Hocquenghem, AM. 1998. Para vencer la muerte. Centro Nacional de investigación Científica. Lima. 445p
70. Hocquenghem, AM. 2001. Una Historia del Bosque Seco. Centro Nacional de investigación Científica. Lima PE. Cap. IV, Pág. 231 – 254
71. Ibañez, JJ. 2006. Los suelos y el ciclo del Carbono: Las cifras. Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC. España. Consultado el 01 de diciembre de 2016. Disponible en <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/09/29/43982>
72. INDECI (Instituto de Defensa Civil). 2013. Base de datos (BD) Emergencias y Desastres 2003-2013. Consultado el 15 de octubre del 2017. Disponible en https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2013/index.html
73. INDECI (Instituto de Defensa Civil). 2015. Base de datos (BD) Emergencias y Desastres 2003-2013. Consultado el 04 de noviembre del 2017. Disponible en https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2014-2015/data/cd-info02/2015_1.html
74. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú). 2010. Indicadores demográficos, sociales, económicos y de Gestión Municipal. Lambayeque: Censos de Población XI y Vivienda VI – 2007
75. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú). 2015. Perú: Síntesis Estadística. 107p

76. INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 2003. Proyecto Algarrobo: Mapa de Bosques Secos del departamento de Lambayeque. Memoria descriptiva. Lima, PE. 43p
77. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Changes). 1995. Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge University Press. U. K.
78. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Changes). 1996. Revised guidelines for national greenhouse gas inventories. México. Public in Report of the twelfth session of the Intergovernmental Panel on Climate Changes.
79. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Changes). 2000. Climate Change 2001: The Basis Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Consultado el 10 de enero del 2018. Disponible en www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wgl/099.htm
80. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Changes). 2000. Informe Especial del IPCC: Uso de la Tierra, Cambio de uso de la Tierra y Silvicultura. PNUMA/OMM.
81. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Changes). 2002. Informe sobre recursos mundiales de suelos: Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Francia. 83p
82. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Changes). 2008. Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Suecia. 114p
83. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Changes). 2014. Cambio Climático 2014: Mitigación del cambio climático (Resumen para responsables de políticas). 40p
84. IUCPP (IUC Partner Programme: VLIR USO Sharing Mimos, Changing Lives, Belgische ontwikkelingssamenwerking y la Universidad Nacional Agraria La Molina). 2013. Proyecto 2: Desarrollo de cadenas de valor para la conservación de la biodiversidad y mejora de vida rural - El árbol de Sapote (Capparis scabrida) como recurso forestal. 32p

85. Kanninen M. 2000. Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica CATIE, Turrialba, Costa Rica.
86. Kumar, K. 1993. Rapid Appraisal Methods. World Bank Regional and Sectoral Studies. Washington, D.C. 230p
87. La Torre-Cuadros y Linares-Palomino, R. 2008. Mapas y clasificación de vegetación en ecosistemas estacionales: Un análisis cuantitativo de los bosques secos de Piura. Rev. Perú. biol. Vol. 15 (1): 31 – 42. Lima, PE. 12p
88. Larson, A; Barrios, J. 2006. Descentralización forestal y estrategias de vida en Guatemala. Políticas Forestales y Gestión Local (Pág. 43). CIFOR. 76p
89. León, B. 2006. Bombacaceae endémicas del Perú. Rev. Peru biol. N°13(2): 175 – 176. Facultad de Ciencias biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2p
90. León T, AY. 2016. Reserva de Carbono en bofedales y su relación con la florística y condición del pastizal. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal UNALM. 91p
91. Linares P, R. 2004. Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y Composición Florística. Arnaldoa.
92. Linares P, R. 2005. Revista Zonas Áridas N°9. CIZA (Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria la Molina). Lima, Perú.
93. Linares P,R; Oliveira-Filho AT, Pennington RT. 2011. Neotropical seasonally dry forests: Diversity, endemism, and biogeography of woody plants. In Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation. Edited by Dirzo R, Mooney H, Ceballos G, Young H. Island Press. 21p.
94. Loetsch F, Zohrer F and Haller KE. 1973. Forest inventory. Volume II. Forest inventory section, Federal Research Organization for Forestry and Forest Product, Reinbek. 469p
95. López, BC, Rodríguez, R, Gracia, CA. and Sabaté, S. (2006). Climatic signals in growth and its relation to ENSO events of two *Prosopis* species following a

- latitudinal gradient in South America. *Global Change Biology*, 12: 897–906.
doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01138.x
96. López P, C. 2015. *Dasometría: Función de distribución diamétrica y parámetros medios de masa*. Universidad Politécnica de Madrid. España. 104 Diapositivas.
97. Llanos A, ME. 2010. *Determinación de la biomasa aérea total del algarrobo Prosopis pallida (H&B. Ex Willd) HBK var Pallida Ferreira en los bosques secos de la comunidad campesina José Ignacio Távara Pasapera del Departamento de Piura. Tesis para optar el Grado de Ingeniero Forestal*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. 120p
98. Malleux, J y Romero, R. 1969. *Estudios sobre los efectos de la estratificación de bosques tropicales con fines de inventario*. *Revista Forestal del Perú. Órgano Oficial del Instituto Forestal*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima; PE. 1(3) 48-57
99. Manta I, MN; León, H. 2004. *Los incendios forestales en el Perú: Grave problema por resolver*. 10p
100. Manta I, MN. 2017. *Contribución al conocimiento de la prevención de los incendios forestales en la sierra peruana*. Fondo Editorial UNALM - Lima. 228p
101. Martin F, L. 2011. *Forest succession*. Consultado el 04 de noviembre del 2017. Disponible en <https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/community-structure-and-diversity/a/ecological-succession>
102. Maturana y Salazar (2008). *Análisis Económico de la Conversión de suelos de vocación forestal a plantación para biocombustible*. Fundación MAPFRE .32p.
103. Manzanero, M. y Pinelo, G. 2004. *Plan silvicultural en unidades de manejo forestal: Reserva de la Biósfera Maya, Petén Guatemala*. PROARCA, WWF & CATIE Serie Técnica #3. 49p
104. Matteucci, S; Colma, A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Editorial Eva V. Chesneau. EE.UU, OEA. 168p.

105. Medina, P. 2003. Inventario Forestal del caserío El Choloque. Chiclayo, PE. 20p
106. Melo, O y Vargas, R.2003. Evaluación Ecológica y Silvicultura de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué, CO. 235p
107. MINAG (Ministerio de Agricultura). 2011. Lineamientos y Formatos para la Formulación de los planes de Manejo Forestal en Bosques de la Costa. PE. 145p
108. MINAG (Ministerio de Agricultura). 2012. Maíz Amarillo Duro: Principales aspectos de la Cadena Agro-productiva. PE. 31p.
109. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2012. Lineamientos y Formatos para la Formulación de los Planes de Manejo Forestal en Bosques de la Costa. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. Ministerio de Agricultura. Lima, PE. 145p
110. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2009. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la CMNUCC. Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. 99p.
111. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2012. Memoria Descriptiva. Mapa de Cobertura Vegetal del Perú. Primera Edición.
112. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2013. Plantilla de Propuesta para la fase de preparación para REDD+ (Readiness Plan Proposal/R-PP). 215p
113. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2014. Boletín de Sequías a nivel Nacional: Condiciones Enero 2014. Actualización: 12 de febrero de 2014. 33p
114. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2014. Boletín Climático Nacional del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Actualización: 08 de junio de 2014. 10p
115. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2014. Boletín Informativo N°8: Monitoreo del Fenómeno “El Niño/La Niña” Agosto 2014. Dirección de climatología. 10p

116. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015. Boletín de Sequías a nivel Nacional: Condiciones Enero 2015. Actualización: 15 de febrero de 2015. 33p
117. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015. Boletín Climático Nacional del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Actualización: 08 de abril de 2015. 9p
118. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015. Boletín Informativo Monitoreo del Fenómeno El Niño/La Niña. Actualización: 12 de mayo de 2015. 9p
119. MINAM (Ministerio de Ambiente). 2015. Programa Bosques. Lima. Consultado el 30 de agosto de 2015. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/programa-bosques>
120. MINAM (Ministerio de Ambiente). 2016. Áreas Naturales Protegidas del Perú (2011 – 2015): Conservación para el desarrollo sostenible. Informe Sectorial.
121. MINAM (Ministerio de Ambiente). 2016. El Perú y el Cambio Climático: Tercera Comunicación Nacional del Perú. 329p
122. MINAM (Ministerio de Ambiente). 2017. Listado Oficial del sistema de Áreas Naturales Protegidas del Perú. Consultado el 24 de febrero del 2017. Disponible en: http://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/165150/Lista_Pagina_Web_OFICIAL_2017-02-24.pdf/17617506-54fd-48f4-96d6-b6fd669bf964
123. MINAM (Ministerio de Ambiente). s.f. ¿Qué es el Cambio Climático? 10 Claves para entenderlo. Consultado el 04 de noviembre del 2016. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/somoscop20/que-es-el-cambio-climatico-10-claves-para-entenderlo/>
124. MONGABAY. 2017. Perú: Imágenes satelitales evalúan recuperación de bosques luego de Incendios Forestales Consultado el 11 de octubre de 2017. Disponible en <https://es.mongabay.com/2017/09/peru-imagenes-satelitales-recuperacion-areas-naturales-protegidas-incendios/>

125. Montero, G; Muñoz, M y Ruiz-Peinado, R. 2005. Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Monografías INIA: Serie Forestal N°13. 274p
126. Mormontoy D, SD. 2015. Infestación, daños y enemigos naturales del “Psílido del algarrobo” *Heteropsylla texana* Crawford (Hemiptera – Psyllidae) en el Bosque seco de la comunidad de Tongorraper – Motupe – Lambayeque. Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal. PE. 81p
127. Naciones Unidas. 1998. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 25p
128. Oakley, LJ.; Prado, DE. 2010. El dominio de los Bosques Secos estacionales neotropicales y la Presencia del arco pleistocénico en la República del Paraguay.
129. O’Brien M, E. 2015. Propuesta de Análisis Espacial para el Manejo Forestal en los Bosque secos del Norte, Estudio del Caso: Sector El Cardo, Caserío El Choloque, Lambayeque, Perú. Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. PE. 215p
130. OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2017. Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero: Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2016. 8p
131. Otivo M., JL. 2008. Gestión Sostenible de los Bosques Secos AIDER (Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral). En el Encuentro Económico Región Piura.
132. Otivo, J. 2015. Aportes para un manejo sostenible del ecosistema bosque tropical seco de Piura. Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral – AIDER, Piura, PE. 67p
133. Otivo M, J. 2017. Lluvias favorecen la recuperación de los bosques secos de Piura. El Regional Piura. Publicado el 19 de marzo de 2017. Disponible en <http://www.elregionalpiura.com.pe/index.php/regionales/152-otras-provincias/19680-lluvias-favorecen-la-recuperacion-de-los-bosques-secos-de-piura>

134. Padrón y Navarro. 2004. Estimation of above-ground biomass in naturally occurring populations of *Prosopis pallid*. PE. Journal of arid Environments 56: 283-292.
135. Padrón y Navarro. 2007. Aboveground biomass in *Prosopis pallida* (Humb. and Bonpl. ex Willd.) H. B. K. ecosystems using Landsat 7 ETM+ images. Revista chilena de historia natural. Santiago. 80 (1):
136. Pennington RT, Lewis GP and Ratter JA. 2006. Neotropical Savanas and Seasonally Dry Forest: Plant Diversity, Biogeography and Conservation. Taylor & Francis Group CRC. En Línea. Consultado el 13 de junio de 2015. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=AD3MBQAAQBAJ&pg=PA268&lpg=PA268&dq=TILLANDSIA+EN+ALGARROBO+LAMBAYEQUE&source=bl&ots=gAf2zuUz3x&sig=JyrSqWPhu0qqd4iAjdgYJNwxXRI&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=TILLANDSIA%20EN%20ALGARROBO%20LAMBAYEQUE&f=false
137. Perroni V, Y; Montaña, C and García O, F. 2006. Relationship between soil nutrient availability and plant species richness in a tropical semi-arid environment. Journal of Vegetation Science, 17:719–728. DOI:10.1111/j.1654-1103.2006.tb02495.x. 10p
138. Pilquinao Ñ, B; Schlegel H, B; Thiers E, O. 2012. Variación del Contenido de Carbono en la Biomasa aérea y los residuos leñosos gruesos en Bosques del Tipo Forestal siempre verde y Coigüe – Raulí- Tapa, en el Centro – Sur de Chile. 9p
139. Prado, DE. 1991. Acritical evaluation of the floristic links between Chaco and Caatingas vegetation in South America. Ph. D. Thesis, University of St. Andrews, U.K. 283p
140. Pritchett, W. 1986. Suelos forestales: Propiedades y mejoramiento. Editorial LIMUSA. México. USDA. Forest Service. Forest Health Monitoring Fact Sheet. 4 p.

141. Quispe. 2010. Estructura Horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la región de Madre de Dios. Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado PE. 98p
142. Rainforest Alliance. 2015. ¿Cuánto Carbono hay en un árbol? Consultado el 05 de enero del 2015. Disponible en http://www.rainforest-alliance.org/sites/default/files/site-documents/education/documents/CEG_SP-tree_carbon.pdf
143. Ramírez, J A and Del Valle, JI. 2012. Local and global climate signals from tree rings of *Parkinsonia praecox* in La Guajira, Colombia. *Int. J. Climatol.*, Vol. 32: 1077–1088. 11p. DOI:10.1002/joc.2335
144. Rasal S, M; Troncos C, J; Lizano D, C; Parihuamán G, O; Quevedo C, D; Rojas I, C y Delgado P, GE. 2011. Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la menta y timbes, Región Piura, Perú. 14p
145. Rey, D., Roberts, J., Korwin, S., Rivera, L., and Ribet, U. 2013. Guía para Comprender e Implementar las Salvaguardas REDD+ de la CMNUCC. ClientEarth, Londres, Reino Unido. 176p
146. República del Perú. 2015. Contribución prevista y determinada a nivel nacional (Intended Nationally Determined Contributions) de la República del Perú. 12p
147. Rivas M, S. 2004. Global Bioclimatics: Clasificación Bioclimática de la Tierra. Phytosociological Research Center. Departamento de Biología Vegetal – Botánica. Universidad Complutense de Madrid. 29p
148. Rodas M, J y Torres G, JJ. 2001. Una Historia del Bosque Seco. Centro Nacional de investigación Científica. Lima PE. Cap. IV, Pág. 343 – 2360
149. Román C, RM. s.f. Preguntas frecuentes sobre REDD+. División Forestal FAO Viale delle Teme di Caracalla 15. Roma, Italia.

150. Roque C, EA. 2017. Optimización del Tamaño de la Parcela en un Inventario Forestal de un Bosque Seco. Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal UNALM. PE, 106p
151. Rostworowsky DC, M. 1981. Recursos Naturales Renovables y Pesca. Siglos XVI y XVII. Instituto de Estudios Peruanos - IEP. Lima PE. 180p
152. Ruiz V, M. 2014. Reducing Deforestation. FAO, Forestry Department
153. Rüginitz Tito, M; Chacón León, M; Porro, R. 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima.79 p
154. Sabogal, C; Casaza, J. 2010. Casos Ejemplares de Manejo Forestal Sostenibles en América Latina y el Caribe. FAO. Roma – IT. 284p
155. Salgado 2000. Estimación de la biomasa forrajera Potencial del overo (*Cordia lutea* Lam) en los Bosques Secos de la Comunidad Ignacio Távara Pasapera (Piura). Tesis para optar el Grado de Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, PE. 84p
156. Sánchez C; Lama, D; Suatunce, P. 2008. Hojas caídas y aporte de nutrientes de diez especies forestales tropicales. Artículo en Ciencia y Tecnología 1: 73-78.
157. Sartori 2014. Documento Técnico N°219: Decisiones de REDD+ en la COP19 – Alcances en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de Chile.12p
158. Schlegel, B; Gayoso, J; Guerra, J. 2001. Medición de la Capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y Promoción en el Mercado Mundial. Manual de Procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 26p.
159. SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). 2015. Ley Forestal y de Fauna Silvestre N°29763 y sus Reglamentos – Bosques Productivos para la Vida. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. 345p
160. SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). 2016. Primer Informe Parcial del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. 268p

161. SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). 2016. Marco Metodológico del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – Perú. 40p
162. SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado). 2013. Documento de Trabajo 5: Áreas de Conservación Regional. 44p
163. SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado). 2011. Áreas Naturales Protegidas. Consultado el 16 de abril del 2017. Disponible en <http://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/104923/BROCHURE+PDF+para+web+nuestra+nat.pdf/35dab42f-c166-4f85-95f1-f7f8abaa043e>
164. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2016. Servicio de Mapas en Web. Consultado: 14 de setiembre del 2016. Disponible en <http://www.senamhi.gob.pe/sig.php?p=06>
165. Siu C, MY y Ordeñana O, W. 2001. Estimación del contenido y almacenamiento de carbono en el bosque seco secundario del refugio de Vida Silvestre Chococente. Diplomado en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Managua. 86p
166. SPIJ (Sistema Peruano de Información Jurídica). Decreto Supremo N°013-2011-MINAM. 7p
167. Sola G., Picard N., Saint-André L., Henry M. 2012. Resumen del manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles: del trabajo de campo a la predicción. Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Roma, Montpellier, 17pp.
168. SOTT (State of the Tropical). 2014. Reporte: Bosques primarios. Consultado el 16 de junio del 2016. Disponible en <http://stateofthetropics.org/reports/primary-forests>
169. Thorsten, J; Palacios, W. 2000 Manual para inventarios forestales. CATIE, jatun sacha, subir. Quito. Ecuador. 77p

170. Tortora, GJ; Funke BR, Case, C. 2007. Introducción a la Microbiología. 9^o Edición – Editorial Médica Panamericana S.A. Madrid, España. 988p. (pág 812)
171. Unión Europea (UE). 2013. Kioto: Segundo período de compromisos (2013 – 2020). Consultado el 08 de octubre del 2016. Disponible en https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress/kyoto_2_es
172. UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 1992. Consultado el 08 de Junio del 2014. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
173. UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 2009. Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 15^o periodo de sesiones, celebrado en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009. 48p
174. UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 2010. Calculation of the number of simple plots for measurements within A/R CDM Executive Board - Project activities. Version 02.1.0. Report Annex 15. 7p
175. UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). s.f. Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF). Consultado 27 de setiembre 2015. Disponible en <http://unfccc.int/methods/lulucf/items/3060.php>
176. UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2016. Protocolo de Kyoto. Consultado el 29 de setiembre del 2016. Disponible en http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
177. UNFCCC. sf. Protocolo de Kyoto. Consultado el 02 de octubre del 2015. Disponible en http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
178. Vargas P, L; Varela A. 2007. Producción de hojarasca de un bosque de niebla en la reserva natural la planada (Nariño, Colombia). Universitas Scientiarum. Edición Especial, Vol. 12: 35-50.
179. Villegas R, E. 2014. Producción de algarrobo pasó de 200 mil a 5 mil toneladas. La República, Piura PE, Nov. 30. Disponible en:

