

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN LA
BIOMASA AÉREA DE *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae) EN LA ZONA
DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL
MEGANTONI, LA CONVENCION - CUSCO.**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE BIÓLOGO**

PRESENTADA POR:

Br. DENIS GONZALO ESQUIVEL QUISPE

ASESORA:

Dra. FRUCTUOSA DE LA TORRE MAYORGA

CUSCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi familia

Con mucho amor y cariño a mis padres *Saturnino* y *Presentación* por su apoyo y cariño incondicional en todo momento, por enseñarme lo valioso de la vida.

A mis hermanos Dante y Elvio por el cariño, la comprensión y los consejos que siempre me han sabido guiar.

A Lisbet que siempre ha sabido alentarme y apostar por mí en todo momento, eternamente agradecido por su amor incondicional y apoyo constante.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud y sincero reconocimiento:

- A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, la facultad de Ciencias, en cuyas aulas y laboratorios supe aprender el valor de la naturaleza.
- A mi asesora Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga, por su apoyo incondicional en todo momento, comprensión y asesoramiento durante la elaboración del presente trabajo.
- Al equipo del SERNANP- Santuario Nacional Megantoni, al jefe del Santuario Ing. Erick Zamalloa, a las especialistas Blga. Luz Peña, Blga. Mariana Salazar; a los Guardaparques, Ismael, Fredy, Ronald, Fabian, Percy, y todo el equipo, por todas las facilidades y todo el apoyo durante la realización del trabajo de campo, quedo eternamente agradecido.
- A la Ing. Ana Milagros Mayorga Acurio, que desinteresadamente me brindo lo valioso de su tiempo en todo el proceso de recolección de la información y hacer posible este trabajo.
- Al M.Sc. Abel Monteagudo Mendoza, por incentivar me a mejorar cada día más y apoyarme.
- A todos mis amigos y familiares, que siempre estuvieron allí brindándome su apoyo en todo momento.

ÍNDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	III
OBJETIVOS.....	IV
GENERAL.....	IV
ESPECÍFICOS.....	IV
HIPÓTESIS	V
JUSTIFICACIÓN	VI
CAPÍTULO I. MARCO TEORICO.....	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2 MARCO CONCEPTUAL	8
1.2.1. Bosque.....	8
1.2.1.1. Bosques tropicales de la amazonia peruana.....	8
1.2.2. El concepto de especie.....	9
1.2.3. <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke, Fabaceae.....	10
1.2.2.1. Clasificación taxonómica.....	10
1.2.2.2. Descripción botánica.....	10
1.2.2.3. Distribución geográfica.....	11
1.2.2.4. Ecología.....	12
1.2.2.4.1. Hábitat.....	12
1.2.2.4.2. Fenología.....	12
1.2.3.5. Asociación natural.....	13
1.2.3.6. Características de la madera.....	13
1.2.4. Ciclo de carbono en un bosque tropical.....	13
1.2.4. Biomasa Vegetal.....	15
1.2.4.1. Metodologías para la cuantificación de la biomasa.....	16
1.2.4.1.1. Metodologías directas.....	16
1.2.4.1.2. Metodologías indirectas.....	16
1.2.4.1.2.1. Ecuación de Chave.....	17
1.2.5. Relación Biomasa - Carbono.....	18
1.2.6. Estructura poblacional del bosque.....	18
1.2.6.1. Densidad poblacional.....	18
1.2.6.2. Iluminación de la copa.....	18

1.2.6.3.	Estado de crecimiento del individuo.....	20
1.2.7.	Volumen de madera.....	20
1.2.7.1.	Área basal.....	21
CAPITULO II. ÁREA DE ESTUDIO.....		22
2.1.	UBICACIÓN.....	22
2.1.1.	Ubicación política.....	22
2.1.2.	Ubicación geográfica.....	22
2.2.	LIMITES DE LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO.....	22
2.3.	ACCESIBILIDAD.....	23
2.4.	SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI.....	25
2.5.	ZONA DE USO TURÍSTICO RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI ...	25
2.4.1.	Características del área de estudio.....	26
2.4.1.1.	Características físicas.....	26
2.4.1.1.1.	Geología.....	26
2.4.1.1.2.	Fisiografía.....	26
2.4.1.1.3.	Hidrología.....	30
2.4.1.1.4.	Clima.....	30
2.4.1.2.	Características biológicas.....	33
2.4.1.2.1.	Flora.....	33
2.4.1.2.2.	Fauna.....	34
2.4.1.2.3.	Sistemas ecológicos.....	35
2.4.1.2.4.	Zonas de vida.....	37
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....		39
3.1.	MATERIALES.....	39
3.2.	METODOLOGÍA.....	40
3.2.1.	Ubicación de los transectos.....	40
A.	Ubicación de los tipos de bosques.....	43
B.	Selección de la especie a muestrear.....	43
C.	Distribución espacial de los transectos.....	43
3.2.1.1.	Número de unidades muestrales.....	45
3.2.2.	Levantamiento y evaluación de datos forestales.....	46
3.2.3.	Variables poblacionales para la evaluación y análisis del bosque.....	47
3.2.3.1.	Determinación de la densidad poblacional.....	47
3.2.3.2.	Evaluación de la estructura de la población.....	47
A.	Altura.....	48

B.	Estado de crecimiento del individuo	48
C.	Iluminación de la copa	48
D.	Diámetro a la altura del pecho (DAP).....	49
3.2.4.	Cuantificación de la biomasa aérea almacenada (AGB- Above Ground Biomass).....	51
3.2.4.1.	Estimación de la cantidad de Biomasa aérea individual.....	51
3.2.4.2.	Estimación del Stock de Biomasa Aérea Total (T ha ⁻¹).....	52
3.2.4.3.	Estimación de la cantidad de carbono.....	52
3.2.5.	Estimación del volumen de madera (Vc)	52
3.2.5.1.	Estimación del área basal (AB)	53
3.2.6.	Tratamiento estadístico y software usados	53
3.2.6.1.	Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal	53
3.2.6.1.1.	Prueba de Shapiro Wilk.....	54
3.2.6.2.	Análisis de Varianza (ANOVA)	54
3.2.6.2.1.	Análisis de Varianza de un factor (ANOVA de un factor).....	54
3.2.6.3.	Análisis de conglomerados (Cluster Analysis).....	54
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES		56
4.1.	RESULTADOS	56
4.1.1.	Densidad poblacional	56
4.1.1.1.	Pruebas de normalidad aplicada a la densidad poblacional	59
4.1.2.	Estructura poblacional	61
4.1.2.1.	Clasificación diamétrica y altimétrica	61
4.1.2.2.	Iluminación de la copa.....	65
4.1.2.3.	Pruebas de similitud de la estructura del bosque de <i>Cedrelinga cateniformis</i>	66
4.1.3.	Cuantificación de la Biomasa Aérea y el contenido de carbono almacenado (AGB).....	69
4.1.3.1.	Cuantificación de la Biomasa Aérea Almacenada.....	69
4.1.3.2.	Cuantificación del Contenido de Carbono Almacenado.....	70
4.1.4.	Cuantificación del volumen de madera	73
4.2.	DISCUSIONES	75
6.2.1.	Densidad poblacional	75
6.2.2.	Estructura poblacional	78
6.2.3.	Biomasa aérea y carbono almacenado.....	79
6.2.4.	Volumen de madera.....	82
CONCLUSIONES.....		84

RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Reservorios de carbono en la vegetación	15
Tabla 2: Rutas de acceso al aérea de estudio.....	23
Tabla 3: Unidades Fisiográficas del Santuario Nacional Megantoni.	27
Tabla 4: Datos climáticos de la estación meteorológica de Puerto Maldonado, Madre de Dios (1998- 2017).....	32
Tabla 5: Zonas de vida del Santuario Nacional Megantoni.....	37
Tabla 6: Ubicación de los transectos instalados en el área de estudio dentro del Santuario Nacional Megantoni	41
Tabla 7. : Modelo de fichas para el registro de datos forestales.....	46
Tabla 8: Descripción de casos especiales en donde se cambia el POM (punto óptimo de medida).	50
Tabla 9: Número de individuos registrados según transectos.	56
Tabla 10: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk según estado de desarrollo de los 9 transectos evaluados.	59
Tabla 11: Matriz de distancias euclidianas en base a los datos de estructura poblacional.	67
Tabla 12: Biomasa aérea almacenada de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.	69
Tabla 13: Carbono almacenado en la biomasa aérea de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.	71
Tabla 14: Volumen de madera de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de distribución de <i>Cedrelinga cateniformis</i> , basado en colecciones de herbario, que no representa la distribución exacta de la especie.	12
Figura 2: Representación gráfica de las formas de iluminación de la copa.	19
Figura 3: Climadiagrama de la Estación Meteorológica de Puerto Maldonado.....	32
Figura 4: Diseño de fajas de muestreo que conforman el transecto.	44
Figura 5: Sistema de muestreo en Transectos para la evaluación forestal.	44
Figura 6: Ejemplos de configuraciones de acuerdo a la topografía y presencia de cuerpos de agua adyacentes al área de muestreo.	45
Figura 7: Densidad poblacional según estado de desarrollo.....	56
Figura 8: Individuos encontrados en los nueve transectos evaluados.	58
Figura 9: diagrama de cajas en base a la densidad poblacional de <i>Cedrelinga cateniformis</i> por estado de desarrollo en los transectos evaluados.	60
Figura 10: Clases diamétricas de individuos adultos y juveniles de <i>Cedrelinga cateniformis</i> encontrados en bosques de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	61
Figura 11: Clases altimétricas de individuos adultos y juveniles de <i>Cedrelinga cateniformis</i> encontrados en bosques de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	62
Figura 12: Distribución porcentual de clases diamétricas de individuos de <i>Cedrelinga cateniformis</i> , comparados en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	63
Figura 13: Clases diamétricas vs total de número de individuos de <i>Cedrelinga cateniformis</i> , comparados en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	64
Figura 14: Clases altimétricas vs total de número de individuos de <i>Cedrelinga cateniformis</i> , comparados en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	64
Figura 15: Área basal de individuos adultos y juveniles de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.	65

Figura 16: Iluminación de la copa en individuos adultos y juveniles de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	66
Figura 17: Cluster Analysis de la estructura del bosques naturales de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	67
Figura 18: Biomasa aérea almacenada de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en los 9 transectos instalados de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	70
Figura 19: Biomasa y Carbono almacenado de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.....	71
Figura 20: Biomasa aérea y carbono almacenado según clases diamétricas.	72
Figura 21: Volumen de madera de 35 individuos de <i>Cedrelinga cateniformis</i> en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Documento de autorización para la elaboración de la presente investigación.	98
Anexo 2: Fotos de los bosques dentro del Santuario Nacional Megantoni donde instalaron los 9 transectos.	103
Anexo 3: Fotos, levantamiento de información en campo.	104
Anexo 4: Fotos de individuos de <i>Cedrelinga cateniformis</i> encontrados.....	105
Anexo 5: Descripción botánica de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke.	106
Anexo 6: Distribución espacial de los transectos instalados.	107
Anexo 7: Datos de estructura poblacional normalizados para el cálculo de distancias euclidianas.	110
Anexo 8: Pruebas de normalidad para la biomasa y carbono almacenado, empleando el software IBM SPSS statistics 22.	111
Anexo 9: Análisis de varianza (ANOVA de un factor) para la biomasa aérea, conjuntamente pruebas de homogeneidad de varianzas (estadístico de Levene), empleando el software IBM SPSS statistics 22.....	111
Anexo 10: Pruebas de normalidad de los Volúmenes de madera obtenidos para cada transecto, empleando el software IBM SPSS statistics 22.	112
Anexo 11: Análisis de varianza (ANOVA de un factor) para el volumen de madera, conjuntamente pruebas de homogeneidad de varianzas (estadístico de Levene), empleando el software IBM SPSS statistics 22.....	112
Anexo 12: Ficha de identificación para <i>Cedrelinga cateniformis</i> (OSINFOR & IIAP, 2018).....	113
Anexo 13: Modelo de la ficha de campo empleada para la toma de datos. Fuente: Modificado de, manual del campo, evaluaciones botánicas y forestales, y evaluación del impacto sobre los recursos del bosque por las poblaciones locales (Phillips <i>et al.</i> 2001).	115

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la estructura, densidad poblacional, biomasa aérea y volumen de madera, en individuos de *Cedrelinga cateniformis* que forman parte de los bosques tropicales del Santuario Nacional Megantoni dentro de la Zona de Uso Turístico-Recreativo. El trabajo de campo se realizó durante los meses de abril y mayo del 2017 y agosto de 2018 instalándose 9 transectos, cada uno de 500 m², según la metodología propuesta por Phillips *et al.* (2001); para determinar la estructura poblacional se registró todos los individuos encontrados agrupados en 4 categorías, según su estado de desarrollo, adultos (DAP \geq 25 cm), juveniles (DAP \geq 5 cm y <25 cm), brinzales o plantulas (DAP < 5 cm y altura \geq 10 cm) y muertos. Para la estimación de la biomasa aérea de los individuos arbóreos (adultos y juveniles) se empleó la ecuación alométrica de Chave *et al.* (2014), usando las variables diámetro, altura total y densidad de la madera; el volumen de madera, se calculó aplicando la fórmula propuesta por Mostacedo & Fredericksen, (2000) en base a altura comercial y el área basal de cada individuo adulto y juvenil. Como resultados se cuantificó una densidad poblacional de 7.5 \pm 1.64 indv/ha (adultos), 0.22 \pm 0.33 indv/ha (juveniles), 1650.66 \pm 835.1 indv/ha (brinzales) y 1.1 \pm 1 indv/ha (muertos). El área basal, DAP y la altura total de individuos adultos en los 9 transectos muestran valores que varían entre 1.34 a 8.84 m² ha⁻¹, 26.23 a 121.91 cm, y 16.7 a 44.7 m, respectivamente. Por otro lado, se estimó una biomasa y carbono total de 410.74 \pm 25.64 T y 205.37 \pm 12.82 TC respectivamente, y un promedio total por transecto de 45.64 \pm 25.64 T ha⁻¹ y 22.82 \pm 12.82 TC ha⁻¹ de biomasa y carbono respectivamente. En cuanto al volumen de madera se cuantificó un volumen de madera total acumulado de 457.14 \pm 25.42 m³, con un promedio total de 50.79 \pm 25.42 m³ ha⁻¹. Los individuos de *Cedrelinga cateniformis* tienen una inestabilidad poblacional por la baja densidad poblacional de juveniles; sin embargo, la biomasa aérea, el carbono almacenado y el volumen de madera, muestran valores medios a altos, debido al registro de individuos de diámetros y alturas considerables, siendo estas variables estructurales (diámetro, altura y densidad de madera) muy importantes en la estimación de las reservas de carbono de un bosque. (Araujo-Murakami *et al.* 2015)

Palabras clave: Estructura poblacional, estimación de carbono, biomasa aérea Megantoni, biomasa, *Cedrelinga*, bosque.