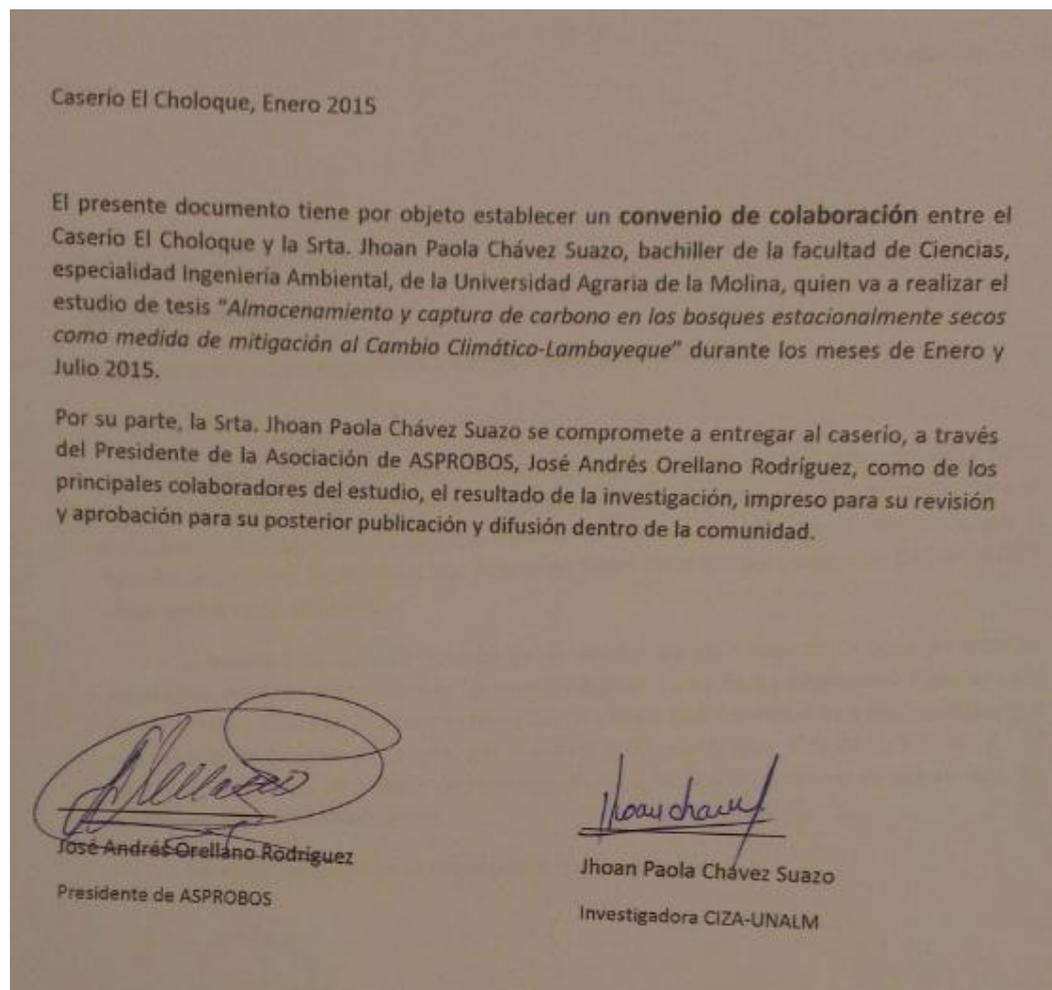
<http://larepublica.pe/30-11-2014/produccion-de-algarrobo-paso-de-200-mil-a-5-mil-toneladas>

180. Yarrow, G. 2009. Wetland Ecology: Value and Conservation. Consultado el 15 de noviembre del 2017. Disponible en www.clemson.edu

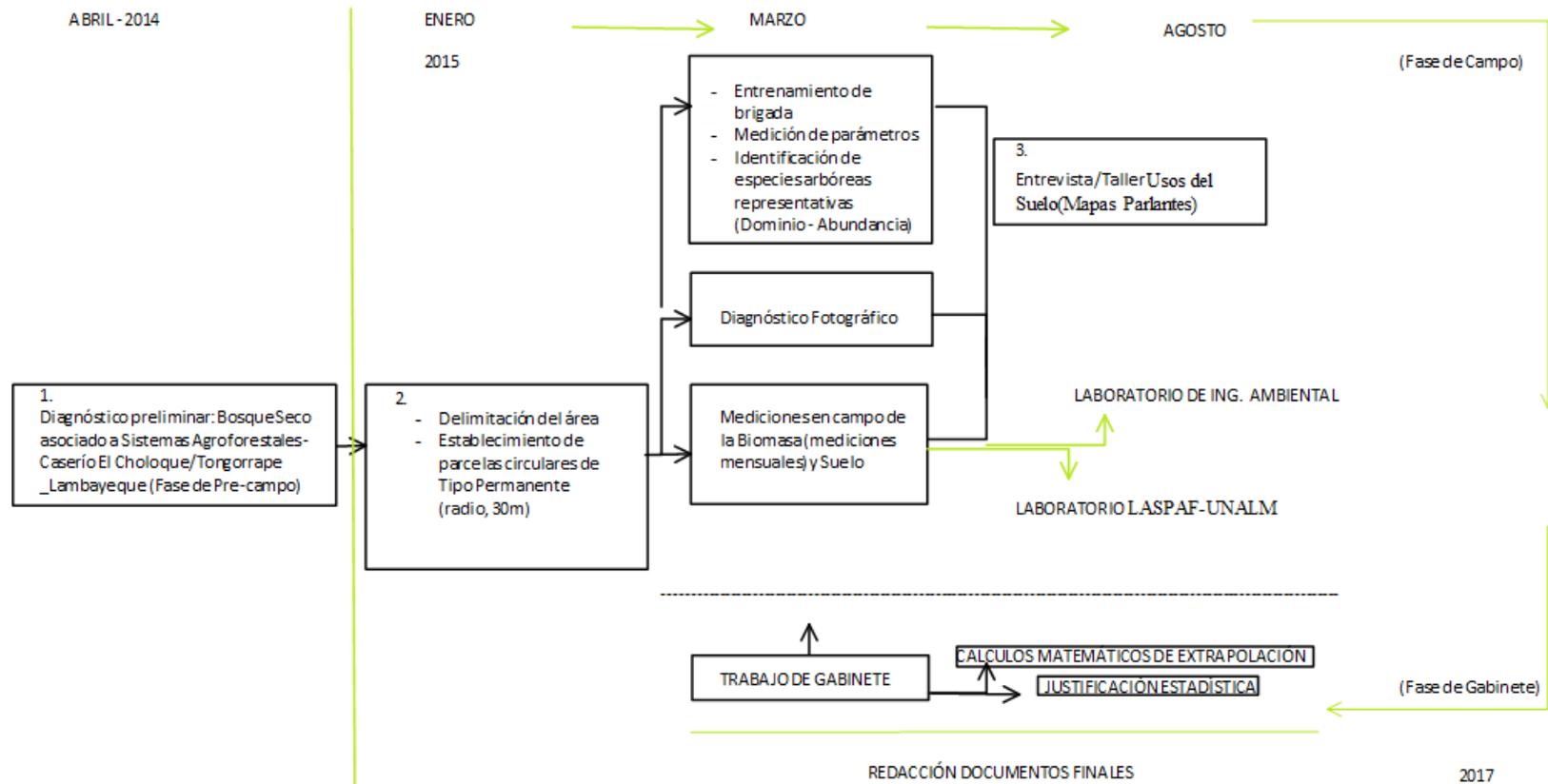
VIII. ANEXOS

ANEXO 1. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO A LA POBLACIÓN

A. Convenio de colaboración



B. Planificación de actividades



ANEXO 2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Tabla de Coordenadas preliminares (UTM) in-situ del perímetro del área de estudio (fase de pre-campo), con Elipsoide WGS84

Nº	X	Y	COTA	Nº	X	Y	COTA
1	650090	9328546	258	18	652947	9328492	336
2	650141	9328689	267	19	652754	9328525	333
3	650291	9328837	246	20	652132	9328861	332
4	650439	9328912	246	21	651967	9328786	327
5	650908	9329020	256	22	651867	9328758	306
6	651502	9328978	272	23	651850	9328483	306
7	651600	9329045	273	24	651724	9328467	295
8	651702	9329016	281	25	651526	9328317	281
9	651805	9329004	286	26	651479	9328318	285
10	652005	9329212	300	27	651372	9328354	291
11	652204	9329131	339	28	651224	9328351	270
12	652310	9329152	309	29	651080	9328336	285
13	652514	9329190	349	30	650859	9328369	286
14	652514	9328981	355	31	650693	9328408	272
15	652819	9328833	384	32	650464	9328398	276
16	652819	9328629	348	33	650253	9328521	255
17	652973	9328570	338	34	650164	9328541	265

B. Tabla de Coordenadas finales (UTM) in-situ del perímetro del área de estudio (fase de campo), con Elipsoide WGS84

Nº	X	Y	COTA	Nº	X	Y	COTA
1	651892.43	9329154.10	284.3	103	651556.02	9328994.15	289.1
2	651811.24	9329092.94	278.4	104	651556.02	9328994.15	287.4
3	651753.45	9329060.56	277.8	105	651556.02	9328994.15	288.9
4	651728.02	9329075.56	276.6	106	651556.02	9328994.15	292.6
5	651693.92	9329021.54	280.3	107	651556.02	9328994.15	300.4
6	651670.16	9329044.36	277.1	108	651556.02	9328994.15	307.4
7	651635.67	9329043.49	275.6	109	651556.02	9328994.15	315.8
8	651607.99	9329044.87	274.2	110	651556.02	9328994.15	325.5
9	651581.40	9329012.77	275.1	111	651556.02	9328994.15	334.5
10	651556.02	9328994.15	274.3	112	651556.02	9328994.15	330.5
11	651505.44	9328984.36	271	113	651556.02	9328994.15	332.6
12	651459.52	9328976.48	269.3	114	651556.02	9328994.15	334.2

Continuación

13	651406.52	9328962.68	268.1	115	651556.02	9328994.15	330.7
14	651362.94	9328982.43	267.7	116	651556.02	9328994.15	331.7
15	651310.77	9328990.19	267.5	117	651556.02	9328994.15	328.6
16	651269.51	9329022.93	264.2	118	651556.02	9328994.15	319
17	651193.53	9329044.50	260.2	119	651556.02	9328994.15	316.1
18	651556.02	9328994.15	260.8	120	651556.02	9328994.15	308.7
19	651556.02	9328994.15	261.7	121	651556.02	9328994.15	304
20	651556.02	9328994.15	262.7	122	651556.02	9328994.15	302.5
21	651556.02	9328994.15	261.7	123	651556.02	9328994.15	302.4
22	651556.02	9328994.15	259.5	124	651556.02	9328994.15	307.4
23	651556.02	9328994.15	259	125	651556.02	9328994.15	310.2
24	651556.02	9328994.15	256.3	126	651556.02	9328994.15	309.2
25	651556.02	9328994.15	252.9	127	651556.02	9328994.15	309.3
26	651556.02	9328994.15	251.9	128	651556.02	9328994.15	310
27	651556.02	9328994.15	250.2	129	651556.02	9328994.15	309.4
28	651556.02	9328994.15	249.5	130	651556.02	9328994.15	310.3
29	651556.02	9328994.15	249.2	131	651556.02	9328994.15	311.7
30	651556.02	9328994.15	248.8	132	651556.02	9328994.15	313.7
31	651556.02	9328994.15	247.5	133	651556.02	9328994.15	315.4
32	651556.02	9328994.15	246.6	134	651556.02	9328994.15	318.3
33	651556.02	9328994.15	246.9	135	651556.02	9328994.15	323.3
34	651556.02	9328994.15	246.9	136	651556.02	9328994.15	324.4
35	651556.02	9328994.15	246.2	137	651556.02	9328994.15	325.1
36	651556.02	9328994.15	245	138	651556.02	9328994.15	325.5
37	651556.02	9328994.15	243.7	139	651556.02	9328994.15	325.4
38	651556.02	9328994.15	244.8	140	651556.02	9328994.15	325.6
39	651556.02	9328994.15	246.1	141	651556.02	9328994.15	325.5
40	651556.02	9328994.15	247.5	142	651556.02	9328994.15	326.7
41	651556.02	9328994.15	249.9	143	651556.02	9328994.15	328.9
42	651556.02	9328994.15	252.1	144	651556.02	9328994.15	331.3
43	651556.02	9328994.15	256.1	145	651556.02	9328994.15	331.4
44	651556.02	9328994.15	260.1	146	651556.02	9328994.15	331.5
45	651556.02	9328994.15	261	147	651556.02	9328994.15	331.5
46	651556.02	9328994.15	265.5	148	651556.02	9328994.15	330.5
47	651556.02	9328994.15	266.9	149	651556.02	9328994.15	329.3
48	651556.02	9328994.15	268.7	150	651556.02	9328994.15	330.8
49	651556.02	9328994.15	271.8	151	651556.02	9328994.15	329.3
50	651556.02	9328994.15	275.5	152	651556.02	9328994.15	331
51	651556.02	9328994.15	279.1	153	651556.02	9328994.15	331.9
52	651556.02	9328994.15	283.2	154	651556.02	9328994.15	333

Continuación

53	651556.02	9328994.15	285.5	155	651556.02	9328994.15	334.3
54	651556.02	9328994.15	286.5	156	651556.02	9328994.15	336
55	651556.02	9328994.15	287.6	157	651556.02	9328994.15	339.9
56	651556.02	9328994.15	289	158	651556.02	9328994.15	341.9
57	651556.02	9328994.15	291.3	159	651556.02	9328994.15	340.5
58	651556.02	9328994.15	292.7	160	651556.02	9328994.15	339.4
59	651556.02	9328994.15	291.1	161	651556.02	9328994.15	341.2
60	651556.02	9328994.15	292.2	162	651556.02	9328994.15	348.5
61	651556.02	9328994.15	294	163	651556.02	9328994.15	352.9
62	651556.02	9328994.15	296.8	164	651556.02	9328994.15	358.9
63	651556.02	9328994.15	296.5	165	651556.02	9328994.15	364.8
64	651556.02	9328994.15	295.7	166	651556.02	9328994.15	370.4
65	651556.02	9328994.15	295.2	167	651556.02	9328994.15	374.5
66	651556.02	9328994.15	292.2	168	651556.02	9328994.15	377.9
67	651556.02	9328994.15	284.1	169	651556.02	9328994.15	384.2
68	651556.02	9328994.15	281.1	170	651556.02	9328994.15	391
69	651556.02	9328994.15	283.4	171	651556.02	9328994.15	394.4
70	651556.02	9328994.15	287.6	172	651556.02	9328994.15	397.9
71	651556.02	9328994.15	287.9	173	651556.02	9328994.15	404.1
72	651556.02	9328994.15	285.1	174	651556.02	9328994.15	407.3
73	651556.02	9328994.15	285.3	175	651556.02	9328994.15	415.6
74	651556.02	9328994.15	286.5	176	651556.02	9328994.15	422
75	651556.02	9328994.15	286.9	177	651556.02	9328994.15	435.4
76	651556.02	9328994.15	287.2	178	651556.02	9328994.15	451.4
77	651556.02	9328994.15	285.7	179	651556.02	9328994.15	453.7
78	651556.02	9328994.15	286.1	180	651556.02	9328994.15	456.5
79	651556.02	9328994.15	286.2	181	651556.02	9328994.15	432.1
80	651556.02	9328994.15	287.5	182	651556.02	9328994.15	402.2
81	651556.02	9328994.15	288.5	183	651556.02	9328994.15	380.4
82	651556.02	9328994.15	284.5	184	651556.02	9328994.15	336.4
83	651556.02	9328994.15	281.6	185	651556.02	9328994.15	313.6
84	651556.02	9328994.15	282.8	186	651556.02	9328994.15	316
85	651556.02	9328994.15	284.4	187	651556.02	9328994.15	308.8
86	651556.02	9328994.15	285.4	188	651556.02	9328994.15	305.7
87	651556.02	9328994.15	286.7	189	651556.02	9328994.15	299.4
88	651556.02	9328994.15	286.9	190	651556.02	9328994.15	297.2
89	651556.02	9328994.15	286.6	191	651556.02	9328994.15	302.6
90	651556.02	9328994.15	286.6	192	651556.02	9328994.15	301.6
91	651556.02	9328994.15	284.8	193	651556.02	9328994.15	295.7
92	651556.02	9328994.15	285.4	194	651556.02	9328994.15	295.9

Continuación

93	651556.02	9328994.15	287.1	195	651556.02	9328994.15	293.6
94	651556.02	9328994.15	287.1	196	651556.02	9328994.15	295.2
95	651556.02	9328994.15	290.1	197	651556.02	9328994.15	297.9
96	651556.02	9328994.15	288.2	198	651556.02	9328994.15	294.6
97	651556.02	9328994.15	289.1	199	651556.02	9328994.15	294.8
98	651556.02	9328994.15	289.1	200	651556.02	9328994.15	289.8
99	651556.02	9328994.15	291.2	201	651556.02	9328994.15	291
100	651556.02	9328994.15	294	202	651556.02	9328994.15	289.4
101	651556.02	9328994.15	292.2	203	651556.02	9328994.15	285.9
102	651556.02	9328994.15	289.8	204	651556.02	9328994.15	286.1

ANEXO 3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Clasificación de acuerdo a Mapa de Cobertura Vegetal del Perú

La clasificación de la cobertura vegetal implica un proceso de integración de criterios jerarquizados, los que resultan en unidades o tipos de cobertura vegetal con características ecológicas similares, respaldado por el MINAM (2012) en el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú.

Los criterios considerados en esta clasificación son:

- Condición de humedad del terreno: Está determinada por el índice de humedad, definiendo ambientes con determinadas características de calor y humedad, denominados provincias de humedad según el diagrama Bioclimático de Holdridge. El mapa de cobertura consideró la agrupación de provincias de humedad, en (2) macro-provincias de humedad.

$$\text{Índice de Humedad} = \frac{\text{Evapotranspiración potencial}}{\text{Precipitación}}$$

Estas categorías son agrupadas en dos (2) zonas o macro-provincias de Humedad: (a) Zonas Húmedas – Zonas Pluviales y (b) Zonas Áridas – Zonas Subhúmedas. Los que a su vez se subdividen en Tipos de Bosques diez (10) y ocho (8), respectivamente.

- Fisonomía de la vegetación: Esta división clasifica el terreno a nivel de formaciones vegetales, en función a las formas de vida biológicas expresadas a través de la fisonomía de la vegetación.
 - ✓ Bosque
 - ✓ Palmeral
 - ✓ Matorral
 - ✓ Herbazal

- Geoforma: División basada en la forma de la tierra a nivel de sub-paisajes.

FORMAS DE TIERRA			
GRAN PAISAJE	PAISAJE	ALTURA	PENDIENTE (%)
PLANICIE ALUVIAL	TERRAZA BAJA	<5m	0 – 2
	TERRAZA MEDIA	5 – 10m	0 – 8
	TERRAZA ALTA	>10m	0 – 15
COLINA	LOMADA	>20m	8 – 15
	COLINA BAJA	20 – 80m	15 – 75
	COLINA ALTA	80-300m	25 – >50
	PIEDEMONTES	<300m	8 – 50
MONTAÑA	MONTAÑA	>300m	>50
	SUPERFICIE PLANA INCLINADA	<300m	<50

FUENTE: Mapa de Cobertura Vegetal del Perú, 2012.