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países con mayor diversidad de ecosistemas y especies de flora del mundo, distribuidos en una gran diversidad de geoformas, suelos y climas. Destacan los bosques amazónicos, con aproximadamente 70 millones de hectáreas; los herbazales altoandinos, con 19 millones de hectáreas, y los matorrales andinos, con 9 millones de hectáreas (MINAM, 2016).

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son extensiones territoriales del Perú destinadas a la conservación, cuidado y manejo sostenible de los recursos naturales y de la biodiversidad que lo conforman; Los Santuarios Nacionales, tienen como objetivo proteger el hábitat de una especie o una comunidad de flora y fauna, así como formaciones naturales de interés científico y/o paisajístico (PLAN MAESTRO SNM, 2015), es así que, gran parte de estas especies de flora y fauna se ven amenazadas por poblaciones locales, debido al ingreso económico que generan y a la falta de conocimiento de la importancia de la conservación del ecosistema sobre el beneficio ambiental que brinda a las poblaciones cercanas e indirectamente a todo el Perú. (Lawrence, *et al.* 2005)

Cedrelinga cateniformis - “Tornillo”, es una de las especies forestales más vulnerables dentro del Santuario, por el alto valor económico en el mercado forestal local y nacional, razón por la cual las poblaciones naturales de esta especie se ven anualmente afectadas por la tala selectiva, afectando de manera significativa las poblaciones naturales que han ido disminuyendo de manera considerable frente a anteriores años.

El presente trabajo busca determinar la estructura poblacional de *Cedrelinga cateniformis* y estimar la capacidad de captura de carbono expresada en la biomasa aérea, siendo esta, una de las especies forestales más representativas del Santuario Nacional Megantoni, ya que resulta de gran interés estimar el almacenamiento de carbono en la vegetación (Higuchi *et al.* Citado por citado por Vega, 2017) como indicador clave en el proceso de mitigación de cambio climático, además de formar parte del beneficio ambiental y los servicios eco-sistémicos que brindan los bosques amazónicos.

Los resultados obtenidos permitirán establecer una línea base sobre la estructura poblacional actual de estos bosques naturales y cuanto de carbono capturan, generando así una herramienta por medio de la cual se reconozca y se valore el aporte que tiene esta especie en un contexto de cambio climático.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las particularidades del Santuario Nacional Megantoni, le han otorgado con el transcurrir del tiempo una gran biodiversidad y composición de fauna y flora, dentro la composición florística del Santuario Nacional Megantoni se encuentran especies forestales como el “Tornillo” *Cedrelinga cateniformis* que por su alto valor económico, se ven afectadas por tala selectiva que se realiza de manera indiscriminada; actualmente los estudios realizados para conocer el estado poblacional y cuantificar en número las poblaciones de esta especie son casi nulos, siendo esta una limitante al momento de planificar propuestas y programas que aseguren en cuidado de estos bosques. Sumado a esto, el conocimiento e investigaciones de esta especie y del bosque como sumidero de carbono son escasos en esta zona, por lo cual poco o nada se le atribuyen esta característica a esta especie, a más del valor forestal y económico que tiene. Todo esto lleva a una escasa planificación y conocimiento de la importancia del cuidado y mantenimiento de los bosques amazónicos por parte de la población local, incrementando la vulnerabilidad de los recursos naturales y puntualmente forestales en toda la zona de uso turístico y recreativo, siendo esta, la que cuenta con mayor contacto con las poblaciones cercanas al Santuario. Considerando estos aspectos se plantea las siguientes interrogantes de investigación:

¿Cuál será la estructura poblacional y el carbono almacenado en la biomasa aérea de los bosques naturales de *Cedrelinga cateniformis* Ducke en la zona de uso Turístico - Recreativo del Santuario Nacional Megantoni – Cusco?

¿Cuál será la densidad y estructura poblacional de *Cedrelinga cateniformis*, en la zona de uso turístico - recreativo del Santuario Nacional Megantoni - Cusco?

¿Cuál será el contenido de carbono expresada en la biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis*, en la zona de uso turístico - recreativo del Santuario Nacional Megantoni - Cusco?

¿Cuál será el volumen de madera en árboles adultos de *Cedrelinga cateniformis*, en la zona de uso turístico - recreativo del Santuario Nacional Megantoni - Cusco?

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar la estructura poblacional y el carbono almacenado en la biomasa aérea de los bosques naturales de *Cedrelinga cateniformis* Ducke en la zona de uso Turístico - Recreativo del Santuario Nacional Megantoni, La Convención - Cusco.

ESPECÍFICOS

1. Analizar la densidad y estructura poblacional de *Cedrelinga cateniformis* Ducke en bosques naturales del Santuario Nacional Megantoni
2. Estimar la biomasa aérea y el contenido de carbono almacenado en *Cedrelinga cateniformis* Ducke.
3. Determinar el volumen de madera en *Cedrelinga cateniformis* Ducke.

HIPÓTESIS

La capacidad de captura de carbono expresada en biomasa aérea de las poblaciones naturales de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Tornillo) dentro de la zona de Uso Turístico - Recreativo del Santuario Nacional de Megantoni, está influenciada por la densidad poblacional y estructura del bosque.

JUSTIFICACIÓN

Los bosques húmedos tropicales se caracterizan por ser ecosistemas con gran complejidad estructural y ambiental, además de que albergan la mayor diversidad de especies de plantas del mundo, concentrando cerca del 50% de las especies descritas (Gentry, 1993). Por lo cual es importante la implementación de estudios que den a conocer la biodiversidad, estructura, biomasa y las funciones que tienen estos como ecosistema (Huamantupa *et al.* 2017).

En este caso específico, la evaluación de la estructura y densidad poblacional permite cuantificar la población actual de *Cedrelinga cateniformis* en la zona de estudio. Asimismo, tener un conocimiento más amplio sobre el estado en el que se encuentran estas poblaciones naturales; de igual manera la estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea, con el objetivo de estimar cuanto contribuye esta especie en la captura de carbono, siendo el estudio de la biomasa aérea almacenada de los bosques tropicales fundamental para entender el balance del carbono global en el contexto del cambio climático (Pallqui, 2013), más aun teniendo en cuenta que estas poblaciones de esta especie en particular está sujeta a riesgos por tala selectiva en los límites del Santuario y a la fecha los estudios sobre sus poblaciones y cuanto carbono almacenan son escasos para la zona de estudio.

Siendo necesaria la información y el conocimiento de estos bosques naturales existentes para la elaboración de futuros programas o actividades de manera más acertada, contribuyendo en la toma de decisiones para su protección, conservación, cuidado y manejo sostenible de este recurso por parte de las autoridades competentes.

CAPITULO I.

MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES

Carhuarupay (2018), evaluó la estructura, riqueza, diversidad específica de árboles, y la composición florística del bosque de terraza alta en el sector de Loboyoc, Provincia de Tambopata, Madre de Dios, instalando 5 bloques de 500 x 500 m (25 ha). Determinó la riqueza, dominancia, diversidad, composición florística y el Índice de Valor de Importancia, y la similitud entre parcelas mediante la distancia de Jaccard. La composición florística que encontró fue de 442,9 árboles/ha \geq 10 cm DAP, distribuidos en especies, géneros y familias, La familia Fabaceae fue la más representativa con 25 géneros 38 especies, siendo los géneros *Inga* y *Protium* los que registraron el mayor número de especies; en tanto, la familia más abundante con el mayor número de individuos fue Moraceae con 62 individuos/ha; asimismo, la composición florística para las 15 especies más abundantes con el mayor número de individuos estuvo representado por: *Tetragastris altissima* (25,4 individuos/ha).concluyendo que existe una mediana similitud en la composición florística.

Cáceres (2017), evaluó la estructura horizontal y estimó la valoración económica de un bosque colina baja en la provincia de Requena, Loreto. Donde instaló 50 unidades muestrales de 5 ha (100 m x 500 m), tomando datos de individuos con DAP \geq 46 cm. En su estudio reporta un total de 293 individuos distribuidos en 18 especies, 17 géneros y 10 familias; dentro de la estructura, las 5 especies más importantes ecológicamente suman en total 160,31 % y están representados por *Cedrelinga cateniformis* (38,32 %), *C. decandra* (37,49 %), *A. leiocarpa* (37,26 %), *O. glyxicarpa* (26,41 %) y *C. pentandra* (20,83 %). Respecto al volumen de madera del bosque obtuvo un valor de 18,24 m³/ha, de las cuales las especies que muestran el más alto volumen del área de estudio están representadas por *Cedrelinga cateniformis* (2,83 m³/ha), *C. decandra* (2,54 m³/ha), *A. leiocarpa* (2,46 m³/ha), *C. pentandra* (1,67 m³/ha) y *T. oblonga* (1,28 m³/ha).

Perales (2017), evaluó la dinámica forestal en una parcela permanente de 1,0 ha, ubicada en un área de bosque húmedo premontano tropical, Satipo, Junín. Realizó dos mediciones, una en el año 2011 y la otra en el 2016, en las cuales se midieron todos los árboles \geq 10 cm DAP e hizo el censo de todos los individuos muertos y reclutados. En un primer censo registró 698 individuos y un área basal promedio de 24,21 m² ha⁻¹, mientras que en el segundo censo se encontraron 695 individuos y un área basal promedio de 28,4753 m² ha⁻¹.

¹. La vida media calculada para este bosque fue de 29 años y el tiempo de duplicación de 30 años. Por la similitud en el número de individuos encontrados durante el periodo intercensal, así como en los demás parámetros calculados, indican que el bosque evaluado posiblemente se encuentre en equilibrio dinámico. Dentro de la biodiversidad que encontró se evidencian especies con potencial maderable como: *Eschweilera coriacea*, *Cedrelinga cateniformis*, *Ormosia coccinea*, *Cinnamomum triplinerve*, *Guarea guidonia*, *Brosimum lactescens*, *Ocotea aciphylla*, *Virola calophylla*, *Caryocar glabrum*, *Clarisia racemosa*. Concluyendo, que tanto la mortalidad como el reclutamiento afectan a las familias de condición primaria del bosque.

Rojas & Villca (2017), para el sector del Huayo - Loreto, determinaron el IVI, reclutamiento, mortalidad de árboles con $DAP \geq 10$ en el periodo 2002 al 2012 reportando densidades poblacionales entre 489 a 561,9 árboles/ha, mencionando que la zona de estudio es muy rica en diversidad florística con 394 especies en 4,72 ha. De estas, 32 especies tuvieron mayor IVI, *Alchornea triplinervia* - *Eschweilera grandiflora* - *Cedrelinga cateniformis* - *Eschweilera coriacea* - *Brosimum utile* - *Tapirira retusa* - *Pourouma tomentosa*, las usualmente se les encuentra formando asociaciones naturales. Evidencia además que dentro de estos bosques existen especies que cuentan con poblaciones decrecientes, como: *Cedrelinga cateniformis*: 26 árboles muertos y 4 reclutas; *Jacaranda copaia*: 16 muertos, 3 reclutas; *Ocotea oblonga*: 24 muertos, 12 reclutas, Etc. en cuanto al área basal el bosque de las parcelas del arboreto se clasifica como un bosque normal.