B. Clasificación por Geoforma de las nueve parcelas permanentes

	X	Y	ALTURA	<	PENDIENTE	%	GEOFORMA
			A		E		
1 MONTAÑA	653030	9328658	380	35	0.70	70	MONTAÑA
	653040	9328657	369	38	0.78	78	MONTAÑA
	653037	9328654	360	34	0.67	67	MONTAÑA
	653033	9328645	345	35	0.70	70	MONTAÑA
	653035	9328643	351	30	0.58	58	MONTAÑA
	653030	9328621	334	23	0.42	42	SUPERFICIE PLANA INCLINADA

Continuación

2 SUPERFICIE PLANA INCLINADA	652706	9328860	388	18	0.32	32	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652725	9328840	394	19	0.34	34	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652733	9328836	396	11	0.19	19	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652749	9328825	401	16	0.29	29	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652747	9328824	403	13	0.23	23	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
3 MONTAÑA	652635	9324056	334	27	0.51	51	MONTAÑA
	652652	9329054	337	28	0.53	53	MONTAÑA
	652652	9329057	340	29	0.55	55	MONTAÑA
	652660	9329061	343	29	0.55	55	MONTAÑA
	652666	9329067	343	36	0.73	73	MONTAÑA
	652641	9329052	346	22	0.40	40	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652627	9329034	325	13	0.23	23	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
4 SUPERFICIE PLANA INCLINADA	652069	9328792	345	24	0.45	45	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652057	9328811	343	9	0.16	16	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652058	9328824	341	17	0.31	31	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652078	9328854	337	21	0.38	38	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	652063	9328814	345	9	0.16	16	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
5 SUPERFICIE PLANA INCLINADA	651730	9320691	342	8	0.14	14	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	651723	9328695	342	11	0.19	19	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	651713	9328697	339	8	0.14	14	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	651707	9328702	338	19	0.34	34	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	651708	9328716	335	7	0.12	12	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	651712	9328727	333	10	0.18	18	SUPERFICIE PLANA INCLINADA

Continuación

6 SUPERFICIE PLANA INCLINADA	651703	9328644	344	8	0.14	14	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	651701	9328641	339	12	0.21	21	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	651688	9328631	340	16	0.29	29	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	651688	9328626	338	11	0.19	19	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
7 SUPERFICIE PLANA INCLINADA	650820	9328573	299	3	0.05	5	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	650820	9328564	303	1	0.02	2	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	650831	9328552	303	5	0.09	9	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	650849	9328549	303	4	0.07	7	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
	650866	9328546	304	8	0.14	14	SUPERFICIE PLANA INCLINADA
8 PIEDEMONT E	650594	9328587	293	4	0.07	7	PIEDEMONT E
	650601	9328605	293	11	0.19	19	PIEDEMONT E
	650605	9328619	289	19	0.34	34	PIEDEMONT E
9 PIEDEMONT E	650610	9328620	290	26	0.49	49	PIEDEMONT E
	650616	9328626	289	18	0.32	32	PIEDEMONT E
	650621	9328626	293	22	0.40	40	PIEDEMONT E

ANEXO 4. ANÁLISIS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

Cuadro Detallado de Rangos de Temperatura 2014 – 2015

Día/mes/año	Temperatura (°C)			H (%)	Lluvia (mm)	Presión (mb)	V (m/s)	Dirección del Viento	RT
	P	M	Mn						
01-jun-14	9.63	31.5	27.9	48.67	0	989.4	3.53	114	3.6
28-set-14	21.3 5	32.2	13.1	63.75	0	992.31	3.28	181	19.1
11-jul-15	16.1 5	16.9	15.5	89.25	0	992.66	0.51	18	1.4
12-set-15	23.4 9	34	16	64.46	0	992.16	3.27	178	18

Legenda: P: Promedio, M (Máximo), Mn (Mínimo), H (Humedad), V (Velocidad del Viento), RT (Rangos Térmicos)

Cuadro de Desviaciones absolutas de medias móviles de orden 2 y 3 (2014 - 2015)

2014								
	TEMPERATURA			M Móvil 2013 k=2	M Móvil 2014 k=2	DESV ABS K=2 2013	DESV ABS K=2 2014	H (%)
	MÍN	MÁX	PROM. MENSUAL					
ENE	19.8	35.8	26.59	23.92	23.88	2.06	2.71	65.17
FEB	20.2	36.3	26.87	25.36	25.12	2.18	1.75	62.16
MAR	20.20	36.50	27.43	26.29	26.76	0.52	0.67	60.01
ABR	17.10	34.60	24.27	26.34	27.18	2.19	2.91	65.82
MAY	18.70	32.80	23.93	25.92	25.48	3.07	1.55	72.42
JUN	15.60	33.70	23.25	25.03	23.50	4.28	0.24	70.93
JUL	12.10	31.30	20.65	24.20	21.80	4.13	1.15	71.87
AGO	12.50	32.20	20.53	23.02	20.41	2.80	0.12	70.66
SET	12.30	33.4	21.10	21.72	20.15	0.75	0.96	66.90
OCT	13.40	33.00	21.65	21.65	20.59	0.15	1.06	67.29
NOV	19.50	33.10	27.17	22.11	21.23	0.42	5.94	54.73
DIC	15.50	34.00	23.60	22.89	21.59	1.73	2.00	63.94
EXTREMOS	12.10	36.50			P.D.A.	2.02	1.75	
P.A.	16.41	33.89	23.92					

Continuación

2015								
	MÍN	MÁX	PROM. MENSUAL	M Móvil k=2	M Móvil k=3	DESV ABS K=2	DESV ABS K=3	H (%)
ENE	17.30	34.70	24.62	23.15	22.52	1.47	2.10	64.89
FEB	19.50	35.30	25.76	25.60	24.30	0.16	1.46	69.07
MAR	19.60	36.20	25.65	26.73	26.02	1.07	0.37	73.28
ABR	18.00	32.90	24.52	27.15	26.96	2.63	2.44	76.27
MAY	18.10	34.00	23.86	25.85	26.19	1.99	2.33	76.16
JUN	15.80	33.20	22.74	24.10	25.21	1.36	2.47	76.25
JUL	14.50	33.2	21.43	23.59	23.82	2.16	2.39	74.31
AGO	13.80	31.90	19.67	21.95	22.61	2.28	2.94	71.93
SET	14.80	34.00	22.50	20.59	21.48	1.91	1.02	68.22
OCT	15.20	33.20	22.85	20.82	20.76	2.03	2.09	68.18
NOV	14.00	34.40	22.56	21.38	21.09	1.18	1.46	71.71
DIC	17.90	35.00	23.81	24.41	23.31	0.60	0.50	72.68
EXTREMOS	13.80	36.20			P.D.A.	1.57	1.80	
P.A.	16.54	34.00	23.33					

Leyenda: H Humedad Relativa; P.D.A. Promedio de la desviación absoluta; P.A. Promedio anual

Cuadro de Precipitación Acumulada y media anual

MES/AÑO	PP MENSUAL /AÑO					
	2011	2012	2013	2014	2015	PROMEDIO
ENE	N.D.	16.00	9.60	2.60	2.10	7.575
FEB	16.30	158.50	6.10	2.40	21.40	40.94
MAR	1.00	173.30	32.40	13.70	147.30	73.54
ABR	59.60	49.30	0.00	4.10	10.70	24.74
MAY	1.00	1.00	19.20	5.90	3.10	6.04
JUN	2.00	0.00	0.30	0.20	0.30	0.56
JUL	0.00	0.20	0.10	0.00	0.30	0.12
AGO	0.10	0.00	0.10	0.20	0.20	0.12
SET	1.50	0.10	0.30	0.10	0.00	0.4
OCT	0.40	5.00	0.40	4.60	0.70	2.22
NOV	7.80	4.20	0.00	0.00	11.40	4.68
DIC	5.40	4.40	3.80	0.30	0.20	2.82
SUMA (PP ACUMULADA)	95.10	412.00	72.30	34.10	197.70	

ANEXO 5. POBLACIÓN LOCAL

Población censada en los Censos de Población XI y Vivienda VI – 2007

Distrito: Motupe	24,011	5,593	6,098
Anchovira	347	100	141
Apurlec	249	66	71
Briceño	308	79	83
Cerco Quemado	235	55	66
Cerro La Vieja	498	112	123
Choloque	151	32	34
Cruz Verde	218	58	66
Desmotadora	177	42	46
El Arrozal	440	118	145
El Papayo	298	72	83
El Pato	172	35	46
El Zapote	153	43	43
El Zarco	269	65	77
Escuza Baraja	546	137	145
Humedades	164	41	63
Leticia	353	84	84
Marripon	243	49	49
Molino Del Carmen	408	93	95
Motupe	13,382	3,038	3,180
Palo Blanco	561	151	177
Población Dispersa	2,214	493	573
Prada	313	76	82
Pueblo Nuevo	213	44	48
Pueblo Nuevo Salitral	173	43	50
Quina Quina	181	42	44
Salitral	404	99	99
San Isidro	194	55	71
San Jose	223	47	57
Sonolipe	252	63	70
Tongorrape (La Capilla)	672	161	187

FUENTE: INEI 2010

ANEXO 6. TALLER DE MAPAS PARLANTES

A. Mapas Parlantes

La elaboración de mapas parlantes se basa en la comparación temporal indirecta, donde se toma como referencia la situación actual, información primaria o de la fuente; además de la información secundaria obtenida previa a su aplicación.

La historia oral, los conocimientos, experiencias y percepciones locales son fundamentales para la reconstrucción histórica (Kumar. 1993).

a. Pautas para el desarrollo

- Comparación temporal indirecta, entre la situación actual con lo que se haya documentado o información secundaria (Guarino y Maxted, 2006).
- Registro de la historia oral, conocimientos, experiencias y percepciones locales de los pobladores, teniendo en cuenta (Cruz et al. 2014): Propiedad y origen de la tierra, tamaño y ubicación de chacras, acceso y manejo de terrenos comunales. Presiones de cambio de uso del suelo (Tierras agrícolas, para ganado y pastoreo, extracción y urbanas). Patrones de consumo (Alimentos consumidos, frecuencias de consumo, prácticas de conservación).

b. Preguntas guía

Componentes	Preguntas guía
Uso de suelo	¿Hay cambios de uso del suelo forestal, agrícola u otros?
Tendencia hacia el monocultivo	¿Cuándo? ¿Qué los motiva?
Semillas	¿Existe el dilema entre semillas nativas Vs semillas mejoradas?
Plagas y enfermedades	¿Cómo van sus cosechas y cultivos?

c. Consideraciones

Se plantea trabajar con grabaciones y/o filmaciones.

Identificar cuáles son aquellos temas críticos o “calientes” para el diálogo y abordarlo con cuidado y respetuosamente.

Ejemplos:

- *Patrones de consumo, es delicado entrar a la cocina familiar y preguntar qué es lo que comen.*
- *Posesión de la tierra, puede ser un tema delicado debido a que pueden pensar que los entrevistadores están interesados en sus terrenos o los terrenos comunales.*

d. Guía de talleres

Se trabaja con el año 1985 como punto de partida, a partir del cual se construye la línea de tiempo. Es posible que surja la memoria de eventos pasados hasta un siglo atrás, resultado de la transmisión de conocimientos de padres a hijos, por lo que se podrá identificar si se trata de eventos repetitivos o si estos son distintos.

Paso 1. Organizar dos grupos de trabajo. Uno se encargará de realizar el mapa parlante de la comunidad del año 1985 y el segundo grupo analiza la situación actual.

Paso 2. Dibujar los mapas, reflejando los elementos que los pobladores consideran más importantes del paisaje (linderos comunales, hitos geográficos, vías de comunicación, fuentes de agua, áreas de cultivo, áreas de pastoreo, áreas forestales, infraestructura de la comunidad, etc.).

Nota: Organizar dos grupos conformados por personas de diferentes edades y género, a los que se solicitará que recuerden, observen, analicen y dibujen su comunidad, enfatizando la situación de sus recursos en diferentes tiempos (pasado, presente y futuro).

Paso 3. Cada grupo presenta los mapas y se identifican las semejanzas y las carencias de cada uno de ellos. Se discute con los participantes que temas prioritarios o problemas presentan los mapas y sobre las actividades que realizan las personas que habitan en el territorio delimitado.

Paso 4. Identificar los principales cambios del territorio, y a continuación consultar sobre posibles causas principales que generaron estos cambios. Tomando como base los factores que afectan el entorno (ejemplo, cambio en el uso de los suelos), los niveles de producción

de sus cultivos, vegetación nativa u otros, se identifican temas nuevos que no hayan aparecido en conjunto.

e. Secuencia de Preguntas durante el Taller

Tarea: Mapas de la zona 1985 / 2015 ¿Cómo ha cambiado?

Participantes:

Nombres: _____ Edad: _____

Preguntas a documentar:

¿Cuántos miembros componen el núcleo familiar? _____

De los mencionados, ¿Dónde viven y a qué actividades se dedican? (Pregunta que dependerá de las edades)

¿Hace cuánto tiempo vive en la zona?

¿De cuántas hectáreas dispone? ¿Cómo las distribuye en cuanto al uso? ¿Se trata de un acuerdo colectivo o es decisión de cada usuario?

¿Qué suele cultivar? ¿Qué especies forestales o Tipo de árboles existen a su cargo?

¿Vende parte de lo que produce su parcela o solo es para consumo?

¿Qué actividad realiza para el sustento de su familia? _____

¿Cuál es el aporte de los miembros de su familia, en el hogar?

B. Tabla resumen del Taller de Mapas Parlantes (Mayo 2015)

Importante: Al Iniciar la secuencia de talleres, se realizó una plenaria inicial con los pobladores, estableciéndose como años a evaluar, 1985 y 2015.

<p>Floro Víctor García</p>	<p>Edad: 69 años Tiene 10 hijos entre varones y mujeres, ocho de ellos viven con él. Vive en la zona que maneja desde 1965, sus tierras son propias. <i>Hemos tenido un terrenito de mis padres pero ya se quedó un hijo, pero esto lo solicité a la municipalidad. Todos aquí somos comuneros de Tongorrape.</i> Tiene una parte de bosque y 3 hectáreas de chacra. ¿Los conocimientos que se tiene los ha aprendido con su familia? <i>Cuando a uno le agrada ser agricultor, es agricultor. Todo padre da ejemplo a sus hijos.</i></p> <p>¿Ha cambiado la forma de cultivar la tierra? Antes era más natural, solo se regaba y sembraba, ahora ya no. Al maíz, desde que nace hay que cuidarlo porque si no, no produce nada. ¿Por qué cree que todo ha cambiado? Será la naturaleza, uno no puede saber. ¿Denomina de algún modo a su parcela? Yo le digo Fundo García. Aquí hay plátano, palto, mamey, limones, cacao, aquí sale todo al menos un poquito. Sembramos con riego del canal, no tenemos pozo. El riego es por gravedad, así lo llamamos. En la parte alta se dan 2 riegos mensuales. Sobre la calidad y abundancia del agua ¿Qué opina? Hay regular agua y es buena su calidad.</p>
<p>Alfonso Beltrán</p>	<p>Posee parcelas de bosque de Algarrobo (vainas) y Overo (ganado ovino), son zonas no cultivables. Hay zonas de cultivo, que también sirven de potreros (es el cadillo o monte). Se cultivan: Maíz, frijol de palo, zapallo, zapote. Trabaja en el Apiario: Posee 2 cajas En el Apiario hay Palo Santo, Hualtaco, Angolo y Charán. Está a 3 Km del Choloque, en el Cerro Pan de Azúcar en la Quebrada El Venado (es manejado por los socios de ASPROBOS). En el estiércol hay semillas de todo tipo, por lo que antes de que empiecen las lluvias se lleva estiércol al monte, para que renazca. Hay un comité del agua, te dan 20 días de agua y para completar todo, debo usar mi pozo.</p>

Continuación

<p>Manuel Chafloque Rodríguez</p>	<p>Nació: 05 de febrero de 1944 a las 6am Edad: 71 años Se dedica a la pequeña agricultura. Testimonio: Las lluvias le hacen bien al bosque. Hay que comer, y para todos. Nadie roba ni nada, hay trabajo. No deja entrar ganado al campo de cultivo. En abril se siembran las semillas de zambumba, zapallo y calabazas. La gente antigua que yo sí he llegado a conocer se preparaban para la lluvia todo se malograba por eso tenías que guardar. Pero aprendimos, por eso era el año bueno. En cambio ahora viene el año malo que malogra todo y a veces no hay ni agua.</p>
<p>Alfonso Verona</p>	<p>Tiene 2 hijos que viven en Chiclayo y Lambayeque uno/uno. Su hija, la última está estudiando en Chiclayo. Él Vive con su esposa y se dedican a la chacra. El maíz se vende por fanegas de 414 Kg (son 9 quintales de maíz de 46 Kg cada uno) El frijol se vende por quintales de 50 Kg cada uno. Las variedades que tiene son el Vayo, Panamito y Chileno: que producen cada 3 meses. En el mango, la venta es por jaba. Más o menos florea entre junio y julio y ya se cosecha entre enero y febrero. Cuando la floración es:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta se produce 760 jabas pero el precio se cae hasta 5 – 10 soles/jaba (2014) - Baja se produce 400 jabas con precio hasta de 45 soles/jaba (2015) <p>Testimonio: Tenemos plantas medicinales, igual siempre vamos en don Floro (aunque viaja mucho). Algunas plantas que tenemos son: Verbena: Para el dolor de estómago y diabetes Se prepara en 1L de agua + un puñado de verbena (6-8 hojas maduras), machaca y se toma. Crece en los canales y por el río. También se puede tomar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tople: Crece por el río y en los canales - Chilco: Siempre hay en el río, requiere más agua

Continuación

<p>Ruperto Orellano</p>	<p>Edad: 50 años Nunca se casó, no tiene hijos. Cuenta con tierras desde sus padres (herencia de sus padres quienes llegaron de Cajamarca). Testimonio: Tenemos plantas medicinales y mágicas, cuento esto porque yo me dedico a esto, además de mi chacra. He aprendido mucho con mi tío Floro (no es su tío, es como el médico del pueblo). Ejemplos de lo que tenemos: Achicoria: Para el hígado Plantas mágicas (curan males y hechizos)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hierba de toro [crece en zonas húmedas, acequias]: Se hierva junto al San Pedro y maíz blanco, luego se toma a las 10pm. - Misha: Se toma o se frota
<p>Juan Leonardo García</p>	<p>Nació: 1973 Edad: 36 años Vive con su hermana y su mamá. Tiene dos hijos menores y trabaja en la chacra con su esposa. Mi mamá llegó al Choloque con sus padres, se vinieron de la sierra y le dieron estas tierras de abajo y a mi tío Santos García las de arriba, porque estaba joven, ya mi mamá no puede caminar hace varios años. Trabajo en la chacra con maíz que se vende al acopiador, paga barato pero nadie más te compra. Además ahora hay que alquilar un trompo para que desgrane el maíz, se vende sin la coronta, ahí también se pierde.</p>
<p>Luis Francisco Soplapuco Verona</p>	<p>Nació: 1937 Edad: 78 años Vive solo, tiene una hija que lo visita cada vez que puede, ella vive en Chiclayo. Tenemos plantas medicinales como: Verbena + corteza de algarrobo: Para el riñón y el hígado La chacra es para el maíz, en el lindero hay mamey, mango, plátano, ciruela, café, naranja, tánguelo y lenteja de palo. Palto criollo en el medio. Al café le entró una enfermedad de la broca, se trajo plaguicidas de Motupe. Aunque también había remedios naturales, pero hay que buscar. El estiércol del ganado es bueno junto con el de la gallina y pato.</p>

Continuación

El overo se usa como:

- Medicina, la flor se toma para el hígado.
- Para la quincha
- Como leña para la casa

Plantas para comer

- Yuyo criollo (para los guisos)
- Quinoa roja sin espina
- Papa
- Sambumba (similar al zapallo, la cáscara se pone amarillo cuando madura)

Plantas Medicinales

- Antamisa (se pica y se frota para el dolor)
- Cola de caballo (crece en el río)
- Hoja de guanábana (corta la visión si lo tomas mucho)
- Matico

Sábila roja y verde (se toma la penca, hay que remojar para sacar el iodo)

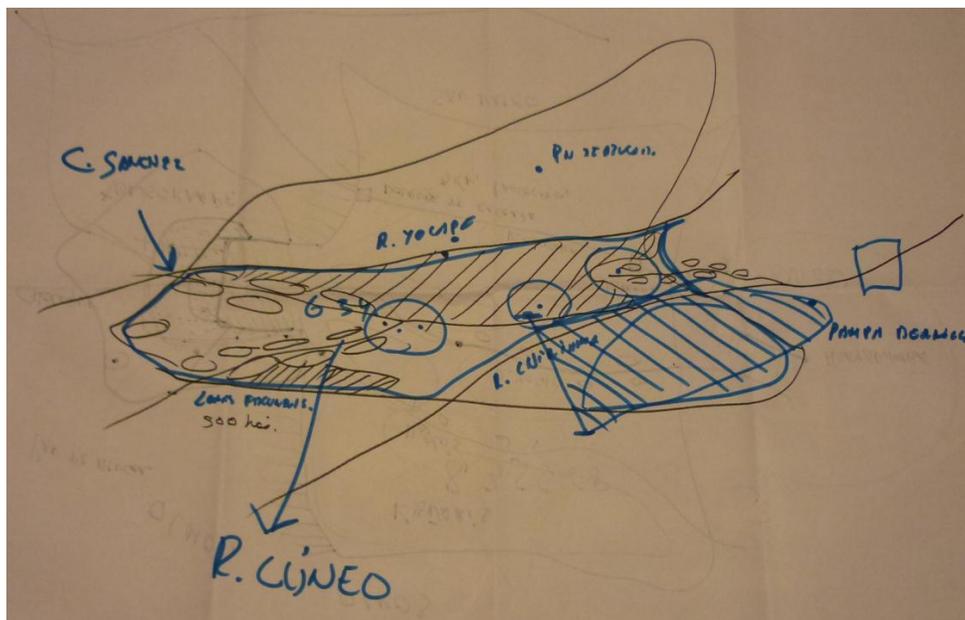
Nota: Las entrevistas se realizaron en enero y mayo del 2015.

ANEXO 7. REGISTRO DE PERCEPCIÓN DEL BOSQUE Y ACTIVIDADES LOCALES

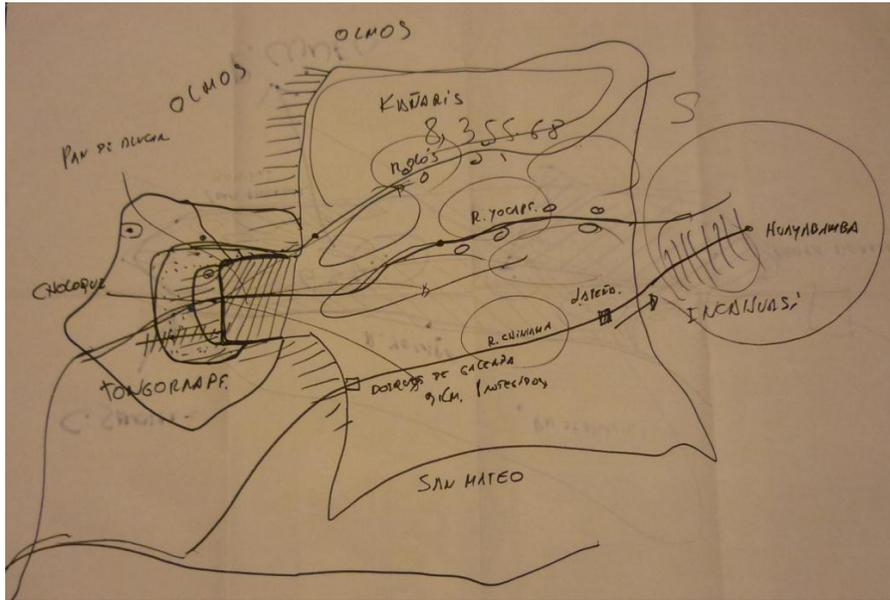
A. Registro Fotográfico del Taller Mapas Parlantes



Samuel Requejo y Manuel Chafloque



Visión de Cuenca



Panorama General



Ruperto Orellano



Alfonso Verona



Familia Ventura



Familia García



Samuel Requejo y José Orellano



Estela Mondejar, Sr. Requejo, Franklin Beltrán, Esmeralda y Alfonso Beltrán.



Estela Mondejar, Manuel Chafloque, Jhoan Chávez



Estela Mondejar, Jhoan Chávez, Luis Francisco Soplapuco Verona

B. Actividades Generales en el Caserío

Apicultura



Pastoreo (aprovechamiento pecuario)



Sistemas Agroforestales (venta de maíz duro amarillo)



Potreros y corrales para cerdos y animales menores (cuyes, aves, otros.)



Agricultura (frutales y menestras)



Recolección de leña, forraje, productos medicinales, algarroba, tintes y frutos comestibles



Medios de Transporte interno – carga	Cultivo de Mate, Maíz, Maní, Zapallo, Pacae, Ají, Lúcumá, Mamey, Palta, Guanábana, Guayaba, Chirimoya, Algodón, Cacao, Café, otros. Cultivo de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)
	

ANEXO 8. CLASES DIAMÉTRICAS DELÁREA DE ESTUDIO

Unidad: cm		ESPECIE			
Ancho C.D.	Centro C.D.	Hualtaco	Algarrobo	Palo Santo	Palo Verde
5.0-7.5	5	13.75	18.35	9.42	17.77
7.5-12.5	10	30.19	29.48	40.43	
12.5-17.5	15	21.31	26.24	40.99	8.82
17.5-22.5	20	30.62	11.58	22.13	13.28
22.5-27.5	25	8.82	8.70	15.81	

Las clases diamétricas (C.D.) se obtuvieron a partir de un inventario dentro de las sub-parcelas permanentes, donde se encontró 31 Palo Santos, 43 Hualtacos, 6 Palo Verdes y 33 Algarrobos. Así mismo, dentro de las parcelas circulares, se encontraron 140 Palo Santos, 99Hualtacos, 8Palo Verdes y 81 Algarrobos, los que fueron extrapolados al área horizontal de las sub-parcelas y parcela, respectivamente y expresadas en N°árb/ha, N°Ind./ha o N°Pies/ha.

ANEXO 9. RESULTADOS PRELIMINARES - PARCELA PILOTO

A. Parcela Piloto

N°	ESPECIE	Altura (m)	DAP (cm)	Masa fresco	%CH	Masa seca (gMS/l.m2)
1°	FAIQUE	13.3	17.5	54.1	18.3	63.1
2°	CHARÁN	12.9	6.0	196.8	16.8	233.8
3°	HUALTACO	11.5	4.5	37.8	17.7	44.4
4°	FAIQUE	3.2	20.0	156.8	16.5	187.1

Leyenda: Intervalo de tiempo (I=2meses)

Observaciones:

- Se consideró posibles contaminaciones a la muestra (individuos cercanos, posible competencia con overo, distribuido homogéneamente cerca de algarrobo y palo verde)
- Se reporta plantas tipo epífitas “salvajina”, “achupallas” y otras plantas trepadoras que crecen entre las ramas (Figuras N°53 y N°54).



Figura N° 53. Plantas trepadoras



Figura N° 54. Plantas epifitas “Achupallas”

- Cercanía de la parcela a lugares transitados, las personas solían echar ramas a las canastas
- Inicialmente se construyeron canastas metálicas que luego fueron reemplazadas por arcos de PVC, de menor peso. Donde para estabilizar las canastas, se recurrió a rocas y/o piedras de tamaño regular
- Se construyó un brazo de madera, para el retiro de las canastas (las labores en muchos de los casos requirió tener en cuenta, consideraciones de trabajo en altura) (Figura N°55). Se colectó muestras para la identificación de los individuos a monitorear y se realizó actividades de campo para la colecta de información por mediciones.



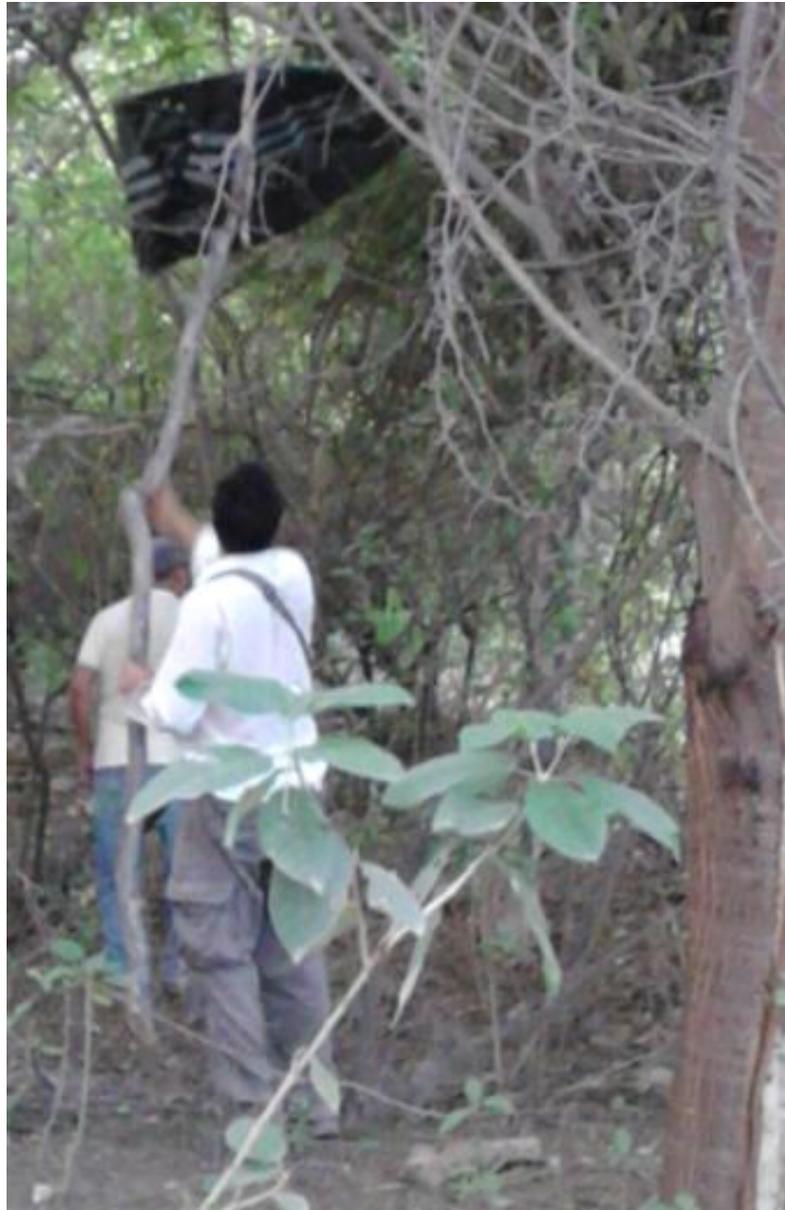


Figura N° 55. Monitoreo de canastas colectoras – uso de brazo de madera

Leyenda: Estela Mondejar, Jhoan Chávez, Rafael Vargas, Sr. Beltrán y Ruperto Orellano

- Sobre las especies objetivo, las que presentaron follaje, fueron: algarrobo (escaso), hualtaco (escaso), palo verde (copas robustas, medio a alto), mientras que palo santo no presentó brotes.
- En algunas zonas, se reporta presencia del hongo fumagina (aunque no se realizó la identificación) (Figura N°56).



Figura N° 56. Presencia del hongo “fumagina” en el tronco de *Prosopis pallida*

- El ganado (caprino) tiene prevalencia por algarrobo, faique, palo verde (aunque esta especie, está desplazada a básicamente la parte alta); mientras que en casos de escasas suelen consumir overo. En algunos casos no se realiza pastoreo, la población deja a sus animales libres en algunas zonas del bosque, por lo que es posible que nuevos brotes se vean afectados.

B. Calendario fenológico

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
(2) Algarrobo (<i>Prosopis pallida</i>)	DV			Máx									
	AB	Máx											
	Fl												
	Fr				Máx								
(4) Algarrobo (<i>Prosopis pallida</i>)	DV												
	AB												
	Fl												
	Fr												
(1) Algarrobo (<i>Prosopis pallida</i>)	DV												
	AB												
	Fl												
	Fr												
(2) Palo Santo (<i>Bursera graveolens</i>)	DV		Max										
	AB		Máx										
	Fl	Máx											
	Fr	Máx											
(3) Palo Santo (<i>Bursera graveolens</i>)	D												
	F												
	Fl												
	Fr												
(1) Palo Santo (<i>Bursera graveolens</i>)	D												
	F												
	Fl												
	Fr												
(2) (3) Hualtaco (<i>Loxopterigium huasango</i>)	D												
	F												
	Fl												
	Fr												
(1) Hualtaco (<i>Loxopterigium huasango</i>)	D												
	F												
	Fl												
	Fr												
(1) Palo Verde (<i>Cercidium praecox</i>)	D												
	F												
	Fl												
	Fr												

FUENTE: Elaboración propia en base a (1) Chávez, 2015 (resultados encontrados en el presente trabajo de investigación), (2) Martos et al., 2009, (3) Carrillo, 2005 y (4) Llanos, 2010.

Leyenda:

DV	Desarrollo Vegetativo
AB	Aparición de Brotes
Fl	Floración
Fr	Fructificación
D	Defoliación
F	Foliación

C. Cálculo del tamaño de muestra (Número de parcelas)

$$P_j = \frac{N_j}{N} \quad n = \left(\frac{\sum(P_j \cdot CV_j) \cdot t}{E} \right)^2 \quad n_j = \frac{n \cdot P_j \cdot CV_j}{\sum P_j \cdot CV_j}$$

Donde:

P_j: Proporción área del estrato/área total

N_j: Área del estrato (Parte alta= 39.7ha, media=52.7 y baja=66.9ha)

N: Área Total (159.3ha)

n: Tamaño de la muestra total (nueve parcelas)

CV_j: Coeficiente de variabilidad por el tipo de bosque (bosque seco de colina baja 40%, bosque seco ralo de llanura 44% y bosque seco ralo de lomada 45%)

t: valor correspondiente a un nivel de confianza y grados de libertad (Tabla de distribución T-Student del Anexo 15 del A/R Methodological Tool “Calculation of the number of simple plots for measurements within A/R CDM Project activities”, UNFCCC 2010)

n_j: Tamaño de la muestra por estrato

E: Error establecido de acuerdo al inventario realizado (15%)

Se obtuvo:

Área (ha)	CV (%)	P _j	P _j .CV	n _j	(*)	Parte
39.7	40	0.25	10	7	2	Alta = 3
52.7	45	0.33	15	10	3	Media= 3
66.9	44	0.42	18	12	4	Baja = 3
159.3	43		43	29	9	Total = 9

Donde:

n	29
t	1.86
Error	15

(*) Aplicando un factor de proporcionalidad (Roque, 2017):

Para el muestreo realizado en 2014 en 564ha se instalaron 35 parcelas de muestreo, así para 159.3ha se tomarán 9 parcelas, distribuidas en parte alta, media y baja.

ANEXO 10. IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS

A. Presencia de plagas

- Contabilización de excremento producido por plagas asociadas a Palo Santo, Palo verde y Hualtaco.

PARCELA	ESPECIE	UNIDAD DE MUESTREO	Excremento Masa seca (g/m ²)
P01	Palo Santo	E01	20.70
	Palo Santo	E06	36.63
	Palo Santo	E07	7.20
P02	Palo Verde	E03	14.06
	Palo Santo	E10	3.37
P04	Hualtaco	E02	33.84
	Hualtaco	E04	15.22

B. Identificación del Lepidóptero - Tortricidae sp

Protocolo:

- Toma de muestra (se tomó individuos en fase juvenil “larvas” con partes de la planta, para evitar estrés en el individuo ante los cambios de su ambiente natural)
- Se separan a los individuos en diferentes ambientes o con barreras entre ellos
- Se colocó papel absorbente que se humedeció en la base de un táper/tupper (cámara de cría) (Figura N°57)



Figura N° 57. Cámara de cría

- Se realizaron agujeros de tamaño adecuado para la oxigenación
- Se introdujo a los individuos (larvas), junto con alimento (hojas y algunas ramas de diámetro menor procedentes de su ambiente natural “hojas de algarrobo y overo”)
- Se colocó en un lugar fijo (no mover el táper/tupper), fresco y seco
- Se expuso a luz natural a través de un vidrio

La identificación fue realizada con larvas que pronto entraron en un estado de formación de pupa (ocho días después de la colecta). Los individuos mostraron reducción de sus actividades, por lo que dejaron de moverse y consumir alimento. Se evidenció canibalismo entre larvas que aún no entraban en fase de pre pupa y pupa (Figuras N°58 y N°59).

Por la forma de la larvas, fase pre pupa y pupa, se pudo llegar a la denominación de Familia: *Tortricidae* y Género: *sp*; observación realizada por la especialista entomóloga del Museo de Entomología Klaus Raven Büller de la UNALM, Mg. Clorinda Elisa Vergara Cobián de Sánchez (Junio 2015).

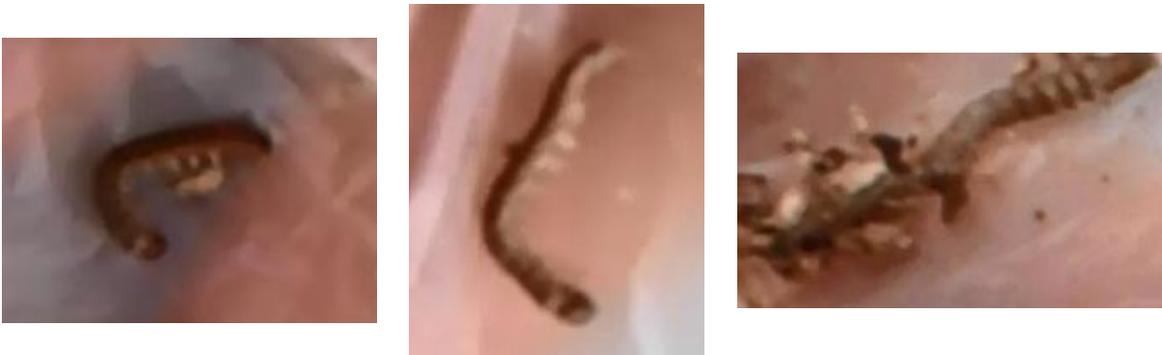


Figura N° 58. Fase larval

Detalle: Día 0 colecta de individuos D0 (14 de mayo 2015)



Figura N° 59. Fase pupa

Leyenda: Izquierda - Ocho días después de la colecta 8DD0. Derecha – pupa formada a los treinta y nueve días después del D0 - DD0 (23 de junio 2015)

- No se llevó la crianza hasta el final (culminación de la fase metamórfica). Por lo que no se pudo evaluar a los lepidópteros en su estado alado.

ANEXO 11. CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

A. Captura de Carbono

- Distribuciones DAP – Biomasa Seca

Las Figuras N°60 – N°63 muestran relaciones de DAP y Biomasa foliar (hojarasca) de las cuatro especies estudiadas (en base a 36 individuos seleccionados para la construcción de modelos).