Sangama (2017), reporta en bosques de colina baja ubicados en Loreto, Perú, valores de volumen de madera, registrándose un total de 28 especies comerciales obteniendo un total de 13.892 m³/ha de madera rolliza, en el cual las especies que aportan el mayor volumen de madera comercial son *Ceiba pentandra* con 3.242 m³/ha, *Cedrelinga cateniformis* con 2.178 m³/ha y *Virola* sp. con 1.294 m³/ha. Este grupo de 3 especies suman 6.714 m³/ha, el cual representa casi el 50 % del total del volumen. De igual forma, las especies con mayor valor económico referencial que registró, fueron *Ceiba pentandra* con S/. 1374.7/ha y *Cedrelinga cateniformis* con S/. 923.3/ha. Dentro del estudio determinó también índices de valor de importancia siendo 6 las especies que aporta por lo menos el 50 % del peso ecológico total, siendo estas *Ceiba pentandra* “lupuna”, *Virola* sp. “cumala”, *Clarisia nítida* “mashonaste”, *Copaifera paupera* “copaiba”, *Cedrelinga*

cateniformis “tornillo” y *Manilkara bidentata* “quinilla” con 37,91 %, 31,98 %, 23,70 %, 23,11 %, 21,21 % y 17,63 % respectivamente.

Vega (2017), desarrolló estudios en almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de un bosque de colina baja en la cuenca del río Tacshacuraray - Loreto. Reportando un total de 218 individuos, siendo *Virola sp.* La especie con mayor número de individuos (0,25 ind/ha), mientras que mayor área basal y volumen maderable fue ocupada por la especie *Cedrelinga cateniformis* con 0,23 m²/ha y 3,36 m³/ha respectivamente; Asimismo muestra que la especie *Cedrelinga cateniformis* con 291,51 TC ha⁻¹ es la que presenta la mayor cantidad de almacenamiento de carbono en el bosque de colina baja, seguidas de las especies *Virola sp.* (213,88 TC ha⁻¹), *Simarouba amara* (58,78 TC ha⁻¹), *Aniba sp.* (27,60 TC ha⁻¹) y *Cedrela odorata* (11,16 TC ha⁻¹). En valores de Biomasa la especie *Cedrelinga cateniformis* con 583,02 t/ha (43,11 %) es la que presenta la mayor cantidad de biomasa aérea en el bosque de colina baja, según el autor, esto se debe a la clase diamétrica en los árboles del bosque de colina baja en la cuenca del Napo. Es decir, muestra un mayor almacenamiento de carbono en los árboles de mayor diámetro, esto sumado a considerables densidades poblacionales de *Cedrelinga c.* que se encontraron en los bosques de colina baja.

Pinedo (2015), trabajó en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* ubicados en Iquitos, en el cual estimó los valores de biomasa, contenido de carbono y secuestro de CO₂, en plantaciones a diferentes edades; Para ello utilizó el modelo alométrico propuesto por Higuchi y Carvalho en 1994, como resultado obtuvo que, las plantaciones de 15 años contiene una biomasa de 244,43 T ha⁻¹, un contenido de carbono 122,21 TC ha⁻¹ y un secuestro de CO₂ de 448,11 TCO₂ ha⁻¹; la plantación de 35 años contiene una biomasa de 921,18 T ha⁻¹, un contenido de carbono de 460,59 TC ha⁻¹ y un secuestro de CO₂ de 1688,82 TCO₂ ha⁻¹; mientras que la plantación de 43 años contiene una biomasa de 700,89 T ha⁻¹, un contenido de carbono de 350,44 TC ha⁻¹ y un secuestro de CO₂ de 1284,96 TCO₂ ha⁻¹. Concluyendo que, los resultados obtenidos en el estudio están en función del diámetro y la altura de los árboles presentes en cada plantación y que estos varían a su vez con la edad de los individuos de *Cedrelinga cateniformis*.

Torres (2015), realizó estudios en estructura horizontal y valoración económica de la madera de especies comerciales en un bosque de colina baja, Loreto, en el cual logró identificar a 275 individuos, distribuidos en 21 especies comerciales, predominando la

Familia Fabaceae (38 %) seguida de Myristicaceae y Malvaceae (10 % cada una); Dentro de la estructura horizontal, los valores de área basal que destacan son pertenecientes a las especies: *Cedrelinga cateniformis* con 55,83 m² de área basal que representa el 20,92 % del total y *C. pentandra* con 39,84 m² estos valores tienen relación y reafirman los Índices de Valor de Importancia que obtuvo, en el cual, confirma que el mayor peso ecológico, se presenta en 4 especies que hacen un total de 152,14 % del total, en el cual figuran especies como, *Cedrelinga cateniformis*, *A. leiocarpa*, *C. pentandra* y *C. decandra*. De igual manera el valor de Volumen de madera que obtuvo fue de 13,76 m³/ha, dentro del cual las especies con los valores más altos corresponde a, *Cedrelinga cateniformis* con 2,99 m³/ha, *C. pentandra* con 2,20 m³/ha, *A. leiocarpa* con 1,51 m³/ha, *C. decandra* con 1,20 m³/ha y *P. nítida* con 1,13 m³/ha.

Valenzuela et al. (2015), Elaboraron la Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS), en el cual instalaron 6 parcelas permanentes a través de una gradiente altitudinal (250 m - 2250 m) tomando en cuenta el tipo de bosque y la altitud, con un área igual a 1 ha, donde se obtuvieron los datos de árboles, palmeras, lianas, hemiepífitos medidos a 1.30 m desde el suelo con un DAP (diámetro a la altura del pecho \geq 10 cm). A excepción del bosque esclerófilo donde se midieron árboles \geq 5 cm. Como resultados obtuvieron el registro de 729 especies agrupadas en 120 familias con 398 géneros entre árboles, lianas, arbustos, hierbas, hemiepífitos y epífitos, de los cuales, 45 son endémicas para el Perú y 11 ocurren en el SIRA. Dentro del estudio se evaluaron bosques de tipo Transicional pre-Montano (650-1100 m), siendo este tipo de bosque al igual que los bosques de Llanura Amazónica (170-650 m) los que cuentan con la mayor riqueza específica y la diversidad vegetal. Referido al primero se lograron identificar especies forestales como, *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” (Fabaceae) y *Cedrela angustifolia* “cedro de altura” (Meliaceae), encontrándose en el caso de Tornillo individuos con hasta 35 m de altura. El cálculo de la biomasa la realizaron con la aplicación de la fórmula alométrica de Chave et al. (2014), obteniéndose los valores más altos en las parcelas I y II con 264.2 y 243.6 T/ha respectivamente, las mismas que se hallan sobre un bosque Transicional pre-Montano y pre-Montano.

Gonzalo (2013), evaluó el carbono almacenado y el dióxido de carbono en plantaciones de *Simarouba amara* (Aubl) “marupa” y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) “tornillo”, tomando en cuenta a todos aquellos individuos mayores e iguales 10 cm de DAP, para el cálculo del contenido de carbono se hallaron en base a datos dasométricos. Como

resultados obtuvo que, aquellos individuos con mayor edad en las plantaciones cuentan con mayor capacidad de almacenamiento y valor económico, para la plantación de *Cedrelinga cateniformis* registró 8776 t/ha de biomasa, 5440 tC/ha y 19 952 t/ha de CO₂ siendo su valor económico de US\$ 122 552/ha. En aquellos individuos entre 30-40 años de edad. En ambas plantaciones menciona que, existen una relación directa, a mayor edad de la plantación, mayores valores referente a biomasa, carbono almacenado.

Luna (2013), realizó estudios sobre el contenido de carbono en especies comerciales, en bosques húmedos tropicales de Iquitos, en el cual realizó el registro de 9 especies forestales con valor maderable. Como resultados obtuvo que, dentro de las cuatro especies con mayor volumen de madera son: *Virola calophylla* "cumala" (1 ,463 m³/ha), *Cedrela odorata* "cedro" (1,462 m³/ha), *Chorisia integrifolia* "lupuna" (1,324 m³/ha) y *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" (1 ,075 m³/ha), que juntas alcanzan el 64,08% del total. En cuanto al contenido de carbono registro un total de 1743,76 tC, siendo las especies *Virola calophylla* "cumala" (339,07 tC), *Cedrela odorata* "cedro" (283,60 tC) y *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" (244, 17 tC) las que reportan mayor cantidad de carbono almacenado.

Campos (2009), efectuó estudios en dendrocronología en árboles de tornillo, del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la Amazonia, Región Loreto – Perú. Concluye que los árboles de *Cedrelinga cateniformis* mostraron tener una relación entre el crecimiento en diámetro del tronco, y la precipitación durante época de lluvias (enero – abril y mayo), indicando su potencial para reconstrucciones climáticas en la Región, además de que el cálculo de valores dendrométricos se pueden estimar la edad de los mismos. También menciona que los árboles de *Cedrelinga cateniformis* presentan una respuesta común en el crecimiento en diámetro del tronco a las señales climáticas, como precipitación pluviométrica e influenciada por las condiciones de cada sitio.

López (2000), realizó estudios Silviculturales del Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*). Concluyendo que el Tornillo es una especie dominante en los bosques húmedos y muy húmedos alcanzando altitudes de 2540 m y diámetros a la altura del pecho de 60 - 150 cm. Menciona también que el tornillo es una especie cosmopolita, vale decir, que tiene un buen comportamiento en doseles más o menos densos, puros o heterogéneos, recomendándose para repoblaciones en zonas con impactos significativos.

Vidaurre et al. (1999), estudiaron los efectos del suelo, luz y fisiografía en el crecimiento de la regeneración natural y artificial de *Cedrelinga cateniformis* en bosques húmedo tropicales de la Amazonía Peruana, concluyendo que, la intensidad de luz que recibe la planta para su desarrollo, así como el tipo de suelo donde se instala la regeneración, ejercen gran influencia en el crecimiento inicial de *Cedrelinga cateniformis*, así mismo mencionan que, el suelo es básicamente el factor primordial en el establecimiento de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* entre los primeros 15 días y hasta el tercer mes, donde puede sobrevivir con la luz que ingresa a un bosque primario. A partir del segundo al tercer mes, el brinjal necesita una mayor cantidad de luz para desarrollarse y hacerse competitivo en su medio. Resaltan también la importancia de trabajos con esta especie por ser valiosa en el mercado nacional e internacional.

Vidaurre (1997), ejecutó estudios conjuntamente con el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, referido al Balance De Experiencias Silviculturales con *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Mimosoideae) En La Región De Pucallpa, Amazonia Peruana. Concluye que el Tornillo presenta efectos altamente significativos entre las interacciones sistema de regeneración, tipos de suelo, y tipos de fisiografía; También menciona que, *Cedrelinga* es una especie de crecimiento gregario que crece bien en plantaciones masivas a campo abierto. Finalmente menciona mejores tasas de crecimiento en poblaciones de regeneración natural frente a las plantaciones realizadas; de igual manera menciona que el tornillo al ser una planta heliofita tiene una alta relación entre la forma de copa, la iluminación de la copa y la forma del fuste.

Mendoza & Beltran (2013), elaboraron la guía de plantas, donde indican sobre la Biodiversidad y comunidades nativas del Bajo Urubamba, Perú. Mencionan a *Cedrelinga cateniformis* como una de las especies que forma parte de las plantas de importancia económica y de gran utilidad en las comunidades locales y nativas del bajo Urubamba, siendo una de las especies con mayor presión y amenazas debido a su extracción permanente sin la aplicación de programas de repoblación para su manejo sustentable. Mencionando que es necesario su estudio para el mejor conocimiento de la población existente en las zonas cercanas a poblaciones locales.

Vriesendorp et al. (2004), realizaron el Inventario Biológico de Megantoni, Perú. Donde indican que, una de las amenazas para la creación del santuario, es la deforestación

abundante y la tala ilegal que se evidencia de manera significativa por la ausencia de la aplicación de la leyes forestales en zonas remotas como Megantoni; también indican la importancia de la conservación de estos recursos vegetales, como, familias de plantas andinas hiperdiversas, especialmente orquídeas y helechos, Poblaciones de árboles maderables localizados a bajas elevaciones (*Cedrela fissilis*, cedro; *Cedrelinga cateniformis*, tornillo). Dentro de este documento también se recomienda la evaluación del impacto del área protegida en las tasas de deforestación de la región, particularmente en la deforestación que ocurre cerca (o dentro) de los límites del Santuario.

1.2 MARCO CONCEPTUAL

1.2.1. Bosque

Definido como aquel territorio o tierra con una cubierta de copas (o densidad de masa equivalente en más del 10 por ciento de la superficie y una extensión superior a 0.5 ha, Los árboles deben poder alcanzar una altura mínima de 5 m en el momento de su madurez in situ. Comprende formaciones forestales densas, donde los árboles de diversos pisos y el sotobosque cubren gran parte del terreno; o formaciones forestales claras, con una cubierta de vegetación continua donde la cubierta de copas cubre más del 10 por ciento de la superficie. Dentro de la categoría de bosque se incluyen todos los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones establecidas con fines forestales, que todavía no han alcanzado una densidad de copas de 10 por ciento o una altura de 5 m, también se incluyen en ellas las zonas que normalmente forman parte del bosque, pero que están temporalmente desarboladas, a consecuencia de la intervención o por causas naturales, pero que previsiblemente volverán a convertirse en bosque (Bull et al. 1998 citado por Lopez, 2019).

1.2.1.1. Bosques tropicales de la amazonia peruana.

Los Bosques Tropicales de la Amazonía constituyen uno de los más importantes ecosistemas de la Tierra y son quienes almacenan alrededor de la quinta parte del carbono que existe en la superficie terrestre; anualmente procesan casi tres veces tanto carbono a través de la fotosíntesis, como la respiración humana lanza a la atmósfera por medio de la combustión del material fósil y otros (Malhi *et al.* 1999 Citado por Valenzuela, *et al.* 2015). Diversos estudios demuestran que los bosques de la Amazonía Peruana son los ecosistemas más ricos en diversidad de especies de todo el planeta (Kember, Citado por Campos, 2009); sin embargo, son pocos los hábitats que en la actualidad se encuentran fuera de la perturbación directa o indirecta de las actividades antropogénicas, siendo ésta una de las causas principales de la actual transformación del paisaje, la estructura y función de los ecosistemas (Sitzia *et al.* 2010 citado por Cárdenas, 2012).

El Santuario Nacional Megantoni (SNM) según el inventario realizado el 2004, reporta, 1 400 especies de plantas, especialmente orquídeas y helechos ubicados a lo largo de una gradiente altitudinal desde bosques bajos hasta la puna; pequeñas poblaciones de árboles madereros localizados a bajas elevaciones (*Cedrela fissilis*, cedro; *Cedrelinga cateniformis*, tornillo); bosques de elevaciones similares muestran diferencias inmensas

en la composición y estructura florística. Mucha de esta heterogeneidad se deriva de la accidentada y variada topografía, además de los cambios microclimáticos que ocurren a lo largo de las gradientes altitudinales, disturbios producidos por los huaicos y grandes variaciones a pequeña escala en el sustrato (Vriesendorp *et al.* 2004).

Toda esta biodiversidad vegetal permite tener un enorme potencial para estudios sobre captura de carbono y estructura poblacional, debido a la alta diversidad de ecosistemas y la variedad de especies interactuando con diversos factores ambientales. Vale destacar que actualmente, la amazonia peruana es una de las regiones del planeta más ricas en diversidad biológica, es necesario enfatizar que esta región permanece aún poco conocida florísticamente (Gentry, 1988), Son pocos los hábitats que en la actualidad se encuentran fuera de la perturbación directa o indirecta de las actividades antropogénicas, siendo ésta una de las causas principales de la actual transformación del paisaje, la estructura y función de los ecosistemas (Sitzia *et al.* 2010 citado por Cárdenas, 2012).

1.2.2. El concepto de especie

En biología hacen falta cuando menos cuatro conceptos de especie para tratar la variedad existente de material biológico. A demás, un quinto concepto que resulta de utilidad en biología vegetal. (Grant, 1989)

- a. Especie taxonómica (especie morfológica, especie fenética)
- b. Especie biológica (especie genética)
- c. Microespecie (agamospecie)
- d. Especie sucesional (Paleoespecie)
- e. Especie biosistemática (eco-especie, ceno-especie).

La especie taxonómica es la unidad básica de la clasificación formal. Es una categoría universal que se encuentra en todas las formas de vida, como está señalado en los códigos de nomenclatura botánica y zoológica. El código de nomenclatura también especifica su posición en la jerarquía de categorías taxonómicas. Esta jerarquía es botánica, en orden ascendente es: forma, variedad, subespecie, especie, sección, subgénero, género. (Grant, 1989)

1.2.3. *Cedrelinga cateniformis* Ducke, Fabaceae.

1.2.2.1. Clasificación taxonómica.

Orden: Fabales Bromhead

Familia: Fabaceae Lindl.

Género: *Cedrelinga* Ducke

Especie: *Cedrelinga cateniformis* Ducke

Fuente: Trópicos Home, clasificación APG IV, 2016

Cedrelinga cateniformis Ducke de la familia Fabaceae, es una especie maderable muy promisoría para la reforestación en la Amazonía. (Baluarte & Álvarez, 2015), esta especie presenta una amplia lista de nombre vulgares, como achapo, cedrorana (Colombia): seique, chuncho (Ecuador); tornillo, huayra caspi, aguano, cedro mayna (Perú); cedro rana, parica, lacaica, yacayaca (Brasil) (Campos, 2009). Es una especie maderable valiosa en el mercado nacional e internacional, y por sus características es muy usada para trabajos de carpintería y como estructuras en construcciones (Vidaurre *et al.* 1999).

1.2.2.2. Descripción botánica.

Es un árbol grande, forma parte del estrato superior, fuste recto y cilíndrico, su altura total fluctúa entre 25 a 50 m y la comercial entre 15 a 25 m. El diámetro a la altura del pecho es variable, encontrándose árboles de hasta 2 m de diámetro. (Baluarte & Álvarez, 2015), presenta raíces tablares, tronco generalmente recto, corteza fisurada aragosa con grietas longitudinales y profundas, color pardo oscuro en los árboles maduros y, más claros en arboles jóvenes, de 2 a 3 cm de espesor, ramificación amplia, aunque con pocas ramas, copa globosa irregular poco compacta, especialmente en arboles adultos (López, 2000) (ver anexo 5)

Hojas alternas, disposición distica y bipinnadas con dos o cuatro pares de pinniculas aovadas y desiguales en la base y acuminadas relativamente grandes de 6 a 9 cm de largo por 2.5 a 5 cm de ancho; lustrosas, glabras, venación pennivernada poco conspicua y densamente reticulada, estipulas laterales caducas. Inflorescencias terminales o axilares en pequeñas cabezuelas (pedunculadas); pedúnculos robustos alternos de aproximadamente 15 cm de longitud de cuyos nudos nacen las raquis de 1 cm de longitud (Bernardi *et al.* 1981 citado por Vidaurre, 1997). (Ver anexo 5)

Cabezuelas de escasas a densas. Flores hermafroditas, sésiles, cáliz sub-glabro, muy pequeño de 1 mm de longitud con 5 sépalos triangulares, corola con 5 lóbulos profundos, de un color que varía del verdusco al amarillento de aproximadamente 4 mm de longitud. Los estambres sobresalen a la corola, dos veces más largos que ésta, a la cual están insertos en su parte media, blanquecinos, connatos (alrededor de 40), ovario súpero. Fruto, lomento membranoso de tres a seis artejos plegados en zig-zag, helicoidales en forma de tornillo, oblongo ovales que llegan a medir hasta 50 cm de largo, 5 a 6 cm de ancho, con madurez y debido a la constitución del pericarpio, los lomentos excesivamente alargados se deshacen en artejos uniseminados, los mismos que vuelan con facilidad llevados por el viento. La época de fructificación se reconoce fácilmente en un árbol de *Cedrelinga* por los lomentos péndulos en forma de cadenas comprimidas, planas, retorcidas, no articuladas y de un color más claro que el follaje (López, 2000).

1.2.2.3. Distribución geográfica.

La especie *Cedrelinga cateniformis* es nativa del bosque tropical sudamericano (Amazonía peruana, brasileña, colombiana, ecuatoriana y surinamense) (Campos, 2009), crece de manera natural de 0 a 1500 m, con climas que varían del subtropical al tropical y del seco al muy húmedo con rangos de temperatura que oscilan entre una máxima de 38°C y mínima de 23°C. Soporta una alta precipitación, con amplitud de 2500 – 3800 mm de precipitación anual (López, 1980-81 citado por Baluarte & Álvarez, 2015).

En el Perú, la especie se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín, Ucayali y Cusco (Encarnación, 1983; Brako & Zarucchi, 1993 citado por Baluarte & Álvarez, 2015). La mayor frecuencia de *Cedrelinga* se encuentra en esta zona, donde la biotemperatura media anual máxima es de 25.6°C y la media anual mínima es de 18.5°C (ONERN, 1976 Citado por Vidaurre, 1997). (Figura 1).

Figura 1: Mapa de distribución de *Cedrelinga cateniformis*, basado en colecciones de herbario, que no representa la distribución exacta de la especie.



Fuente: (Davila *et al.* 2008 Citado por Campos, 2009)

1.2.2.4. Ecología.

1.2.2.4.1. Hábitat.

Cedrelinga posee una amplia descripción ecológica, encontrándose en las formaciones bosque húmedo Tropical (bh - T), bosque muy húmedo Sub-Tropical (bmh - ST), bosque húmedo Sub-Tropical (bh - ST) y bosque seco Tropical (bs - T), dentro de una gran variedad de suelos (en los cuales predominan las arcillas caoloniticas y las arenas de naturaleza cuarzosa) (López, 2000), naturalmente habita en lugares húmedos y hasta pantanosos, con presencia de humus, en los bosques altos de tierra firme prefiere las nacientes y cursos superiores de los ríos en suelos arcillosos (Freitas, Medeiros y Lima, 1992 citado por Campos, 2009).

1.2.2.4.2. Fenología.

Especie perennifolia, con floración a mediados de octubre - diciembre, con fructificación desde diciembre - marzo. Las semillas ubicadas en los lomentos se caracterizan por perder muy rápidamente su agua de constitución y por ese motivo pierden con facilidad y rapidez su poder germinativo (López, 2000) La dispersión de la semilla es Anemocorica (Bernardi *et al.* 1981 citado por Vidaurre, 1997).

1.2.3.5. Asociación natural.

Cedrelinga cateniformis es una especie gregaria, se la encuentra en concentraciones (localmente conocida como manchales).

En la Amazonia peruana, las principales especies que se encuentran asociadas con esta especie son: “moena” (Lauraceae, géneros *Aniba*, *Ocotea*, *Persea* y *Nectandra*), “nogal” (*Juglans neotropica*), “congona” (*Brosimum sp.*) “tulpay”, “mashonaste” (*Clarisia sp.*), “almendro” (*Caryocar sp.*), “quinilla” (*Manilkara bidentata*), “sapote” (*Matisia sp.*), “shimbillo” (*Inga sp.*), “cedro de altura” (*Cedrela sp.*). En cantidades menores; “requia” (*Guarea sp.*), “bolaina” (*Guazuma sp.*), “capirona” (*Calycophyllum sp.*), “añallu caspi” (*Cordia alliodora*), “cumala” (*Virola sp.*), “estoraque” (*Miroxylon sp.*), y “cedro” (*Cedrela odorata*) (ONERN, 1972, 1976 Citado por Vidaurre, 1997).

1.2.3.6. Características de la madera.

La madera de esta especie tiene una densidad mediana (0.46 gr/cm³), con duramen marrón claro, lustroso, mientras que la albura es más clara. La textura de la madera es gruesa, de grano recto a entrecruzado, fácil de trabajar con toda clase de herramientas de mano y máquinas, firme y resistente, con buen comportamiento al secado al aire libre (Aróstegui, 1978 citado por Baluarte & Álvarez, 2015). La madera de tornillo es resistente al ataque de hongos descomponedores como *Lenzites trabea*, *Polyporus sanguineus*, *Polyporus versicolor*, *Armillaria mellea* y *Ganoderma applanatum* (González & Ames de Icochea, 1980-1981; Cardias & Jesús, 1983 citado por Baluarte & Álvarez, 2015), por lo que es utilizada en estructuras y carpintería de obras en general.

1.2.4. Ciclo de carbono en un bosque tropical.

Los bosques tropicales de la Amazonía constituyen un 45 % de los bosques tropicales del mundo y tienen una gran diversidad con aproximadamente 25 % de la diversidad terrestre, juegan un papel importante en el ciclo de carbono (Pallqui, 2013) y por lo tanto en la regulación del clima. Debido a sus elevadas tasas de fijación de carbono (C) y de descomposición de la materia orgánica del suelo, la capacidad de los bosques de acumular carbono en la vegetación y el suelo, los hace parte primordial del ciclo del carbono y, por lo tanto, potenciales mitigadores del cambio climático (Cárdenas, 2012), anualmente procesan casi tres veces tanto carbono a través de la fotosíntesis, como la respiración humana lanza a la atmósfera por medio de la combustión del material fósil y otros (Malhi

et al. 1999 Citado por Valenzuela, *et al.* 2015); diferentes estudios han demostrado que los bosques tropicales contribuyen a regular la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera (Phillips *et al.* 2004; Pan *et al.* 2011 citado por Yepes, *et al.* 2015).

Honorio y Baker en el 2010 mencionan que, al momento de estudiar este ciclo, lo más importante que debemos entender, es la diferencia entre un stock y un flujo de carbono. En un bosque tropical, el stock de carbono es todo aquello que se encuentra almacenado en los diferentes componentes, y los flujos son todos aquellos procesos que afectan el stock.

Para la cuantificación del stock de un bosque, se requiere muestrear:

- a. La biomasa viva almacenada en las hojas, las ramas, el fuste y las raíces;
- b. La necromasa almacenada en la hojarasca y la madera muerta; y
- c. El carbono en la materia orgánica del suelo

Los stocks de carbono se expresan en términos de peso por unidad de área (p.e. Mg ha⁻¹), mientras los valores de los flujos siempre incluyen la variable tiempo y cuantifican la cantidad de carbono que entra o sale de un componente del stock de carbono en el tiempo (p.e. Mg ha⁻¹ año⁻¹)

1 Megagramo (Mg) = 1,000 Kilogramos (kg) = 1 Tonelada (T)

1 Petagramo (Pg) = 1,000,000,000 (Mg) = 1 Gigatonelada (Gt)

1 hectárea (ha) = 10 000 m²

Fuente: Honorio & Baker, 2010

Desafortunadamente, una gran parte de las emisiones de Carbono a la atmósfera provienen de la deforestación de estos bosques. De acuerdo con los datos correspondientes al período 2002 al 2011 del IPCC (2013); (Campos, 2016), se estima que anualmente se pierden por deforestación 13 millones de hectáreas de bosques tropicales, principalmente en Latinoamérica, lo cual produce globalmente una pérdida neta promedio de 0.9 Pg C año⁻¹ (1 Pg = 10¹⁵ g). Por lo tanto, entender el funcionamiento de los bosques tropicales es fundamental para el manejo y conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de los servicios ambientales que ofrecen (Honorio *et al.* 2015).