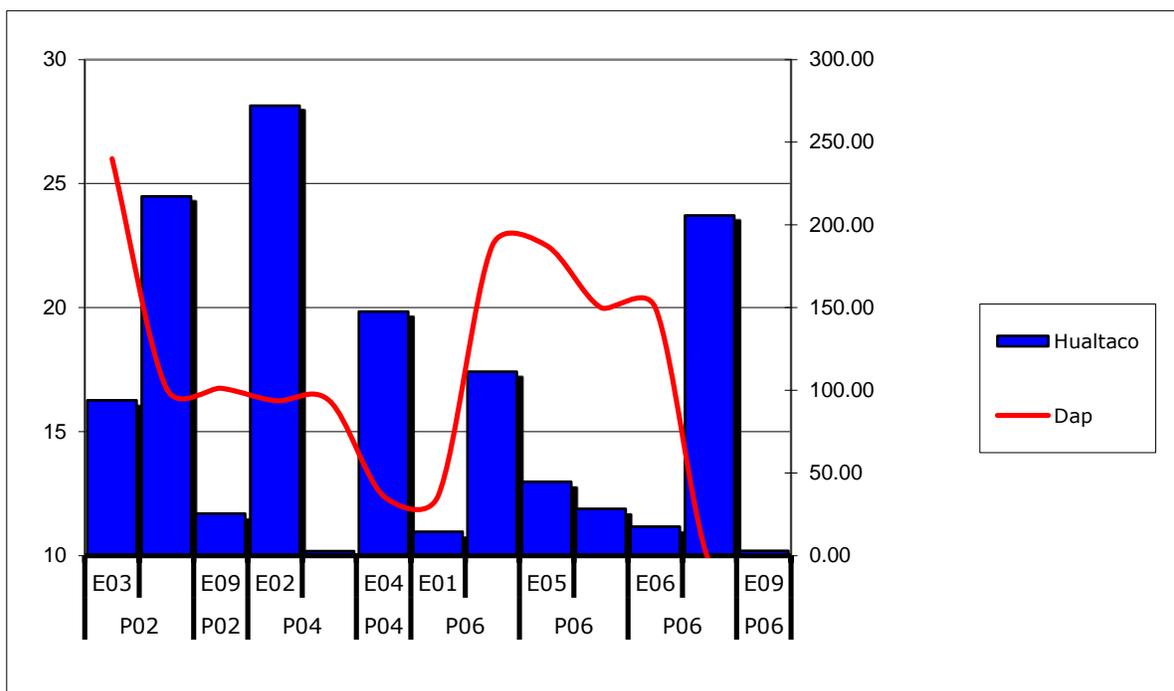


Figura N° 60. Hualtaco

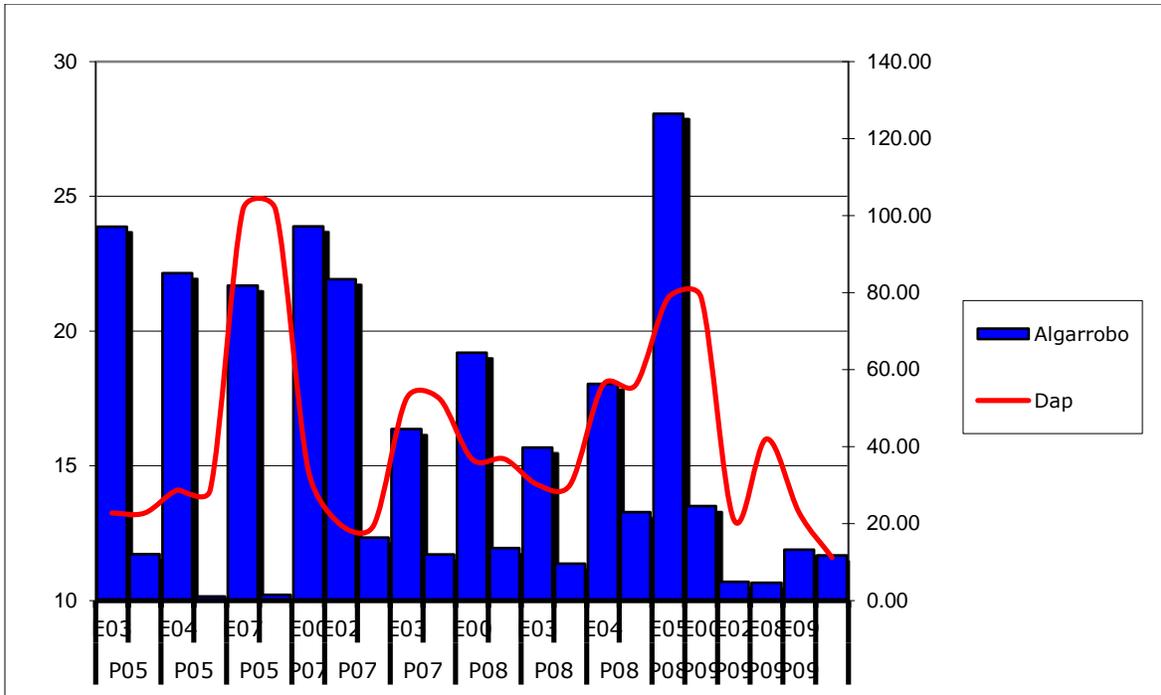


Figura N° 61. Algarrobo

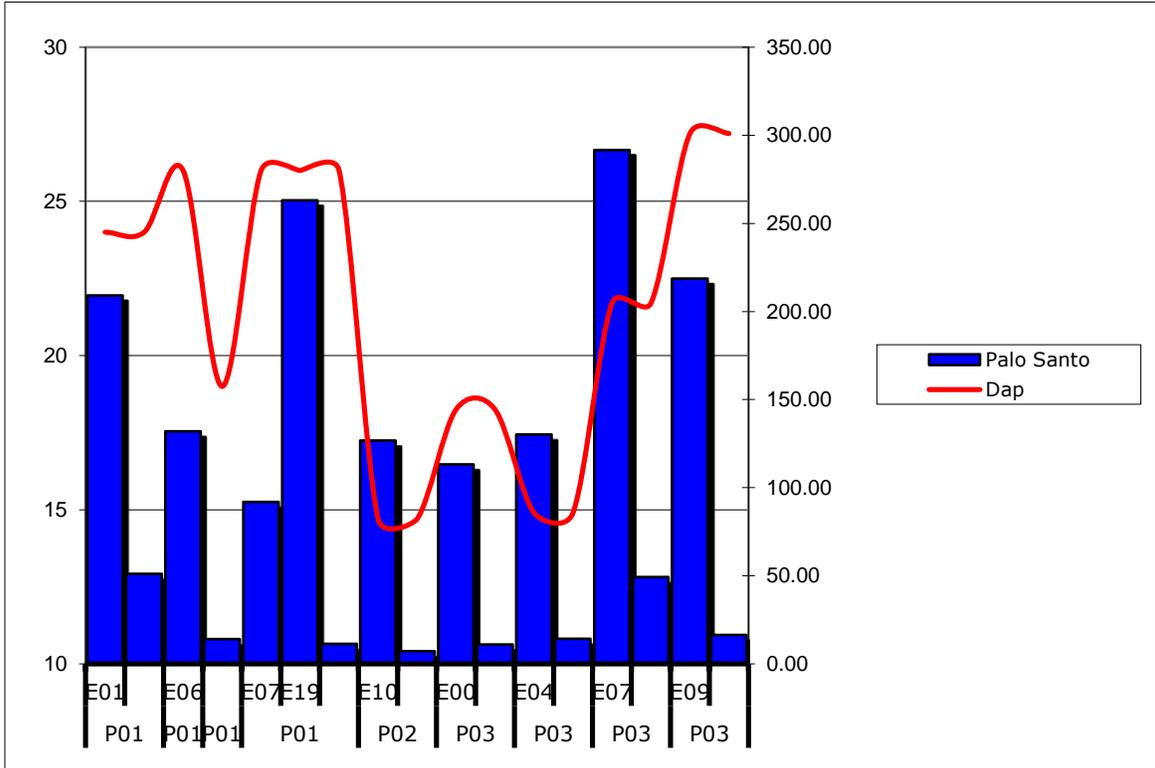


Figura N° 62. Palo santo

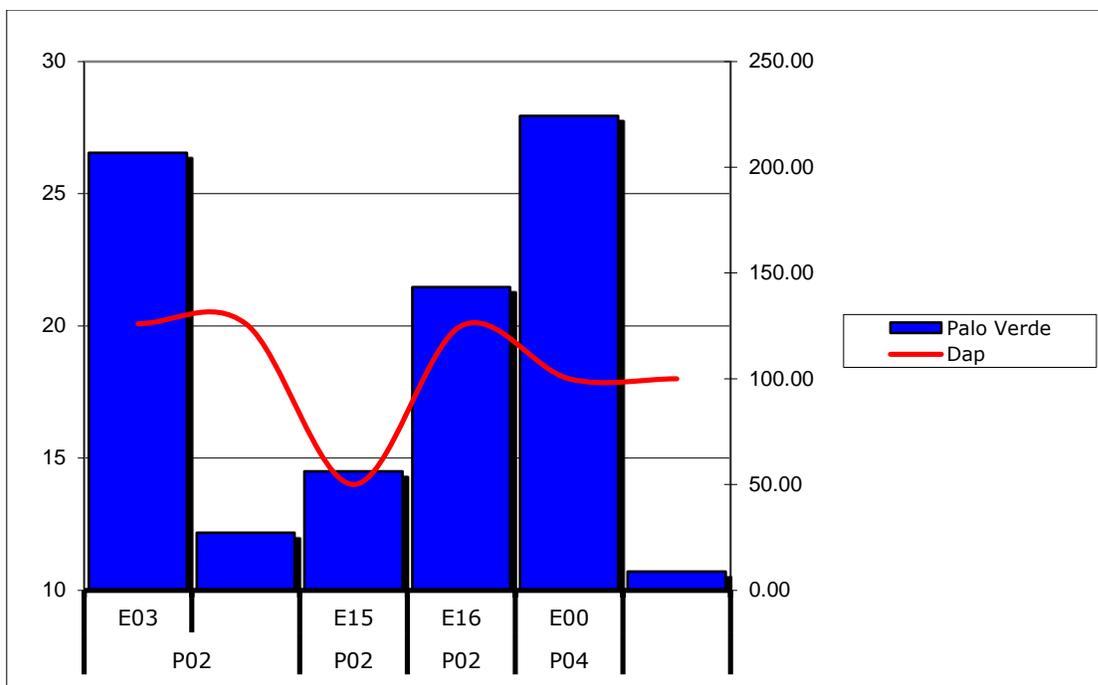


Figura N° 63. Palo verde

Relaciones de proporcionalidad directa entre la producción primaria (evaluado como biomasa seca) y DAP, fueron evidenciadas de mayor a menor grado para Palo Santo, Algarrobo, Palo Verde y Hualtaco.

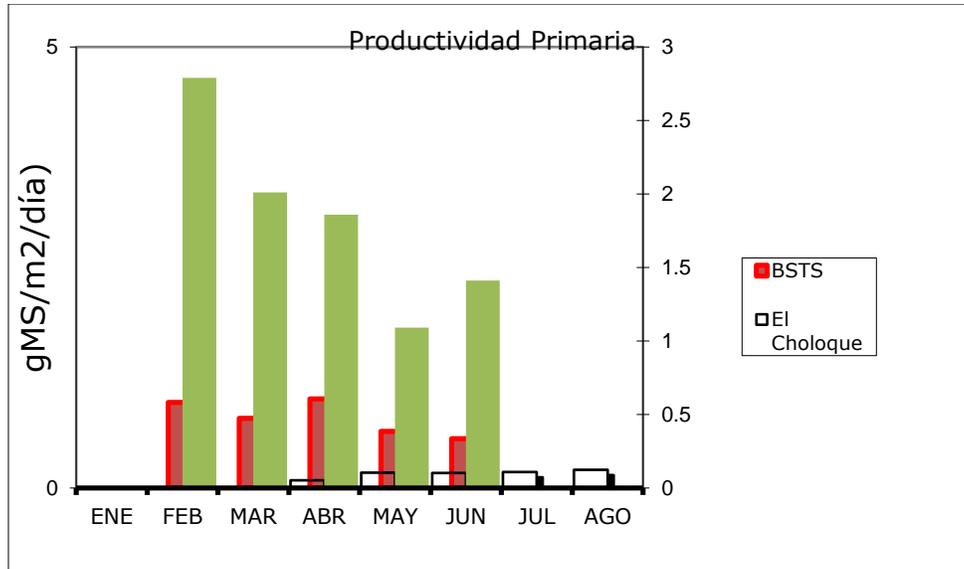
Análisis para Algarrobo

Productividad Primaria Neta Unidad: gMS/m2/día						
ALGARROBO	El Choloque (Prom)	Desv.Est.	BSD (Prom)	Desv.Est.	BSTS (Prom)	Desv.Est.
ENE						
FEB			2.79	2.28	0.97	0.73
MAR			2.01	0.79	0.79	0.51
ABR	0.05	0.03	1.86	0.63	1.01	0.47
MAY	0.10	0.06	1.09	0.35	0.64	0.33
JUN	0.10	0.06	1.41	0.42	0.56	0.15
JUL	0.11	0.12				
AGO	0.12	0.12				
	0.48		9.16		3.95	

FUENTE: Cárdenas (1998)

BSD Bosque seco denso
Bosque seco tipo
sabana

BSTS



- Modelos de Regresión Lineal Múltiple

Posteriormente se realizó los modelos de Regresión Lineal Múltiple:

$$Y = \beta_0 + \beta_1.X_1 + \beta_2.X_2 + u$$

Donde:

Y: Biomasa viva sobre el suelo (Hojarasca y Ramillas)

X1: Dap

X2: Ac

(1) Biomasa viva sobre el suelo Hojarasca

A: Biomasa foliar colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m²

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = 0$$

La biomasa foliar colectada no depende de DAP y Dc

H_1 : Existe al menos un β_i diferente a cero: $\neq 0$

La biomasa foliar colectada depende de DAP y Dc

B1: Biomasa foliar colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m²

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = 0$$

La biomasa foliar colectada no depende de DAP y Ac

H_1 : Existe al menos un β_i diferente a cero: $\neq 0$

La biomasa foliar colectada depende de DAP y Ac

B2: Biomasa foliar colectada y extrapolada al Ac

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = 0$$

La biomasa foliar colectada y extrapolada no depende del DAP y Ac

H_1 : Existe al menos un β_i diferente a cero: $\neq 0$

La biomasa foliar colectada y extrapolada depende del DAP y Ac

La Figura N°64 muestra el criterio de validación de los modelos de regresión lineal múltiple.

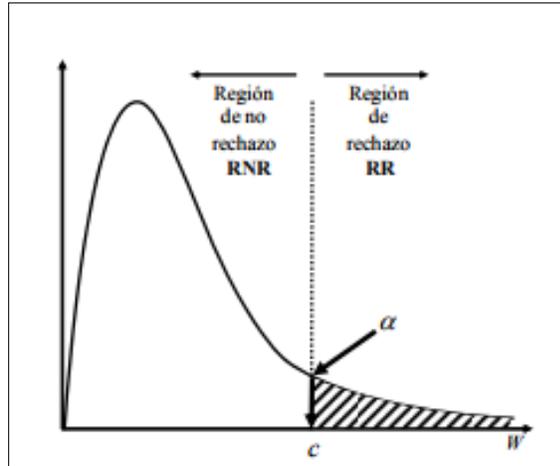
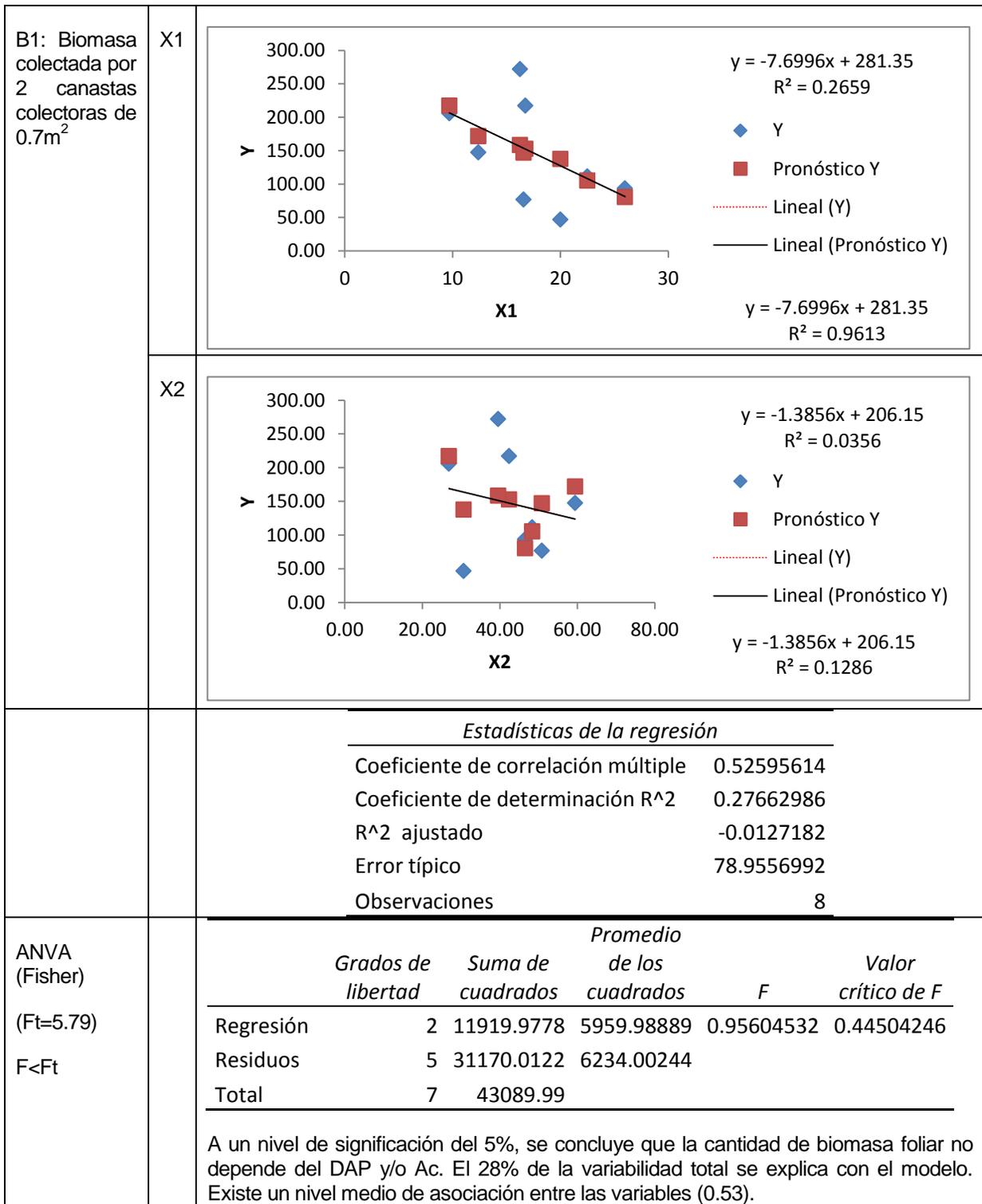
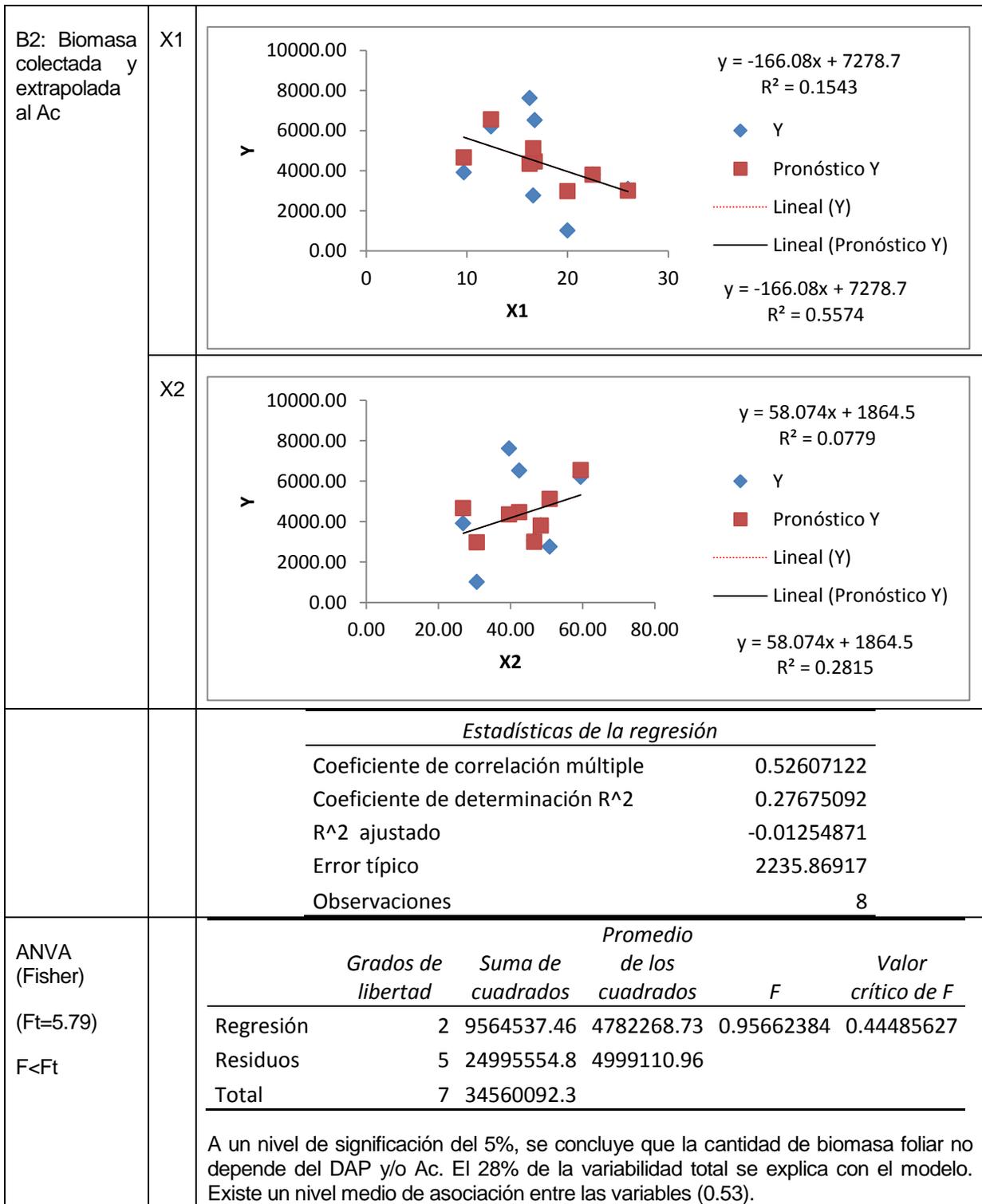