1.2.4. Biomasa Vegetal.

La biomasa de las comunidades vegetales es la cantidad de material vegetal o la suma total de la materia viva que se encuentra en un ecosistema en un periodo determinado, expresado en peso de materia seca o verde (toneladas) por unidad de área. La biomasa de la vegetación leñosa es un depósito importante de los gases de efecto invernadero y contribuye al almacenamiento de carbono en el suelo a través de la acumulación de la materia orgánica, Es frecuente separarla en componentes, donde los más típicos corresponden a la masa del tronco, ramas, hojas, corteza, raíces, hojarasca y madera muerta (Brown 1997, citado por Pallqui, 2013).

Tabla 1 : Reservorios de carbono en la vegetación

Biomasa	Viva	Muerta
Aérea	Biomasa (troncos, ramas, hojas de vegetación leñosa y no leñosa)	Madera y hojarasca
Subterránea	Biomasa (raíces, fauna)	Carbono del suelo (incluye turba)

Fuente: (REDD, 2011)

- **Biomasa Viva Aérea:** Abarca todos los troncos leñosos, ramas y hojas de árboles vivos, plantas rastreras, enredaderas y epifitas, así como las plantas del sotobosque y la vegetación herbácea. Siendo los árboles la fuente más importante de este componente, razón por la cual la estimación de la biomasa aérea de los árboles es esencial para estudios de almacenes y flujos de carbono en los ecosistemas forestales. Ligado a esto, el aprovechamiento forestal juega un papel importante en la capacidad de almacenamiento, dinámica y la respuesta del bosque frente a perturbaciones externas. (REDD, 2011)
- **Biomasa Viva Subterránea:** Abarca las raíces, la fauna del suelo y los microorganismos. (REDD, 2011)
- **Biomasa Muerta:** La materia orgánica muerta (necromasa) incluye árboles caídos y tocones, otros desechos leñosos gruesos, la capa de hojarasca y el carbón vegetal (o materia orgánica parcialmente carbonizada) sobre la superficie del suelo. (REDD, 2011)
- **El carbono del suelo:** abarca el carbono orgánico, el carbono inorgánico y el carbón vegetal.

1.2.4.1. Metodologías para la cuantificación de la biomasa.

Existen dos tipos de evaluaciones de la biomasa y consecuentemente del carbono almacenado en esta, el método directo y destructivo que implica la determinación de ambos parámetros y el método indirecto no destructivo que implica estimación de éstos. (REDD, 2011)

Dentro de ambas metodologías se evidencia una diferencia entre los conceptos de determinación y estimación, refiriéndose el primer término, al valor real obtenido por medio de un instrumento, por ejemplo el peso de una rama, obtenida mediante una balanza; la estimación por otro lado se realiza basada en la relación tanto cuantitativa o matemática de valores algunos valores reales dentro de modelos, razones o regresiones, surgiendo así, términos como metodologías directas e indirectas (Honorio & Baker, 2010).

1.2.4.1.1. Metodologías directas.

Los métodos directos implican determinaciones; la mayor dificultad que presentan son la limitada aplicación en grandes extensiones forestales, siendo usadas en parcelas de muestreo en la población a fin de ajustar y calibrar modelos empleados para estimar biomasa (Honorio & Baker, 2010).

Muestreo destructivo: Esta metodología está basada en la gravimetría de los diferentes componentes de un bosque usando una balanza. Se aplica generalmente para los componentes menores como: el peso de arbustos, hierbas, árboles con diámetro menor a 3 cm, madera muerta con diámetro menor a 10 cm, hojarasca y raíces finas; Sin embargo, en árboles de mayor tamaño se emplean para verificar u obtener ecuaciones alométricas que relacionan la biomasa del árbol con variables medibles en el bosque como el diámetro del árbol, altura, etc., para luego probarlas estadísticamente y determinar cuál de las variables medidas está más relacionada con la biomasa (Honorio & Baker, 2010).

1.2.4.1.2. Metodologías indirectas.

Los métodos indirectos implican estimaciones, que deben estar basados en datos provenientes de muestreos directos. Sin embargo, los estudios indirectos de biomasa forestal son de gran utilidad, al momento de evaluar bosques o individuos a una escala mayor; los resultados obtenidos son considerados como estimaciones y no determinaciones (Chave et al, 2005).

Muestreo no destructivo: Esta metodología permite hacer estimaciones indirectas de la biomasa usando ecuaciones alométricas. El diámetro del árbol es una variable relativamente fácil de medir en campo y estima muy bien la biomasa (Chave *et al.* 2005); sin embargo, para hacer comparaciones de stock de carbono entre diferentes lugares o tipos de bosque es necesario considerar otras variables como la altura de los individuos y la densidad de la madera (Honorio & Baker, 2010).

1.2.4.1.2.1. Ecuación de Chave.

Para la determinación de la Biomasa Aérea de los Árboles (AGB), se utilizan varios sistemas los cuales varían en precisión notablemente. Chave *et al.* (2005) comparan modelos alométricos sencillos en 27 sitios con bosques tropicales alrededor del mundo, teniendo como objetivo determinar la correlación existente entre los diferentes resultados. Propuso estimadores específicos diferentes para 4 ecosistemas tropicales (bosque seco, bosque húmedo, bosque de manglar y bosque muy húmedo). Desarrollando así 2 ecuaciones para cada tipo de bosque. Una de ellas utiliza en valor de la altura del individuo en metros y la otra sin utilizar el valor de la altura, asumiendo que no se dispone de este valor para hacer los cálculos.

Los estimadores propuestos por Chave y sus colaboradores son muy bien aceptados por su precisión ya que se valen principalmente del diámetro a la altura del pecho (DAP) medido en centímetros (cm), la altura total del individuo en metros (m) y la densidad específica de la madera (g/cm^3) son los otros de los parámetros necesarios dependiendo de la ecuación que sea elegida para las estimaciones. Las dos primeras variables son obtenidas en el campo durante el inventario y la variable de densidad básica por especie será estimada en base a información secundaria basada en referencias bibliográficas tales como: Chave *et al.* (2005); Zanne, *et al.* (2009) y Global Wood Density Database para género, familia y especie, Para el caso específico del presente estudio se utilizó, una densidad promedio de 0.46 gr/cm^3 (Zanne, *et al.* 2009) el cual corresponde a la especie en estudio.

1.2.5. Relación Biomasa - Carbono.

La captura de carbono es la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono a través de la fotosíntesis. Los árboles absorben dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto con elementos en suelos y aire para convertirlos en biomasa. Aproximadamente 42 % a 50 % de la biomasa de un árbol es carbono (Gibbs *et al.* 2007 citado). Es común utilizar un factor de 0,5 ya que, en promedio, la materia vegetal seca contiene un 50% de carbono (IPCC, 2007).

El carbono es un indicador fundamental para analizar la integridad de un ecosistema y la provisión de bienes y servicios ambientales. Este es sensible a los efectos directos de la deforestación y la degradación, así como en los impactos esperados por anomalías climáticas y las posibles alteraciones en la productividad de los ecosistemas (REDD, 2011).

1.2.6. Estructura poblacional del bosque.

La estructura horizontal se define como el arreglo espacial de los árboles en una superficie boscosa relacionado con los tamaños, ubicación relativa y tipos de forma de vida; de esta manera se mide la densidad del bosque por la cantidad y tamaño de los árboles y el área basal; Los bosques húmedos tropicales se caracterizan por ser ecosistemas con gran complejidad estructural y ambiental, además de que albergan la mayor diversidad de especies de plantas del mundo, concentrando cerca del 50% de las especies descritas (Gentry, 1993; Baluarte & Alvarez, 2015).

1.2.6.1. Densidad poblacional.

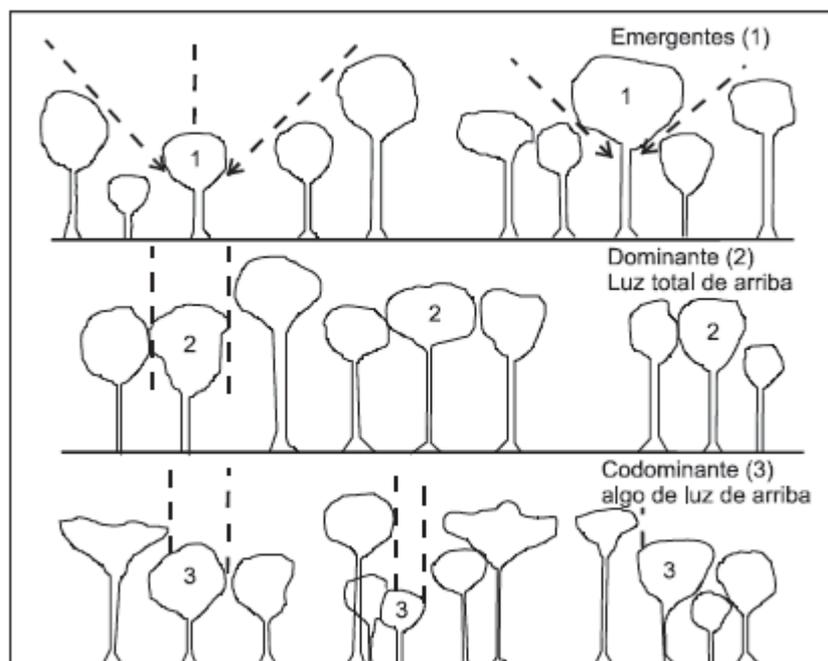
La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas. La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

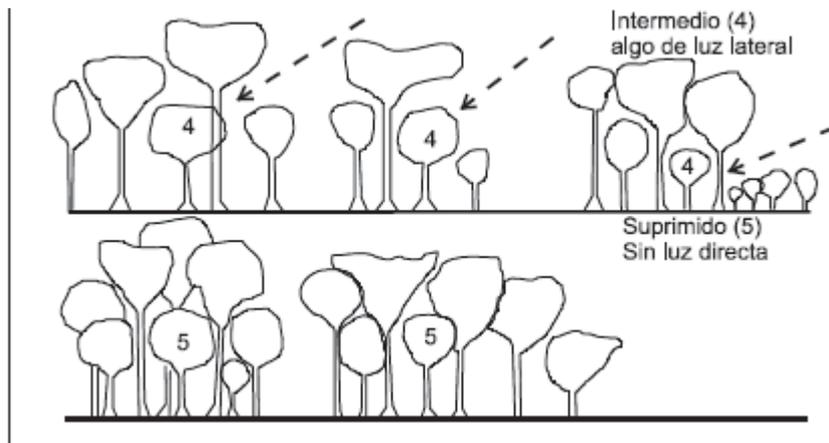
1.2.6.2. Iluminación de la copa.

La iluminación de la copa se refiere a la posición de ésta respecto a su exposición a la luz solar. Este parámetro de medición de los árboles sirve para determinar la estructura del bosque y la posición en la que se encuentran las especies dentro del bosque. De acuerdo a este parámetro, los árboles se pueden clasificar en árboles emergentes, dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos como describió Dawkins, 1958 (Citado por Mostacedo & Fredericksen, 2000) (Figura 2).

- **Arboles emergentes:** En este caso, la parte superior de la copa está totalmente expuesta a la luz vertical y libre de competencia lateral, al menos, en un cono invertido de 90° con el vértice en el punto de la base de la copa (Mostacedo & Fredericksen, 2000).
- **Arboles dominantes:** También denominados “árboles con plena iluminación superior” que tienen la copa superior expuesta, plenamente, a la luz vertical, pero adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño (Mostacedo & Fredericksen, 2000).
- **Arboles codominante:** Son aquellos en los que la parte superior de la copa está expuesta a la luz vertical o parcialmente sombreada por otras copas (Mostacedo & Fredericksen, 2000).
- **Arboles intermedios:** Son aquellos que tienen la parte superior de la copa totalmente sombreada, pero que está expuesta a la luz lateral directa debido a un claro o borde del dosel superior (Mostacedo & Fredericksen, 2000).
- **Arboles suprimidos:** También denominados como “árboles con ausencia de luz”, se encuentran ubicados totalmente debajo del dosel, de modo que no reciben luz directa, sino algo de luz difusa (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Figura 2: Representación gráfica de las formas de iluminación de la copa.





Fuente: (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

1.2.6.3. Estado de crecimiento del individuo.

El cual se refiere al estado vegetativo del individuo, en el cual se consideran denominaciones como: plantón o brinzal, Juvenil, adulto, muerto natural y muerto cortado; todas estas denominaciones tienen como partida valores como la altura y el diámetro del tronco (FAO, 2009).

La determinación de este parámetro resulta importante al momento de identificar el estado de la población, debido a que el número de individuos de diferentes estados de crecimiento han de estar relacionados directamente, unos entre otros, mostrando así un equilibrio natural.

1.2.7. Volumen de madera.

El volumen de la madera en pie se calcula mediante la aplicación de la fórmula para hallar el volumen del cilindro; es decir, a partir del área basal y la altura comercial o total del tronco de un árbol. El tronco no es un perfecto cilindro, sino que tiene forma cónica, y por lo tanto es necesario aplicar un factor de corrección conocido como “factor de forma”, cuyo valor depende de la especie (MINAM, 2015).

Existen pocos estudios del factor de forma o factor mórfico para ciertas especies forestales. En general, para las especies arbóreas de los bosques húmedos tropicales que no tienen definido su factor de forma se puede aplicar el valor de 0,65 (Malleux, 1982 citado por Cáceres, 2017).

Este parámetro expresa la cantidad de madera/especie que existe en una determinada área boscosa, o permite cuantificar y valorar económicamente el volumen maderable de un área boscosa impactada por alguna actividad productiva. Asimismo, se utiliza para calcular la biomasa aérea arbórea del bosque (MINAM, 2015).

1.2.7.1. Área basal.

El área basal es una medida que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas o arbustivas. Por definición, el área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura del suelo (Matteucci y Colma, 1982 Citado por Mostacedo & Fredericksen, 2000). Se expresa en m² de material vegetal por unidad de superficie de terreno, la cual puede referirse a la hectárea, y permite conocer la dominancia y tener una idea sobre la calidad de sitio (MINAM, 2015).

CAPITULO II.

ÁREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN

El estudio se realizó en la zona de Uso turístico - recreativo del Santuario Nacional Megantoni, en los márgenes cercanos al Pongo de Maenique por donde surca el río Urubamba, en las inmediaciones cercanas al Puesto de Vigilancia y Control “Yoyato”, en la provincia de La Convención de la Región del Cusco.

2.1.1. Ubicación política.

Región : Cusco

Provincia : La Convención

Distrito : Megantoni

2.1.2. Ubicación geográfica.

Los transectos instalados se ubican entre las coordenadas UTM:

Este : 734450 E y 739421 E

Norte : 8649757 N y 8643984 N

Altitud mínima : 400 m; altitud máxima: 850 m

2.2. LIMITES DE LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO

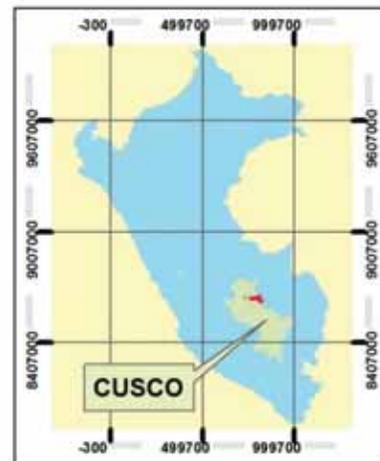
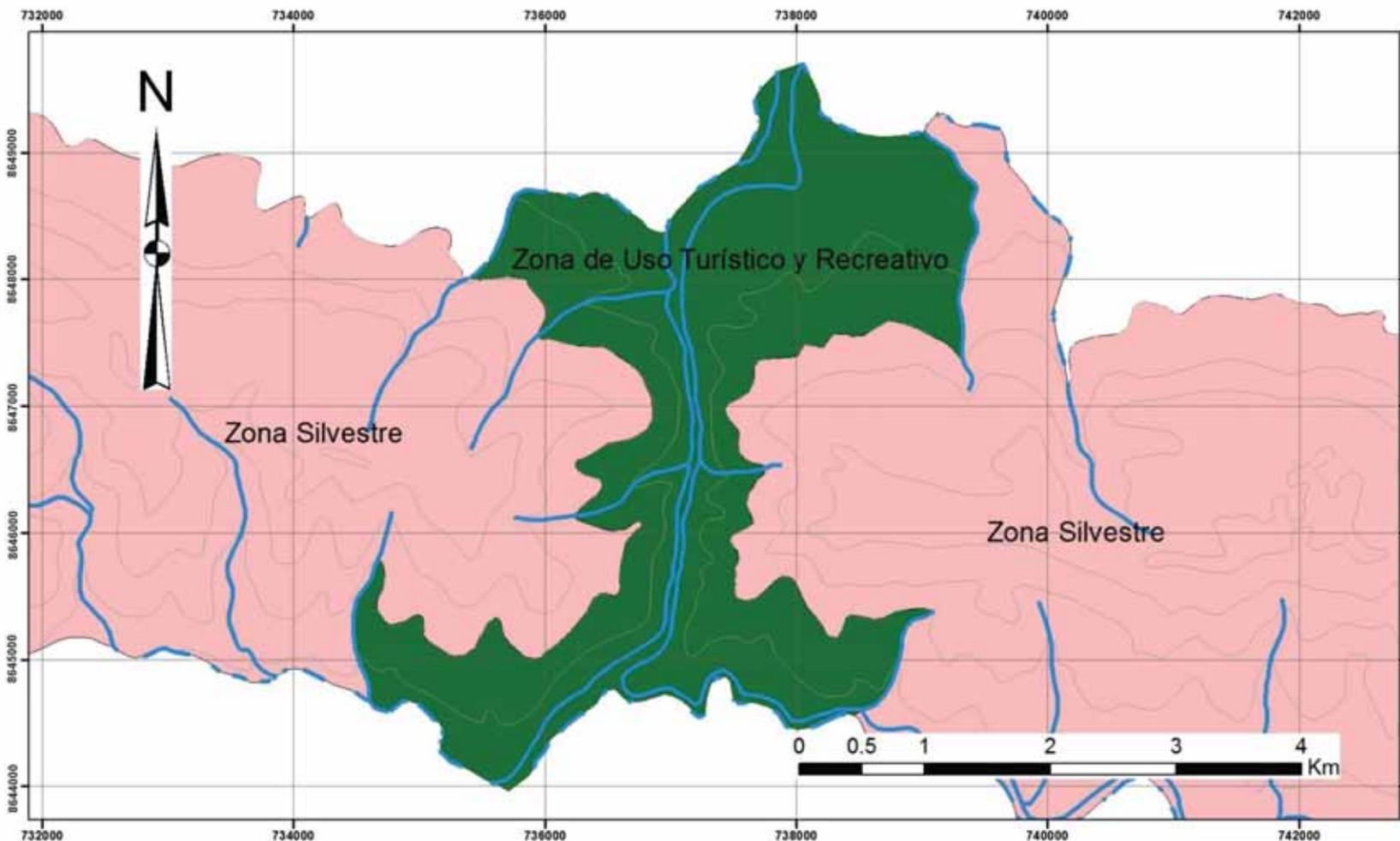
- **Por el norte** : limita con el centro poblado de Saringabeni.
- **Por el sur** : limita con el centro poblado de Saniriato y las aguas del río Yoyato y el distrito de Echarate.
- **Por el este** : limita con la zona de Uso silvestre
- **Por el oeste** : limita con la zona de uso silvestre.

2.3. ACCESIBILIDAD

Tabla 2: Rutas de acceso al área de estudio.

Tramo - recorrido	Medio de transporte	Vías de acceso	Tiempo
Cusco - Quillabamba	Minivan	Asfaltado	5.0 Hr.
Quillabamba - puerto Saniriato	Bus Colectivo	Bicapa - Trocha Carrozable	10.0 Hr.
Puerto Saniriato - PCV Yoyato	Bote	Cause del rio	40 min.

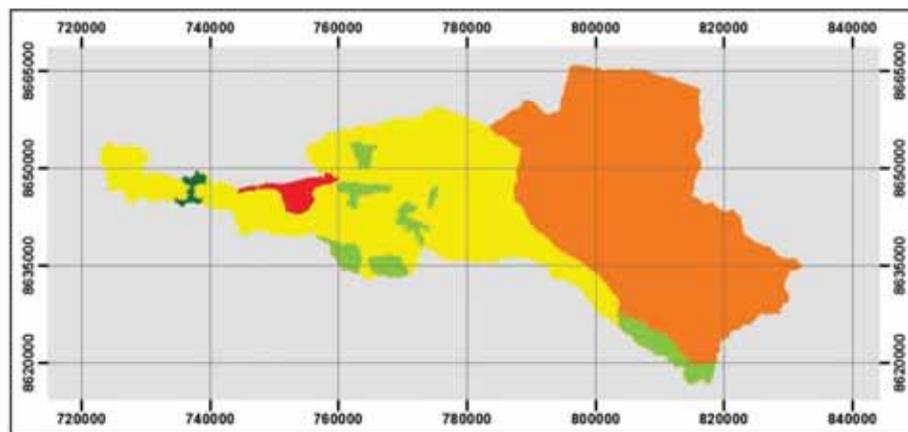
ÁREA DE ESTUDIO



LEYENDA

Zonificación Establecida

-  Zona Histórico Cultural
-  Zona Silvestre
-  Zona de Protección Estricta
-  Zona de Recuperación
-  Zona de Uso Turístico y Recreativo



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS Escuela Profesional de Biología		
ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke (Fabaceae) EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI, LA CONVENCION - CUSCO.		
MAPA DE UBICACIÓN - ÁREA DE ESTUDIO		MAPA N°
UBICACIÓN :	CUSCO	FUENTE : SERNANP
REGIÓN :	LA CONVENCION	Proy: UTM
DISTRITOS :	ECHARATE Y MEGANTONI	Datum: WGS-84
ELABORADO POR :	Bach. Denis G. Esquivel Quirpe	01
ASESORA :	Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga	

2.4. SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI

Creada por D.S. N° 030-2004-AG como “Santuario Nacional Megantoni” en la provincia de La Convención, Region del Cusco, un 18 de agosto del 2004. El Santuario Nacional Megantoni se ubica políticamente en los distritos de Echarati y Megantoni, provincia La Convención, región Cusco, y geográficamente entre las coordenadas UTM 720000-835000 E y 8670000-8615000 N, y que está sobre una superficie total de 215 868,96 hectáreas (Plan Maestro SNM, 2007)

El establecimiento del “Santuario Nacional Megantoni” tiene como objetivo principal conservar con carácter de intangible, los ecosistemas que se desarrollan en las montañas de Megantoni, que albergan bosques intactos, fuentes de agua como las cabeceras de los ríos Timpia y Ticumpinia y altos valores culturales y biológicos entre los que destacan el Pongo de Mainique, lugar sagrado para el pueblo Machiguenga, especies en vías de extinción entre las que se encuentran *Tremarctos ornatos* “oso de anteojos”, *Lontra longicaudis* “nutria, lobo de río”, *Ateles belzebuth* “maquisapa cenizo” y *Propyrrhura couloni* “guacamayo verde cabeza celeste”, especies de distribución restringida y especies nuevas para la ciencia, manteniendo intacto el corredor sumamente importante entre el Parque Nacional Manu y el complejo de Áreas Naturales Protegidas de Vilcabamba. (Plan Maestro SNM, 2007)

2.5. ZONA DE USO TURÍSTICO RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI

Dentro de la zonificación establecida por el SERNANP, se cuenta con la zona de uso turístico recreativo, la cual tiene una extensión de aproximadamente 1000 ha. Y que, como su nombre indica está destinada al aprovechamiento indirecto de los recursos naturales, tales como los bosques, la flora, la fauna y todos los paisajes que la constituyen, fundamentalmente realizando turismo; dentro de esta zona también se ubica el Pongo de Maenique, por el cual fluye el río Urubamba, y que forma parte de una de los atractivos más importantes, debido a su conformación y topografía, la cual es bastante accidentada.

También es necesario mencionar que el Pongo de Maenique es la única manera de acceder por vía fluvial a los centros poblados que se encuentran más al norte. Siendo así un importante paso para el comercio, transporte y recorrido diario de los habitantes de centros poblados cercanos, dentro de esta zona solo se ubica la infraestructura del puesto de control y vigilancia Yoyato, administrado por los guardaparques.

2.4.1. Características del área de estudio

2.4.1.1. Características físicas.

2.4.1.1.1. Geología

Litológicamente la Provincia de La Convención, consta de rocas paleozoicas que pasan gradualmente de la cordillera hacia faja subandina donde el mayor predominio está dado por rocas del paleozoico e intrusivos granitoides, en tanto que rocas terciarias ocupan las partes mesoandinas de la provincia, en tanto la selva baja es básicamente constituida por suelos cretáceos y cuaternarios (Palomino *et al.*, 2005).

Formación Paucartambo (Siluro - Devoniano)

Se trata de una secuencia bastante uniforme en casi todos los afloramientos y consiste en pizarras y esquistos algunas veces calcárea de colores grises a negros, sin estratificación visible, intercalados con escasos bancos pequeños de cuarcitas (Palomino *et al.*, 2005).

Formación Manogali (Devoniano)

Es una formación equivalente de la Formación Cabanillas, presentando una secuencia de areniscas y lutitas del Devoniano, que infrayacen en discordancia al Grupo Ambo, en los pongos de Maenique y Coñec (Palomino *et al.*, 2005).

Formación Ambo (Misisipiano)

En el Pongo de Mainique la base de este grupo se considera que se inicia con una secuencia de areniscas de grano medio a fino de color gris a crema predominantemente, mostrando hacia el techo una secuencia de arenisca de grano fino y estratificación sesgada de color gris verdoso, y secuencias limo arenosas verdosas blanquecinas algo masiva mostrando bioturbación perpendicular a la estratificación (Palomino *et al.*, 2005).