Figura N° 64. Regiones de rechazo y no rechazo para las hipótesis para las variables diámetro a la altura de pecho DAP, diámetro de copa Dc y área máxima de copa Ac

Hualtaco

	X	Análisis																								
A: Biomasa colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m ²	X1	<p> $y = -7.9368x + 283.19$ $R^2 = 0.2586$ </p> <p> ■ Pronóstico Y ◆ Lineal (Y) — Lineal (Pronóstico Y) </p> <p> $y = -7.9368x + 283.19$ $R^2 = 0.9964$ </p>																								
	X2	<p> $y = -11.844x + 231.23$ $R^2 = 0.0185$ </p> <p> ■ Pronóstico Y ◆ Lineal (Y) — Lineal (Pronóstico Y) </p> <p> $y = -11.844x + 231.23$ $R^2 = 0.0713$ </p>																								
		<p style="text-align: center;"><i>Estadísticas de la regresión</i></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Coefficiente de correlación múltiple</td> <td>0.50946475</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de determinación R²</td> <td>0.25955433</td> </tr> <tr> <td>R² ajustado</td> <td>0.03662394</td> </tr> <tr> <td>Error típico</td> <td>83.4979925</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Coefficiente de correlación múltiple	0.50946475	Coefficiente de determinación R ²	0.25955433	R ² ajustado	0.03662394	Error típico	83.4979925	Observaciones	8														
Coefficiente de correlación múltiple	0.50946475																									
Coefficiente de determinación R ²	0.25955433																									
R ² ajustado	0.03662394																									
Error típico	83.4979925																									
Observaciones	8																									
ANVA (Fisher) (Ft=5.79) F<Ft		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Grados de libertad</th> <th>Suma de cuadrados</th> <th>Promedio de los cuadrados</th> <th>F</th> <th>Valor crítico de F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regresión</td> <td>2</td> <td>12219.6045</td> <td>6109.80225</td> <td>0.87634495</td> <td>0.47177291</td> </tr> <tr> <td>Residuos</td> <td>5</td> <td>34859.5738</td> <td>6971.91475</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>7</td> <td>47079.1783</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>A un nivel de significación del 5%, se concluye que la cantidad de biomasa foliar no depende del DAP y/o Dc. El 28% de la variabilidad total se explica con el modelo. Existe un nivel medio de asociación entre las variables (0.53).</p>		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Regresión	2	12219.6045	6109.80225	0.87634495	0.47177291	Residuos	5	34859.5738	6971.91475			Total	7	47079.1783			
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F																					
Regresión	2	12219.6045	6109.80225	0.87634495	0.47177291																					
Residuos	5	34859.5738	6971.91475																							
Total	7	47079.1783																								

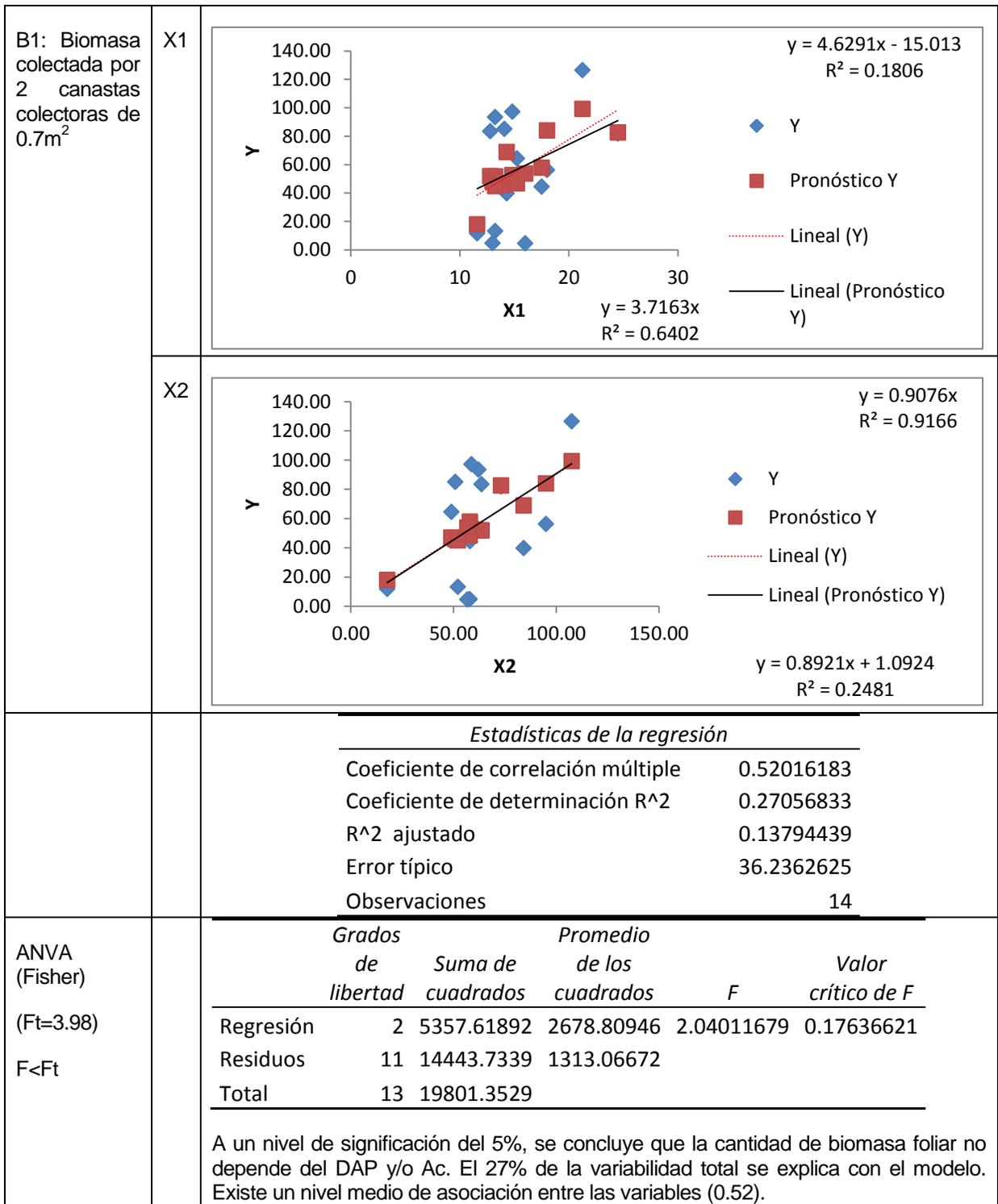


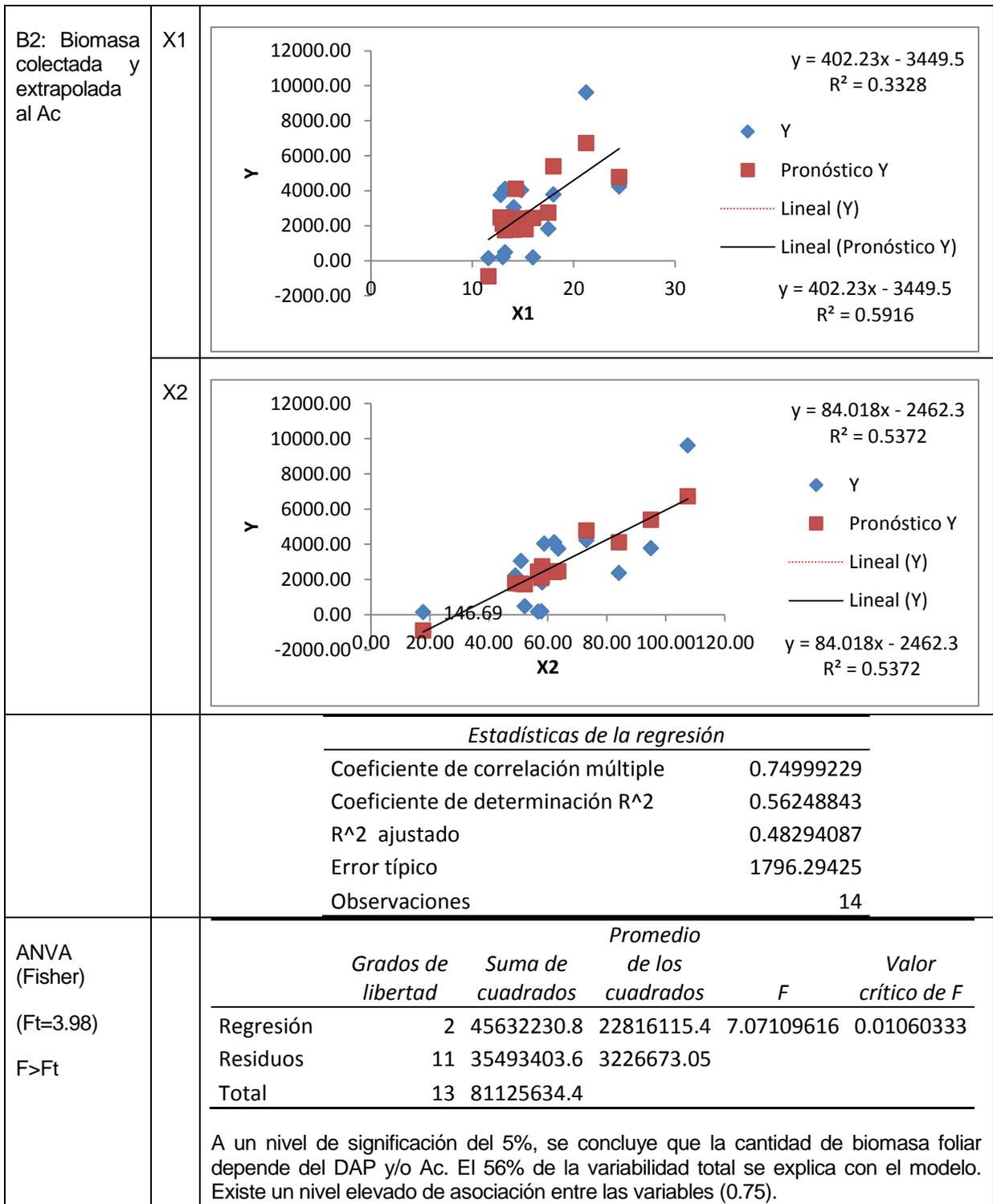


Legenda: X1: DAP (Diámetro a la altura de pecho), X2: Ac (Área de copa), Nivel de asociación entre variables: Bajo [-0.5, 0.5], Medio <-0.5, -0.6] U <0.5, 0.6] Elevado [-1, 0.6> U <0.6, 1]

Algarrobo

	X	Análisis																								
A: Biomasa colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m ²	X1	<p> $y = 4.5758x - 13.917$ $R^2 = 0.174$ </p> <p> $y = 4.5758x - 13.917$ $R^2 = 0.6575$ </p>																								
	X2	<p> $y = 11.797x - 46.44$ $R^2 = 0.2412$ </p> <p> $y = 11.797x - 46.44$ $R^2 = 0.9114$ </p>																								
		<p style="text-align: center;"><i>Estadísticas de la regresión</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Coefficiente de correlación múltiple</td> <td>0.51448161</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de determinación R²</td> <td>0.26469132</td> </tr> <tr> <td>R² ajustado</td> <td>0.13099884</td> </tr> <tr> <td>Error típico</td> <td>36.6322009</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td>14</td> </tr> </table>	Coefficiente de correlación múltiple	0.51448161	Coefficiente de determinación R ²	0.26469132	R ² ajustado	0.13099884	Error típico	36.6322009	Observaciones	14														
Coefficiente de correlación múltiple	0.51448161																									
Coefficiente de determinación R ²	0.26469132																									
R ² ajustado	0.13099884																									
Error típico	36.6322009																									
Observaciones	14																									
ANVA (Fisher) (Ft=3.98) F<Ft		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Grados de libertad</th> <th>Suma de cuadrados</th> <th>Promedio de los cuadrados</th> <th>F</th> <th>Valor crítico de F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regresión</td> <td>2</td> <td>5313.59835</td> <td>2656.79917</td> <td>1.97985189</td> <td>0.1843246</td> </tr> <tr> <td>Residuos</td> <td>11</td> <td>14761.0996</td> <td>1341.91814</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>13</td> <td>20074.6979</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>A un nivel de significación del 5%, se concluye que la cantidad de biomasa foliar no depende del DAP y/o Dc. El 26% de la variabilidad total se explica con el modelo. Existe un nivel medio de asociación entre las variables (0.51).</p>		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Regresión	2	5313.59835	2656.79917	1.97985189	0.1843246	Residuos	11	14761.0996	1341.91814			Total	13	20074.6979			
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F																					
Regresión	2	5313.59835	2656.79917	1.97985189	0.1843246																					
Residuos	11	14761.0996	1341.91814																							
Total	13	20074.6979																								

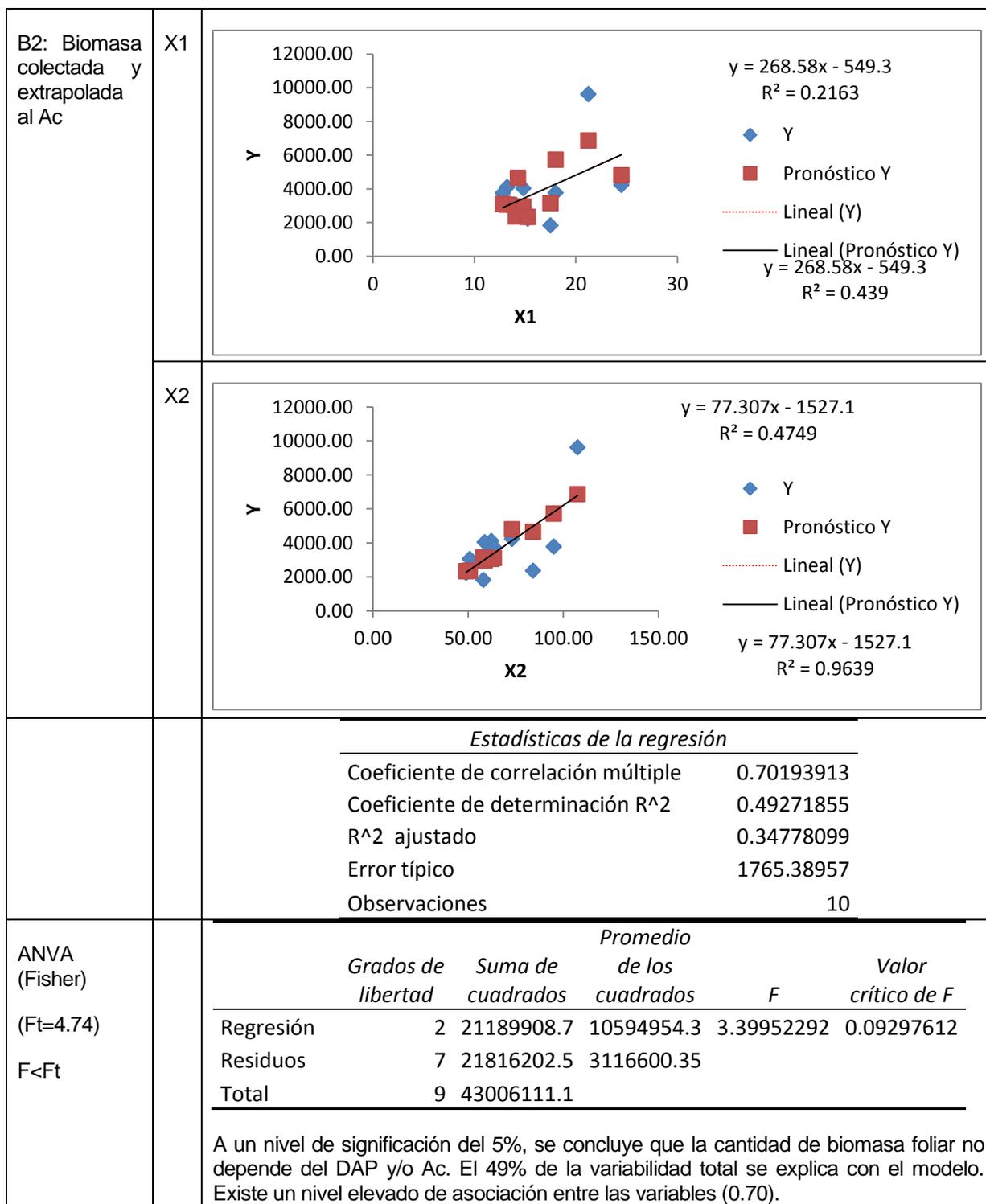




Leyenda: X1: DAP (Diámetro a la altura de pecho), X2: Ac (Área de copa), Nivel de asociación entre variables: Bajo [-0.5, 0.5], Medio <-0.5, -0.6] U <0.5, 0.6] Elevado [-1, 0.6> U <0.6, 1]

Análisis para Algarrobo (n=10)