2.4.1.1.2. Fisiografía

La fisiografía permite conocer la formación y evolución del relieve terrestre y las causas que determinan su transformación, permitiendo separar unidades espaciales dentro del territorio. El territorio del Santuario se caracteriza por presentar una topografía accidentada con elevaciones de hasta 3 960 m.s.n.m en el extremo suroriental, constituido por las nacientes del río Timpía y Koshireni; y mínimas de 400 m.s.n.m en la desembocadura de la quebrada Toteroato en el Urubamba (Plan Maestro SNM, 2007).

En el Santuario predominan dos grandes paisajes generados por el modelado de la superficie y la litología dominante y que la caracterizan como una zona transicional al llano amazónico: paisaje montañoso y paisaje colinoso, cuyas configuraciones han sido claramente influenciadas por sus particularidades geológico-estructurales.

El gran paisaje montañoso está constituido por el conjunto de ramales de la Cordillera Oriental, de pendientes pronunciadas y cuyas alturas sobrepasan los 300 metros sobre el nivel de base local, como consecuencia de la acción tectónica y orogénica.

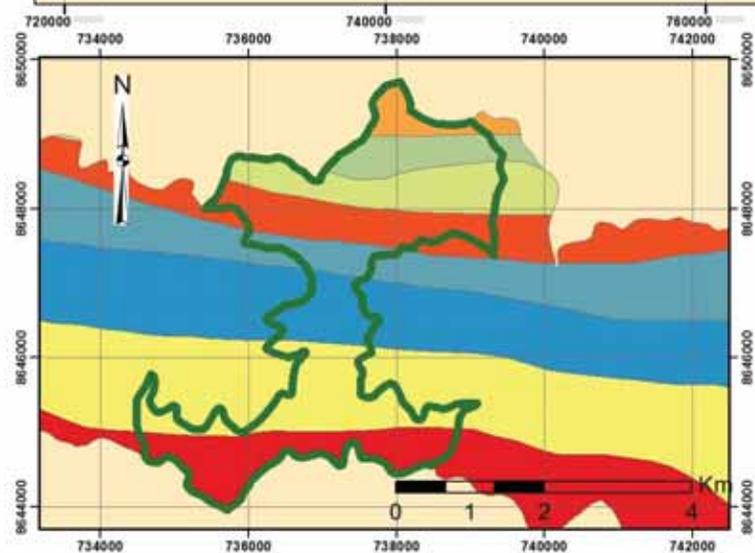
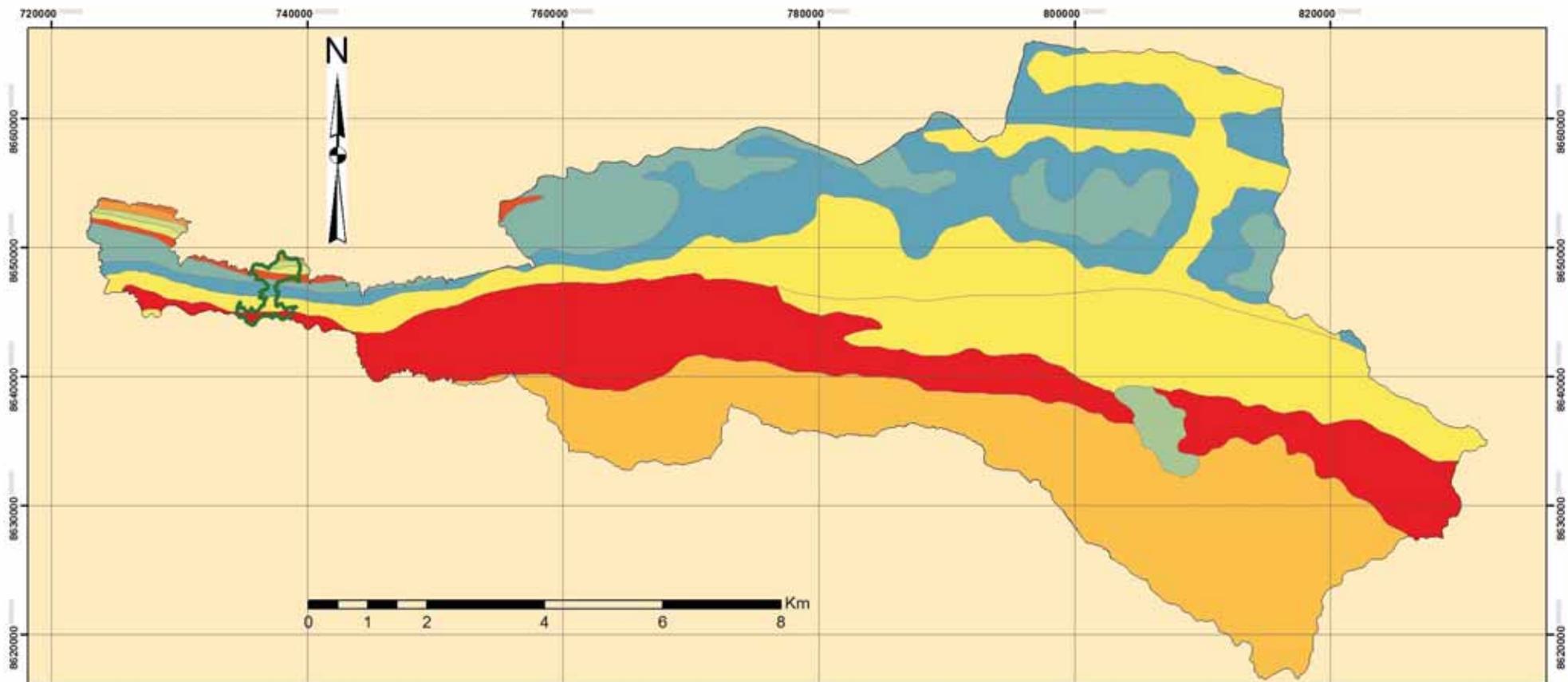
El gran paisaje colinoso está caracterizado por superficies con ondulaciones pronunciadas, cuyas alturas no exceden los 300 metros sobre el nivel de base local. Una gran parte de este escenario ha sido moldeado por la erosión hídrica, motivada directamente por la abundante precipitación pluvial sobre la antigua llanura original, cuyo material consolidado y/o semi consolidado permitió el origen y la conservación de estas formas (Plan Maestro SNM, 2007).

Tabla 3: Unidades Fisiográficas del Santuario Nacional Megantoni.

Unidades Fisiográficas	Extensión (Ha)	Porcentaje (%)
Colinas altas fuertemente disectadas	0.18	0.0001
Colinas altas moderadamente disectadas	1,959.74	0.91
Colinas bajas fuertemente disectadas	5.96	0.003
Fondos de valle aluvial montañoso	949.77	0.44
Terrazas bajas	197.69	0.09
Terrazas medias sin disección	4.00	0.0019
Vertientes de montaña allanada	41,449.57	19.20
Vertientes de montaña disectada	80,125.97	37.12
Vertientes de montaña empinada	91,176.09	42.24
Total	215,868.96	100.0

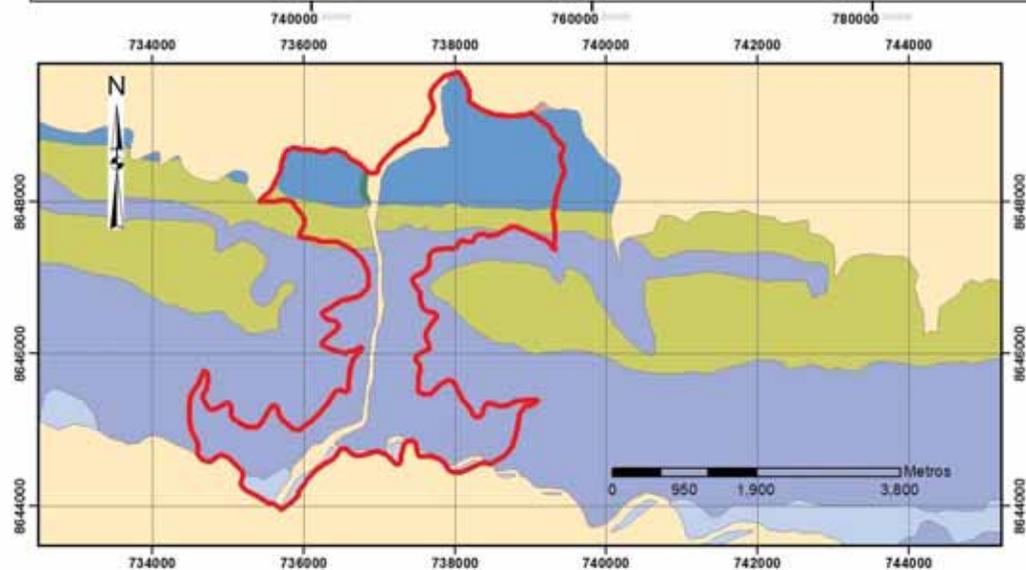
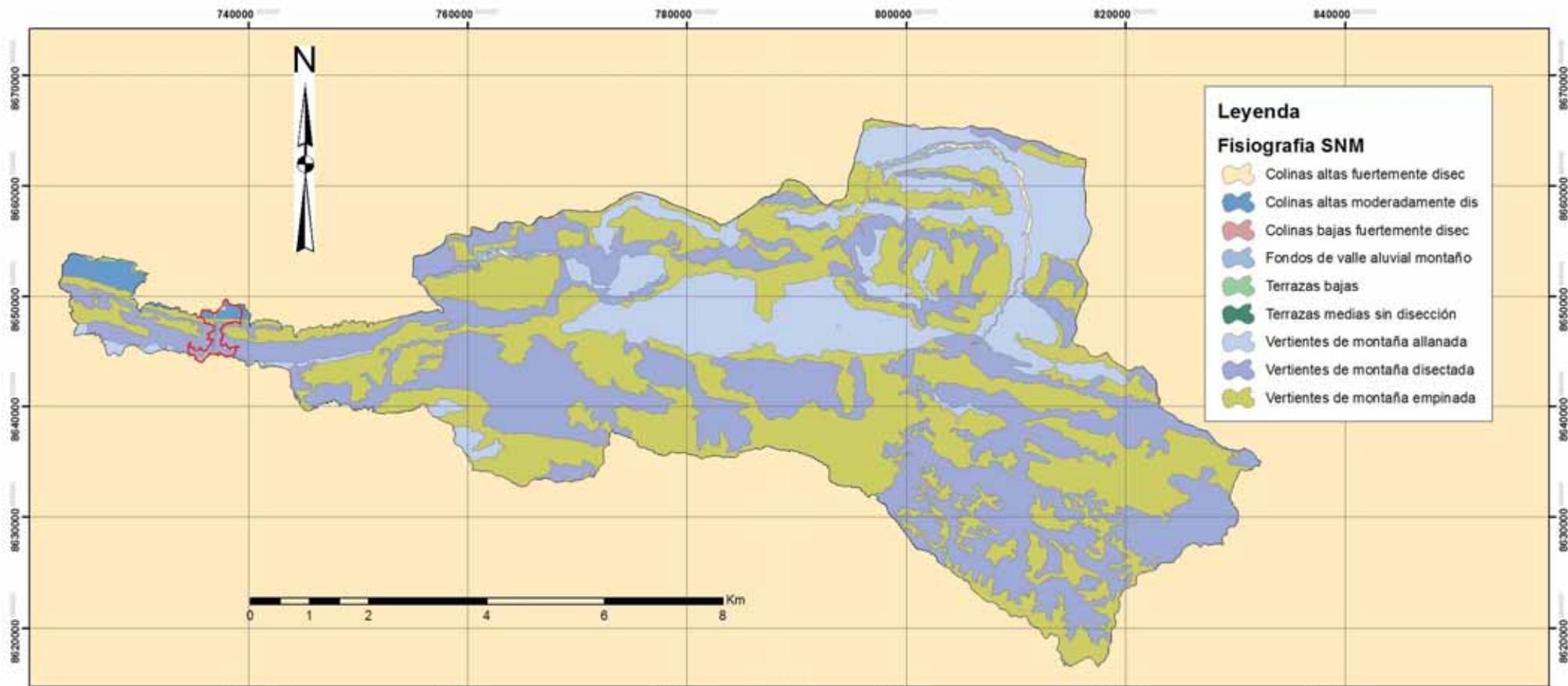
Fuente: Gobierno Regional Cusco, 2012

En la tabla 3, se puede observar resaltadas de color verde las unidades fisiográficas ubicadas en el área de estudio propiamente dicho; de igual manera se tiene la relación de las demás unidades fisiográficas que conforman el total del área de todo el Santuario Nacional Megantoni, como se pueden también observar en el Mapa N° 03: Fisiografía del Santuario Nacional Megantoni y de la zona de uso turístico - recreativo.