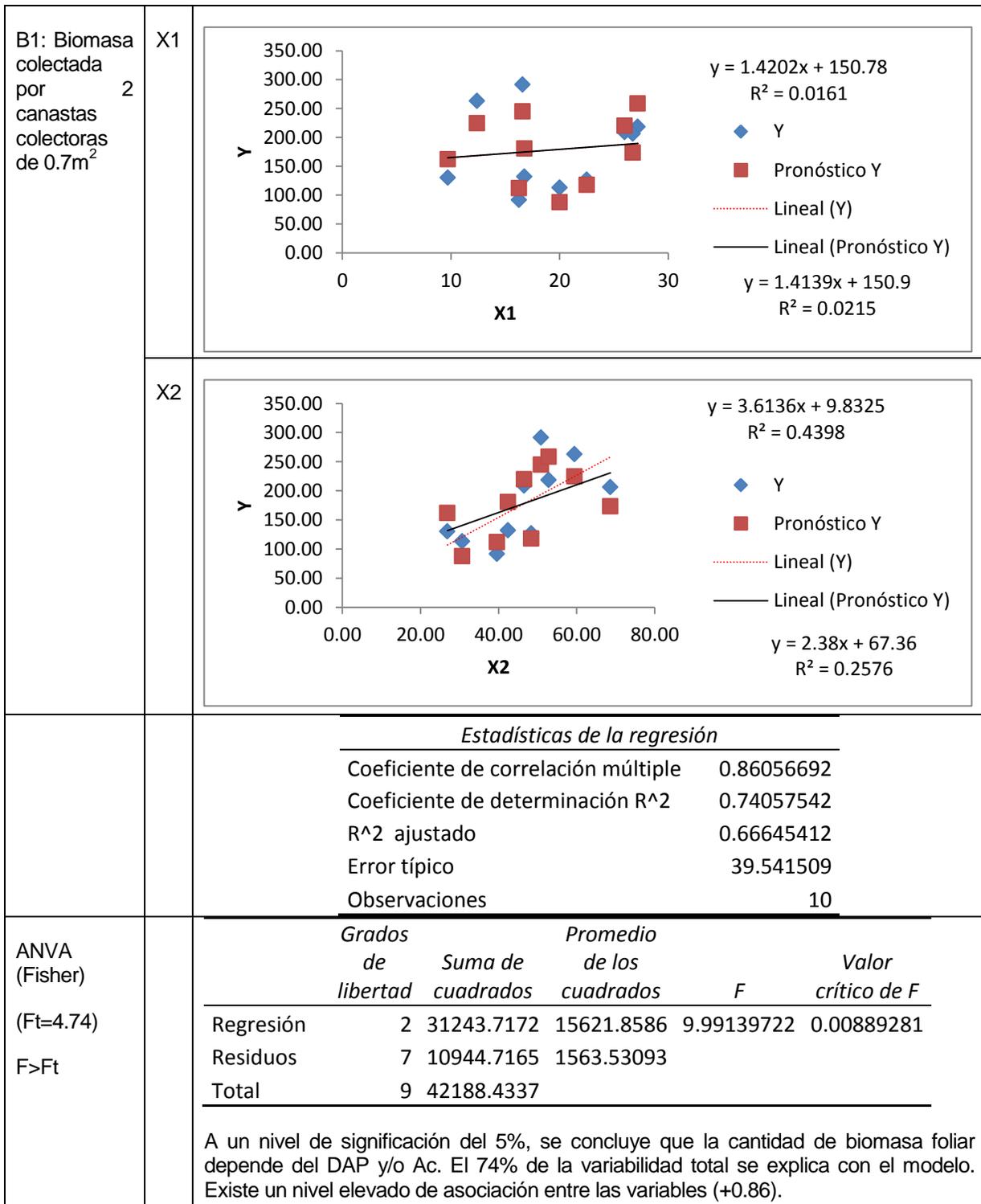
	X	Análisis																								
A: Biomasa colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m ²	X1	<p> $y = 1.2759x + 56.431$ $R^2 = 0.0328$ </p> <p> ◆ Y ■ Pronóstico Y ⋯ Lineal (Y) — Lineal (Pronóstico Y) </p> <p> $y = 1.2759x + 56.431$ $R^2 = 0.7866$ </p>																								
	X2	<p> $y = 3.6385x + 43.453$ $R^2 = 0.0299$ </p> <p> ◆ Y ■ Pronóstico Y ⋯ Lineal (Y) — Lineal (Pronóstico Y) </p> <p> $y = 3.6385x + 43.453$ $R^2 = 0.719$ </p>																								
		<p style="text-align: center;"><i>Estadísticas de la regresión</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Coefficiente de correlación múltiple</td> <td>0.20407515</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de determinación R²</td> <td>0.04164667</td> </tr> <tr> <td>R² ajustado</td> <td>-0.2321686</td> </tr> <tr> <td>Error típico</td> <td>29.6221811</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td>10</td> </tr> </table>	Coefficiente de correlación múltiple	0.20407515	Coefficiente de determinación R ²	0.04164667	R ² ajustado	-0.2321686	Error típico	29.6221811	Observaciones	10														
Coefficiente de correlación múltiple	0.20407515																									
Coefficiente de determinación R ²	0.04164667																									
R ² ajustado	-0.2321686																									
Error típico	29.6221811																									
Observaciones	10																									
ANVA (Fisher) (Ft=4.74) F<Ft		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Grados de libertad</th> <th>Suma de cuadrados</th> <th>Promedio de los cuadrados</th> <th>F</th> <th>Valor crítico de F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regresión</td> <td>2</td> <td>266.92343</td> <td>133.461715</td> <td>0.1520977</td> <td>0.86166768</td> </tr> <tr> <td>Residuos</td> <td>7</td> <td>6142.31531</td> <td>877.473615</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>9</td> <td>6409.23874</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>A un nivel de significación del 5%, se concluye que la cantidad de biomasa foliar no depende del DAP y/o Dc. El 4% de la variabilidad total se explica con el modelo. Existe un nivel bajo de asociación entre las variables (0.20).</p>		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Regresión	2	266.92343	133.461715	0.1520977	0.86166768	Residuos	7	6142.31531	877.473615			Total	9	6409.23874			
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F																					
Regresión	2	266.92343	133.461715	0.1520977	0.86166768																					
Residuos	7	6142.31531	877.473615																							
Total	9	6409.23874																								

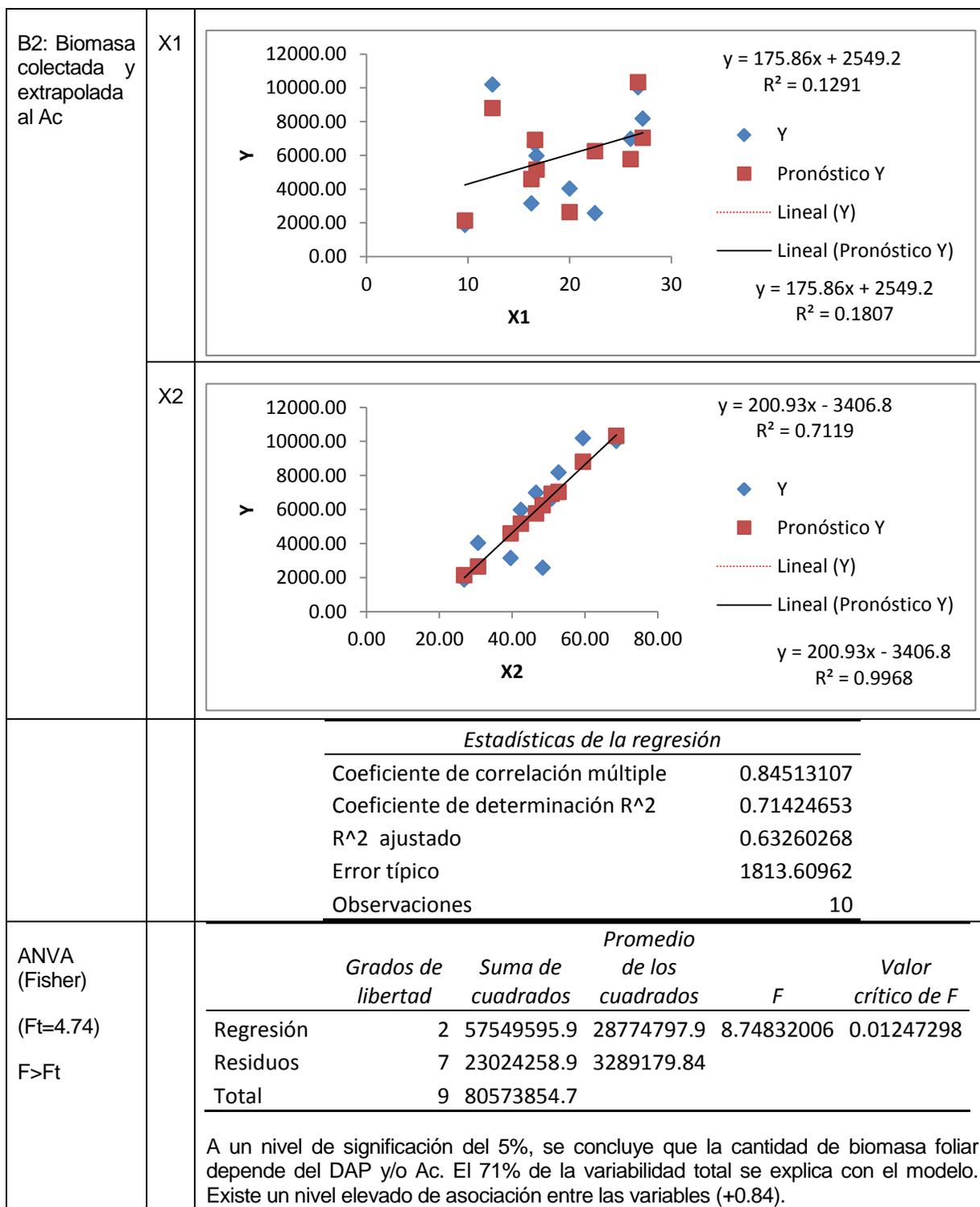


Leyenda: X1: DAP (Diámetro a la altura de pecho), X2: Ac (Área de copa), Nivel de asociación entre variables: Bajo [-0.5, 0.5], Medio <-0.5, -0.6] U <0.5, 0.6] Elevado [-1, 0.6] U <0.6, 1]

Palo santo

	X	Curva de Regresión																								
A: Biomasa colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m ²	X1	<p> $y = 1.4202x + 150.78$ $R^2 = 0.0161$ </p>																								
	X2	<p> $y = 5.6384x + 135.46$ $R^2 = 0.0123$ </p>																								
		<p style="text-align: center;"><i>Estadísticas de la regresión</i></p> <table border="0"> <tr> <td>Coeficiente de correlación múltiple</td> <td style="text-align: right;">0.14146983</td> </tr> <tr> <td>Coeficiente de determinación R²</td> <td style="text-align: right;">0.02001371</td> </tr> <tr> <td>R² ajustado</td> <td style="text-align: right;">-0.259983</td> </tr> <tr> <td>Error típico</td> <td style="text-align: right;">76.8524435</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> </table>	Coeficiente de correlación múltiple	0.14146983	Coeficiente de determinación R ²	0.02001371	R ² ajustado	-0.259983	Error típico	76.8524435	Observaciones	10														
Coeficiente de correlación múltiple	0.14146983																									
Coeficiente de determinación R ²	0.02001371																									
R ² ajustado	-0.259983																									
Error típico	76.8524435																									
Observaciones	10																									
ANVA (Fisher) (Ft=4.74) F<Ft		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;"><i>Grados de libertad</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Suma de cuadrados</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Promedio de los cuadrados</i></th> <th style="text-align: center;"><i>F</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Valor crítico de F</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regresión</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">844.347196</td> <td style="text-align: center;">422.173598</td> <td style="text-align: center;">0.07147855</td> <td style="text-align: center;">0.93168691</td> </tr> <tr> <td>Residuos</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">41344.0865</td> <td style="text-align: center;">5906.29807</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">42188.4337</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>A un nivel de significación del 5%, se concluye que la cantidad de biomasa foliar no depende del DAP y/o Dc. El 2% de la variabilidad total se explica con el modelo. Existe un nivel bajo de asociación entre las variables (+0.14).</p>		<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	Regresión	2	844.347196	422.173598	0.07147855	0.93168691	Residuos	7	41344.0865	5906.29807			Total	9	42188.4337			
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>																					
Regresión	2	844.347196	422.173598	0.07147855	0.93168691																					
Residuos	7	41344.0865	5906.29807																							
Total	9	42188.4337																								

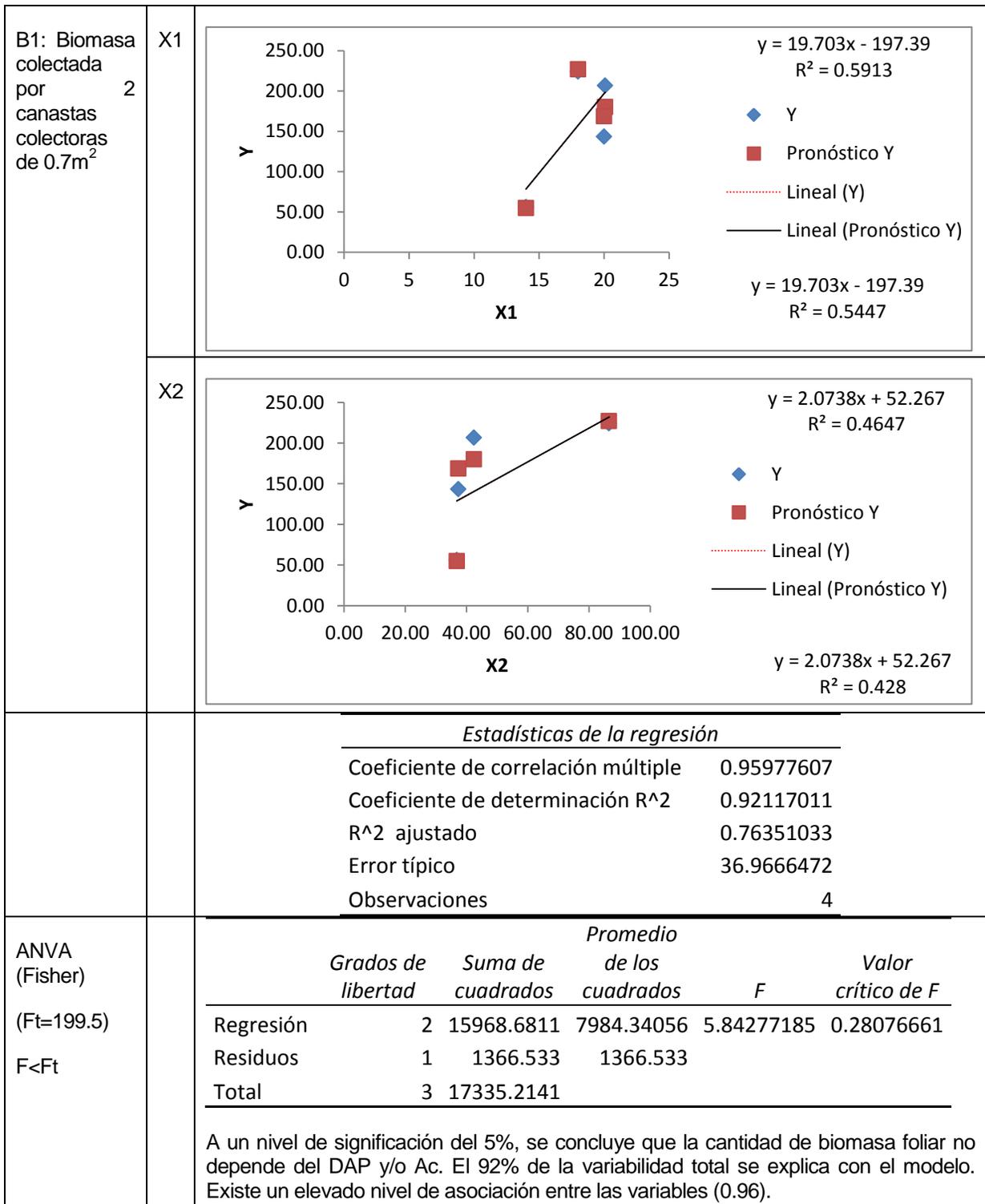


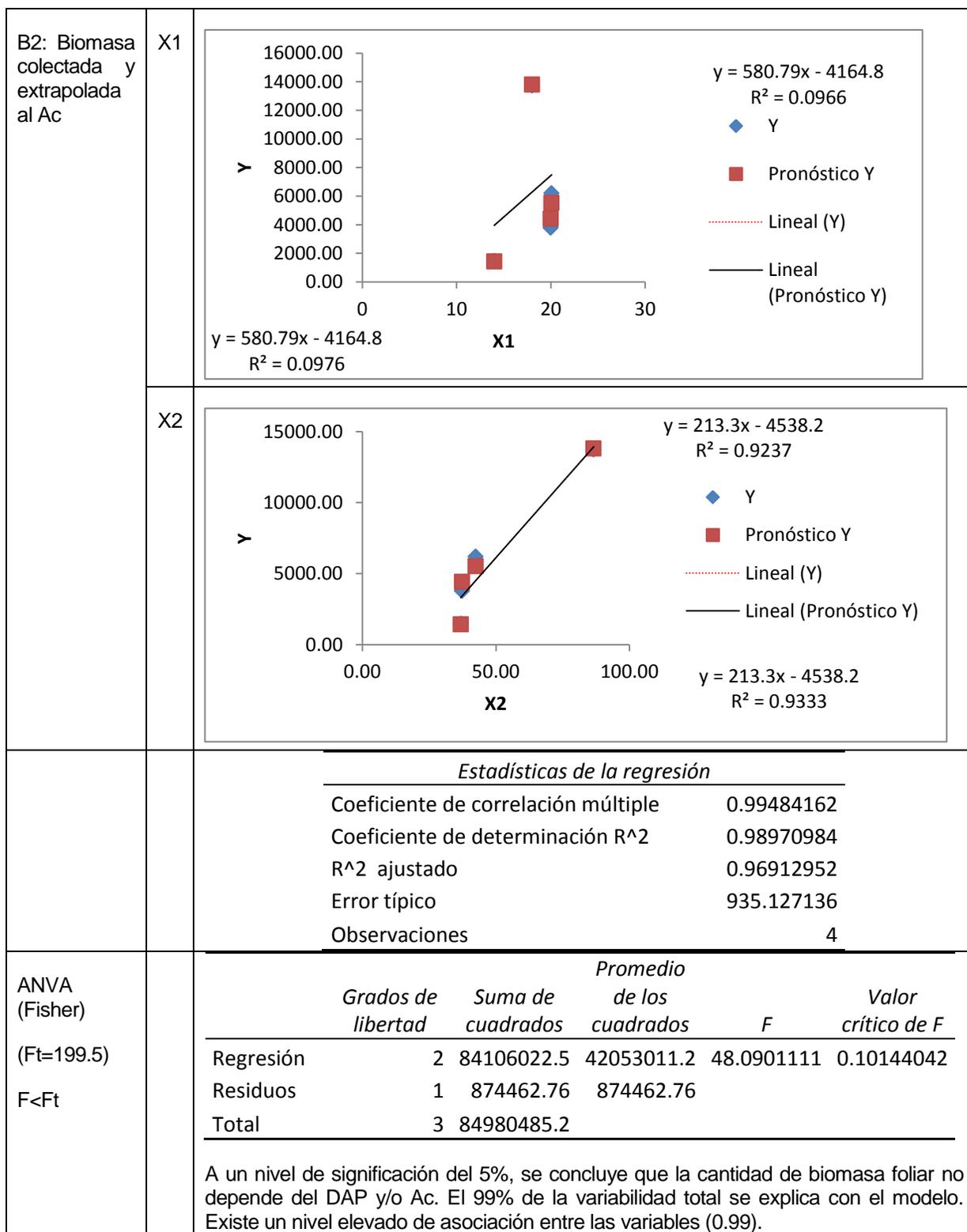


Leyenda: X1: DAP (Diámetro a la altura de pecho), X2: Ac (Área de copa), Nivel de asociación entre variables: Bajo [-0.5, 0.5], Medio <-0.5, -0.6] U <0.5, 0.6] Elevado [-1, 0.6] U <0.6, 1]

Palo verde

	X	Curva de Regresión																								
A: Biomasa colectada por 2 canastas colectoras de 0.7m ²	X1	<p> $y = 19.703x - 197.39$ $R^2 = 0.5447$ </p> <p> $y = 19.703x - 197.39$ $R^2 = 0.5871$ </p>																								
	X2	<p> $y = 29.119x - 72.392$ $R^2 = 0.4483$ </p> <p> $y = 29.119x - 72.392$ $R^2 = 0.4832$ </p>																								
		<p style="text-align: center;"><i>Estadísticas de la regresión</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Coefficiente de correlación múltiple</td> <td>0.96319636</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de determinación R²</td> <td>0.92774723</td> </tr> <tr> <td>R² ajustado</td> <td>0.7832417</td> </tr> <tr> <td>Error típico</td> <td>35.3909196</td> </tr> <tr> <td>Observaciones</td> <td>4</td> </tr> </table>	Coefficiente de correlación múltiple	0.96319636	Coefficiente de determinación R ²	0.92774723	R ² ajustado	0.7832417	Error típico	35.3909196	Observaciones	4														
Coefficiente de correlación múltiple	0.96319636																									
Coefficiente de determinación R ²	0.92774723																									
R ² ajustado	0.7832417																									
Error típico	35.3909196																									
Observaciones	4																									
ANVA (Fisher) (Ft=199.5) F<Ft		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Grados de libertad</th> <th>Suma de cuadrados</th> <th>Promedio de los cuadrados</th> <th>F</th> <th>Valor crítico de F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regresión</td> <td>2</td> <td>16082.6969</td> <td>8041.34847</td> <td>6.42015017</td> <td>0.26879875</td> </tr> <tr> <td>Residuos</td> <td>1</td> <td>1252.51719</td> <td>1252.51719</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>3</td> <td>17335.2141</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>A un nivel de significación del 5%, se concluye que la cantidad de biomasa foliar no depende del DAP y/o Ac. El 93% de la variabilidad total se explica con el modelo. Existe un nivel elevado de asociación entre las variables (0.96).</p>		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	Regresión	2	16082.6969	8041.34847	6.42015017	0.26879875	Residuos	1	1252.51719	1252.51719			Total	3	17335.2141			
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F																					
Regresión	2	16082.6969	8041.34847	6.42015017	0.26879875																					
Residuos	1	1252.51719	1252.51719																							
Total	3	17335.2141																								





Leyenda: X1: DAP (Diámetro a la altura de pecho), X2: Ac (Área de copa), Nivel de asociación entre variables: Bajo [-0.5, 0.5], Medio <-0.5, -0.6] U <0.5, 0.6] Elevado [-1, 0.6> U <0.6, 1]

B. Almacenamiento de Carbono

(1) Biomasa viva sobre el suelo

1. Se toman muestras simples de los puntos centrales de cada compartimento (sub muestras); obteniéndose una muestra compuesta a partir de una mezcla de tres muestras por línea de muestreo en favor de la pendiente (de A hacia B). Se sigue la misma secuencia en los 9 cuadrantes y tres líneas de muestreo.
2. En base a un criterios de altitud (donde sea aplicable), mezclar tres muestras contenidas en un segmento (correspondiente a una perpendicular a la diagonal de ruta del transecto, línea de acción del muestreo). Se obtienen tres muestras por parcela circular, un total de 27 muestras para su análisis respectivo en un laboratorio especializado.

El siguiente esquema (Figura N°64) muestra los puntos de muestreo individual y las posibles mezclas, perpendicular o paralela a la línea diagonal transecta.

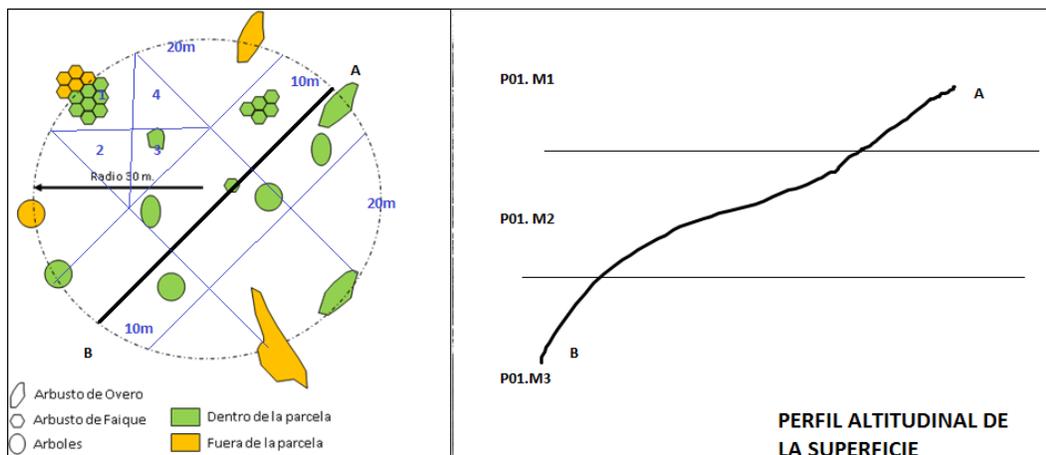




Figura N° 65. Esquema de toma de muestra de suelo para su procesamiento

FUENTE. Elaboración propia

Las Tablas N°70 y N°71, muestra los resultados obtenidos por el método Walkley y Black modificado (1947), del Laboratorio LASPAF-UNALM y el balance de carbono en el suelo.

Tabla N° 70. Porcentaje de carbono %C en el suelo

N° PARCELA	N° MUESTRA	%C	ANÁLISIS ESTADÍSTICO			
			Media	s2	R	CV
P01	P01.M1	1.25	1.36		R	0.82
	P01.M2	1.01	0.18		CV	31
	P01.M3	1.83	0.42	s		
P02	P02.M1	0.80	0.74		R	0.30
	P02.M2	0.56	0.03		CV	21
	P02.M3	0.86	0.16	s		
P03	P03.M1	0.80	1.05		R	0.59
	P03.M2	1.39	0.09		CV	29
	P03.M3	0.96	0.31	s		
P04	P04.M3	0.68	0.93		R	0.59
	P04.M2	1.27	0.09		CV	33
	P04.M1	0.84	0.31	s		
P05	P05.M3	0.86	0.83		R	0.47
	P05.M2	1.05	0.06		CV	28
	P05.M1	0.58	0.24	s		
P06	P06.M3	0.98	1.00		R	0.19
	P06.M2	1.11	0.01		CV	10
	P06.M1	0.92	0.10	s		
P07	P07.M1	0.96	0.96		R	0.09
	P07.M2	0.92	0.00		CV	5
	P07.M3	1.01	0.05	s		
P08	P08.M1	1.00	0.99		R	0.04
	P08.M2	1.00	0.00		CV	2
	P08.M3	0.96	0.02	s		
P09	P09.M1	1.09	1.08		R	0.23
	P09.M2	0.96	0.01		CV	11
	P09.M3	1.19	0.12	s		

Tabla N° 71. Cantidad de Carbono almacenado en el suelo

PARCELA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD APARENTE DEL SUELO (DA) 0-20cm (Kg/m ³)	STOCK C/ÁREA (Mg-C/Ha)
P01	0.95	8.53	1787.26	48.73
P02	1.30	0.62	2448.86	36.24
P03	1.17	5.55	2202.48	46.25
P04	1.15	2.40	2165.14	40.27
P05	1.10	5.07	2070.20	34.37
P06	1.22	3.80	2297.70	46.11
P07	1.14	2.53	2145.43	41.34
P08	1.10	5.04	2070.76	40.86
P09	1.12	4.15	2108.39	45.54

M: Media, R: Rango o Amplitud, CV: Coeficiente de variabilidad, s^2 : Variancia de la muestra, s: Desviación estándar.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
R	14.37
CV	12
Media	42.19
s^2	23.58
s	4.86

(2) Biomasa Aérea Arbórea

Tabla N° 72. Resultados del cálculo de la densidad básica para palo santo, hualtaco y palo verde

ESPECIE ARBÓREA	DIÁMETRO MEDIO	FRESCO (g)	SECO (g)	DB	Análisis
PALO SANTO A	0.90	3.0000	1.1526	0.362	
	0.80	2.9054	1.1278	0.449	S ² =0.003
	0.90	3.2353	1.2168	0.383	S=0.053
	1.00	3.0931	1.2598	0.321	CV= 14
PALO SANTO B	1.20	3.2119	1.4749	0.261	S ² =0.005
	0.80	2.0519	0.8053	0.320	S=0.070
	0.75	2.0481	0.8838	0.400	CV= 21
PALO SANTO C	1.00	3.4804	1.3669	0.348	S ² =0.003
	0.70	1.7600	0.7987	0.415	S=0.053
	1.35	4.4762	2.2173	0.310	CV= 15
PALO SANTO D	2.02	11.5208	6.1486	0.385	S ² =0.001
	2.17	13.3605	6.1725	0.335	S=0.025
	1.75	8.3874	4.2489	0.353	CV= 7
HUALTACO A	0.95	3.4130	1.1201	0.316	S ² =0.000
	1.10	4.3392	1.6118	0.339	S=0.015
	0.95	3.8324	1.2166	0.343	CV= 4
HUALTACO B	1.00	5.1751	1.9180	0.488	S ² =0.013
	0.75	1.7619	0.6693	0.303	S=0.112
	0.80	2.1974	0.7199	0.286	CV= 31
HUALTACO C	2.12	18.8390	9.2266	0.524	S ² =0.001
	2.07	17.6437	7.9664	0.475	S=0.035
	1.90	14.0327	7.6873	0.542	CV= 7
PALO VERDE A	2.20	24.6715	14.4549	0.761	S ² =0.075
	2.50	21.2115	10.2270	0.417	S=0.274
	1.70	16.6667	10.8697	0.958	CV= 38
PALO VERDE B	2.37	28.0000	18.1860	0.827	S ² =0.002
	2.30	25.4902	17.2569	0.831	S=0.048
	1.75	13.8606	8.9591	0.745	CV= 6
PALO VERDE C	2.10	23.1687	13.6878	0.790	
	1.95	22.9690	13.8426	0.927	S ² =0.003
	1.80	22.2648	10.8624	0.854	S=0.058
	1.90	18.7945	11.6787	0.824	CV= 7

Leyenda: DB - Densidad Básica (Dávalos et al., 2008) g/cm³

Tabla N° 73. Carbono almacenado por individuo

P	C.D.	CÓDIGO	ESPECIE	Dn = DAP (h=1.3 0m)	V.F. (A) m3	V.R. (B) m3	M (Ton/i nd.)	C.C. (Ton/in d)
P01	3	E00	PALO SANTO	14.5	0.031	0.126	0.031	0.016
P01	5	E01	PALO SANTO	24	0.113	0.212	0.087	0.043
P01	3	E02	PALO SANTO	14.75	0.099		0.026	0.013
P01	5	P03	HUALTACO	22.5	0.077	0.354	0.147	0.074
P01	3	P04	PALO SANTO	15.25	0.042	0.126	0.045	0.022
P01	3	E05	PALO SANTO	16.25	0.044	0.048	0.025	0.012
P01	5	E06	PALO SANTO	26	0.109	0.313	0.112	0.056
P01	4	E07	PALO SANTO	19	0.056	0.270	0.087	0.043
P01	2	E08	PALO SANTO	10.7	0.017	0.053	0.018	0.009
P01	3	E09	PALO SANTO	15.65	0.037	0.102	0.037	0.018
P01	2	E10	PALO SANTO	9.65	0.054		0.014	0.007
P01	2	E11	PALO SANTO	11.55	0.011	0.044	0.015	0.007
P01	3	E12	PALO SANTO	14.6	0.005	0.172	0.047	0.024
P01	4	E13	PALO SANTO	19.3	0.056	0.054	0.029	0.015
P01	2	E14	PALO SANTO	10.75	0.014	0.021	0.009	0.005
P01	3	E15	PALO SANTO	14.1	0.002	0.055	0.015	0.008
P01	3	E16	PALO SANTO	13.2	0.030	0.065	0.025	0.013
P01	1	E17	PALO SANTO	7.15	0.006	0.011	0.005	0.002
P01	3	E18	PALO SANTO	14.9	0.008	0.013	0.006	0.003
P01	5	E19	PALO SANTO	26	0.080	0.276	0.095	0.047
P01	3	E20	PALO SANTO	13.5	0.002	0.069	0.019	0.009
P01	4	E21	PALO SANTO	17.5	0.022	0.236	0.069	0.034
P02	2	E00	HUALTACO	11.8	0.014	0.003	0.006	0.003
P02	1	E01	PALO SANTO	6.5	0.004	0.001	0.001	0.001
P02	1	E02	HUALTACO	7.2	0.006	0.006	0.004	0.002
P02	4	E03	PALO VERDE	20.08	0.050	0.003	0.029	0.015
P02	2	E04	HUALTACO	7.7	0.008	0.002	0.003	0.002
P02	2	E05	HUALTACO	11.1	0.014	0.004	0.006	0.003
P02	2	E06	HUALTACO	8.9	0.010	0.003	0.004	0.002
P02	2	E07	HUALTACO	10.65	0.008	0.002	0.004	0.002
P02	2	E08	HUALTACO	10.75	0.025		0.008	0.004
P02	5	E09	HUALTACO	26	0.018	0.042	0.020	0.010
P02	3	E10	PALO SANTO	14.7	0.008	0.012	0.005	0.003
P02	1	E11	HUALTACO	7.2	0.005	0.005	0.003	0.002
P02	2	E12	HUALTACO	7.8	0.005	0.001	0.002	0.001
P02	3	E13	HUALTACO	13	0.002	0.000	0.001	0.000

Continuación

P02	2	E14	HUALTACO	11.24	0.010	0.009	0.006	0.003
P02	3	E15	PALO VERDE	14	0.026	0.016	0.023	0.011
P02	4	E16	PALO VERDE	20	0.041	0.038	0.044	0.022
P03	4	E00	PALO SANTO	18.25	0.032	0.031	0.017	0.008
P03	1	E01	HUALTACO	6.81	0.004	0.001	0.002	0.001
P03	3	E02	HUALTACO	13	0.012	0.003	0.005	0.003
P03	3	E03	HUALTACO	15.3	0.006	0.016	0.008	0.004
P03	3	E04	PALO SANTO	14.9	0.014	0.004	0.005	0.002
P03	2	E05	HUALTACO	7.8	0.006	0.002	0.003	0.001
P03	2	E06	HUALTACO	9.55	0.012	0.009	0.007	0.003
P03	4	E07	PALO SANTO	21.7	0.044	0.027	0.019	0.009
P03	4	E08	PALO SANTO	20.1	0.019	0.023	0.011	0.006
P03	5	E09	PALO SANTO	27.2	0.015	0.019	0.009	0.005
P03	4	E10	PALO SANTO	19.5	0.011	0.015	0.007	0.003
P04	4	E00	PALO VERDE	18	0.032	0.027	0.033	0.016
P04	4	E01	HUALTACO	17.75	0.024	0.025	0.017	0.008
P04	3	E02	HUALTACO	16.75	0.020	0.032	0.018	0.009
P04	3	E03	HUALTACO	14.2	0.015	0.015	0.010	0.005
P04	3	E04	HUALTACO	16.25	0.029	0.021	0.017	0.009
P04	1	E05	PALO VERDE	7.15	0.006	0.001	0.004	0.002
P04	4	E06	HUALTACO	18.2	0.000	0.014	0.005	0.002
P04	4	E07	HUALTACO	19.75	0.007	0.018	0.009	0.004
P04	4	E08	HUALTACO	20.25	0.055	0.039	0.032	0.016
P04	2	E09	HUALTACO	8.4	0.018		0.006	0.003
P04	3	E10	HUALTACO	14.25	0.021	0.004	0.009	0.004
P04	4	E11	HUALTACO	19.55	0.073	0.039	0.038	0.019
P04	4	E12	HUALTACO	19.75	0.055	0.021	0.026	0.013
P04	4	E13	HUALTACO	17.75	0.049	0.016	0.022	0.011
P04	2	E14	HUALTACO	7.95	0.006	0.006	0.004	0.002
P04	4	E15	PALO SANTO	19.25	0.037	0.010	0.012	0.006
P04	3	E16	HUALTACO	16.05	0.023	0.018	0.014	0.007
P04	5	E17	PALO SANTO	26.75	0.047	0.100	0.039	0.020
P04	1	E18	PALO VERDE	6.6	0.007	0.001	0.004	0.002
P05	2	E00	ALGARROBO	12.1	0.004	0.008	0.008	0.004
P05	2	E01	ALGARROBO	10.25	0.004	0.007	0.008	0.004
P05	3	E03	ALGARROBO	13.25	0.025	0.014	0.026	0.013
P05	3	E04	ALGARROBO	14.1	0.033	0.006	0.027	0.013
P05	4	E05	ALGARROBO	17.6	0.037	0.009	0.031	0.015
P05	2	E06	ALGARROBO	11.575	0.018	0.023	0.027	0.014
P05	5	E07	ALGARROBO	24.5	0.076	0.032	0.073	0.037

Continuación

P06	3	E00	ALGARROBO	16.9	0.029	0.006	0.024	0.012
P06	2	E01	HUALTACO	12.4	0.022	0.012	0.012	0.006
P06	5	E02	ALGARROBO	23.5	0.050	0.028	0.052	0.026
P06	3	E03	HUALTACO	12.55	0.023	0.015	0.013	0.007
P06	4	E04	ALGARROBO	20.5	0.050	0.034	0.057	0.029
P06	5	E05	HUALTACO	22.5	0.056	0.033	0.031	0.015
P06	4	E06	HUALTACO	20	0.045	0.038	0.028	0.014
P06	2	E07	HUALTACO	8.6	0.017	0.001	0.006	0.003
P06	3	E08	HUALTACO	16.5	0.044	0.020	0.022	0.011
P06	2	E09	HUALTACO	9.7	0.016	0.009	0.008	0.004
P06	3	E10	HUALTACO	13.2	0.024	0.016	0.013	0.007
P06	2	E11	HUALTACO	9.5	0.019	0.008	0.009	0.005
P07	3	E00	ALGARROBO	14.825	0.033	0.031	0.043	0.022
P07	3	E01	ALGARROBO	14.15	0.026	0.016	0.029	0.014
P07	3	E02	ALGARROBO	12.8	0.022	0.014	0.024	0.012
P07	4	E03	ALGARROBO	17.5	0.037	0.013	0.033	0.017
P07	3	E04	ALGARROBO	12.55	0.009	0.003	0.008	0.004
P07	2	E05	HUALTACO	8.95	0.015	0.002	0.006	0.003
P07	3	E06	HUALTACO	16.6	0.027	0.023	0.017	0.009
P07	3	E07	ALGARROBO	16	0.023	0.010	0.022	0.011
P08	3	E00	ALGARROBO	15.25	0.025	0.017	0.028	0.014
P08	2	E01	ALGARROBO	10.6	0.014	0.004	0.012	0.006
P08	3	E02	ALGARROBO	16.5	0.029	0.005	0.023	0.011
P08	3	E03	ALGARROBO	14.3	0.009	0.005	0.010	0.005
P08	4	E04	ALGARROBO	18	0.025	0.022	0.031	0.016
P08	4	E05	ALGARROBO	21.25	0.080	0.027	0.072	0.036
P09	3	E00	ALGARROBO	13	0.017	0.013	0.020	0.010
P09	1	E01	ALGARROBO	7.3	0.005	0.001	0.004	0.002
P09	3	E02	ALGARROBO	16	0.012	0.007	0.012	0.006
P09	1	E03	ALGARROBO	7.45	0.008	0.005	0.009	0.004
P09	2	E04	ALGARROBO	11.1	0.005	0.009	0.009	0.005
P09	2	E05	ALGARROBO	10.5	0.012	0.006	0.012	0.006
P09	2	E06	ALGARROBO	11.5	0.002	0.006	0.005	0.002
P09	2	E07	ALGARROBO	10.5	0.011	0.009	0.013	0.007
P09	3	E08	ALGARROBO	13.25	0.025	0.016	0.027	0.014
P09	2	E09	ALGARROBO	11.6	0.011	0.009	0.014	0.007
P09	2	E12	ALGARROBO	10.45	0.012	0.002	0.010	0.005

Leyenda: P Parcela; C.D. Clase Diamétrica; Dn Diámetro norma= DAP; VF Volumen fustal; VR Volumen de ramas; M Biomasa almacenada obtenida por densidad básica de la madera y CC Contenido de carbono