LEYENDA	
Geología - SNM	
DESCRIPCIÓN	
	Carbonífero inferior continental
	Carbonífero superior-Permico
	Cretaceo Paleog.tonigd.
	Cretaceo inf.sup.Marino.
	Cretaceo inferior continental
	Devonico.marino.
	Ordovico-metasedimento
	Paleoceno continental
	Paleogeno-Neogeno. Continental
	Permico.sup-inf.marino.continental
	Silurico-Devonico.metasedimento

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
FACULTAD DE CIENCIAS		
Escuela Profesional de Biología		
ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke (Fabaceae) EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI, LA CONVENCION - CUSCO.		
MAPA GEOLÓGICO - SNM		MAPA N°
UBICACIÓN :		FUENTE
REGIÓN :	CUSCO	INGEMMET
PROVINCIA :	LA CONVENCION	Proy: UTM
DISTRITOS :	ECHARATE Y MEGANTONI	Datum: WGS-84
ELABORADO POR:	Bach. Denis G. Esquivel Quispe	02
ASESORA:	Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga	
		Zona: 18S



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS Escuela Profesional de Biología		
ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke (Fabaceae) EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI, LA CONVENCION - CUSCO.		
MAPA FISIAGRÁFICO - SNM		MAPA N°
UBICACIÓN :	FUENTE	03
REGIÓN : CUSCO	GRC	
PROVINCIA : LA CONVENCION	Proy: UTM	
DISTRITOS : ECHARATE Y MEGANTONI	Datum: WGS-84	
ELABORADO POR: Bach. Denis G. Esquivel Quispe	Zona: 18S	
ASESORA: Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga		

2.4.1.1.3. Hidrología

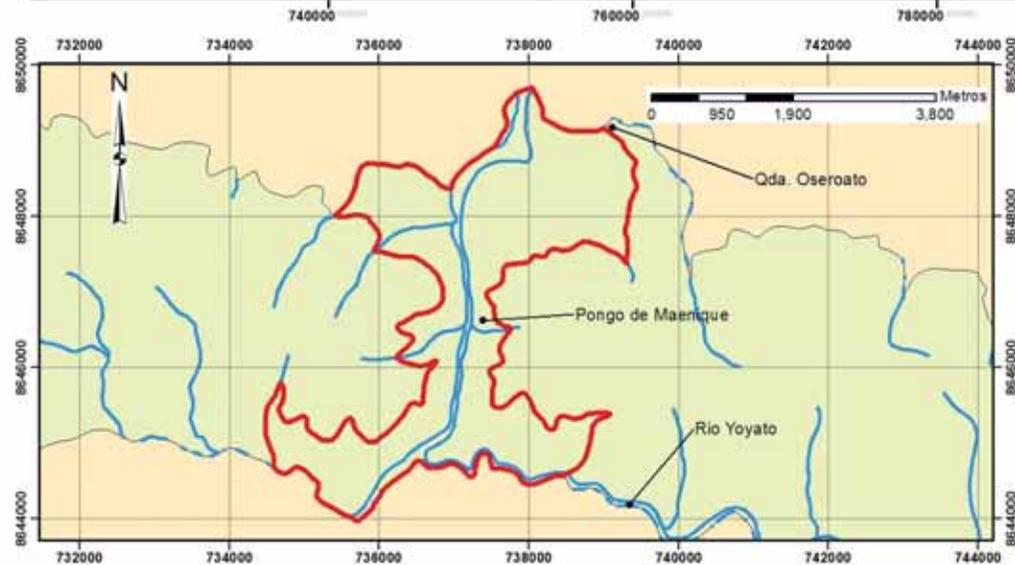
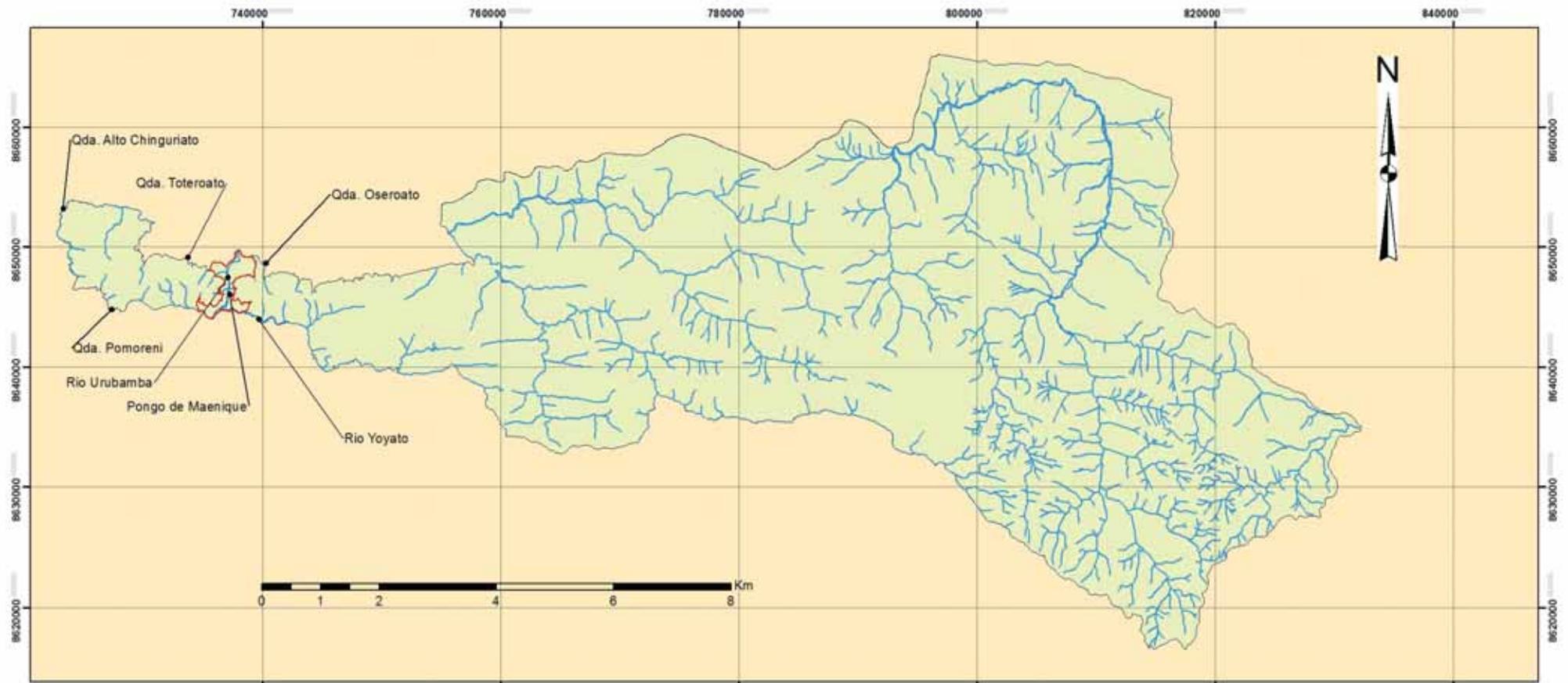
El Santuario es una verdadera "fábrica natural" de agua pura. El sistema hidrológico está conformado por una red de ríos y quebradas afluentes del río Urubamba, algunos de los cuales tienen su nacimiento por encima de los 3 900 m.s.n.m., cerca de las divisorias de aguas que sirven de límite para las cuencas de los ríos Urubamba, Manu y Madre de Dios. Los principales ríos del área de influencia son el Timpía, el Ticumpinia y el Koshireni (Plan Maestro SNM, 2007).

La zona de uso turístico - recreativo, Comprende el Pongo de Maenique, y los ríos Yoyato y Pomoreni que son el límite del Santuario con la zona de amortiguamiento; río Yoyato con una longitud de 43.98 km y un caudal de 23.2 m³/seg al igual que el río Pomoreni, ambos desembocan en el cauce del río Principal, Urubamba que aguas abajo formará la cuenca hidrográfica del Bajo Urubamba.

Una de las características de estos cursos de agua, son los cambios repentinos de los caudales, sobre todo en época con precipitaciones abundantes, por lo cual se debe de tener especial cuidado en el recorrido por estos cauces en los meses de setiembre - marzo.

2.4.1.1.4. Clima

Se estima que la temperatura media anual se mantiene alrededor de 25°C con máximas de 29°C a 34°C y mínimas de 15°C a 18°C hasta los 1 000 m.; por encima de esta cota y hasta los 1 900 m. la temperatura media anual debe disminuir aproximadamente 0,7°C por cada cien metros de incremento de elevación. Por encima de los 2 000 m. se asume que la gradiente térmica es ligeramente menor, con una disminución de 0,5°C por cada cien metros de incremento de elevación. La precipitación promedio anual puede alcanzar los 3 000 mm, con un periodo de estiaje de mayo a octubre y un periodo de lluvia de noviembre a abril. A medida que se incrementa la altitud, también se incrementan los valores de precipitación. Un aspecto climático muy peculiar de la zona se refiere a la presencia de los llamados "frijes", que son disminuciones bruscas de la temperatura causadas por el tránsito de masas de aire frío procedentes del anticiclón del Atlántico Sur, que se presentan generalmente en la época de estiaje y que influyen en la observación de temperaturas mínimas absolutas diarias con valores estimados que puede descender muy rápidamente hasta los 10°C (Plan Maestro SNM, 2007).



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS Escuela Profesional de Biología		MAPA N°
ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke (Fabaceae) EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI, LA CONVENCION - CUSCO.		
MAPA HIDROLÓGICO - SNM		
UBICACIÓN : REGIÓN : CUSCO PROVINCIA : LA CONVENCION DISTRITOS : ECHARATE Y MEGANTONI	FUENTE IGN Proy: UTM Datum: WGS-84	
ELABORADO POR: Bach. Denis G. Esquivel Quispe ASESORA: Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga		Zona: 18S

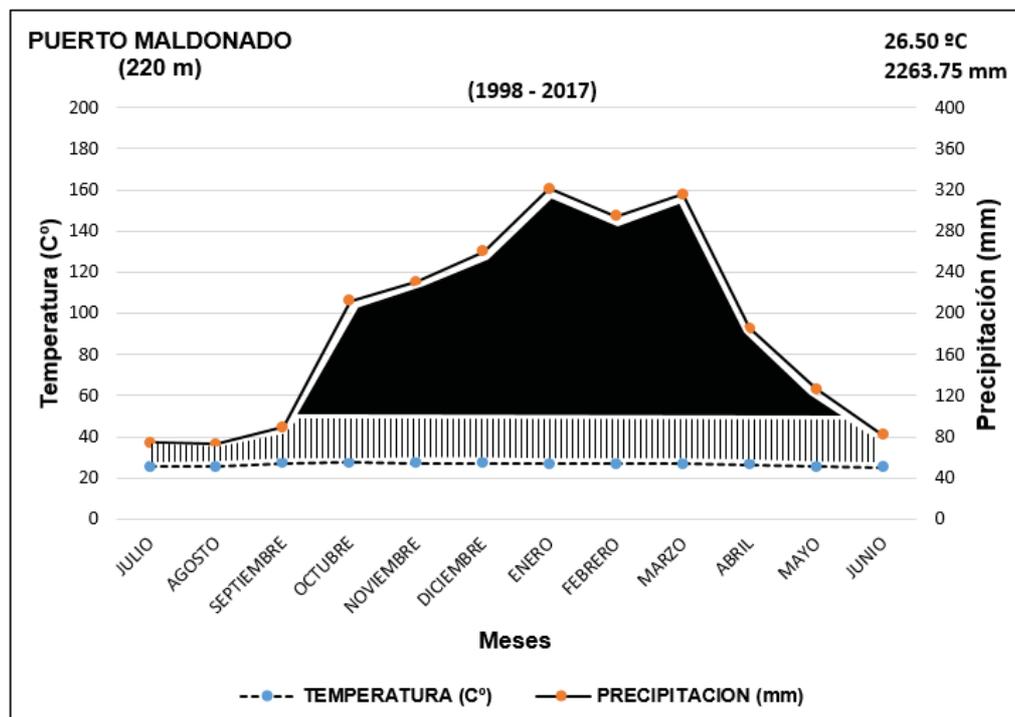
Tabla 4: Datos climáticos de la estación meteorológica de Puerto Maldonado, Madre de Dios (1998-2017).

MES	TEMPERATURA (C°)	PRECIPITACIÓN (mm)
JULIO	25.38	74.01
AGOSTO	25.52	72.93
SEPTIEMBRE	27.31	89.38
OCTUBRE	27.48	211.85
NOVIEMBRE	27.21	230.95
DICIEMBRE	27.17	260.22
ENERO	26.94	321.36
FEBRERO	26.83	294.33
MARZO	26.88	315.48
ABRIL	26.64	185.26
MAYO	25.39	126.44
JUNIO	25.27	81.55
PROMEDIO	26.50	
TOTAL		2263.75

Fuente: SENAMHI, 2018

Dentro del Santuario nacional Megantoni, actualmente viene funcionando la estación meteorológica automática denominada Pongo de Maenique, que sin embargo no contiene información continua y los datos aún no se encuentran estandarizados, razón por la cual se tomó los datos de la estación de Puerto Maldonado, Madre de Dios, por poseer similares características ecológicas.

Figura 3: Climadiagrama de la Estación Meteorológica de Puerto Maldonado.



Fuente: SENAMHI, 2018

De acuerdo a la tabla cuatro, la precipitación presenta variaciones a lo largo del año, presentándose lluvias considerables desde los meses de octubre a abril, siendo el mes con mayor precipitación, enero con 321.36 mm; los meses de transición son setiembre y mayo, y los de estiaje van de junio, julio, agosto y setiembre, siendo agosto el con menor precipitación alcanzando un valor de 72.93 mm. Se registra la mayor temperatura promedio en octubre con 27.48 °C, por otro lado, se registra la menor temperatura con un valor de 25.27 °C en junio.

Por lo que, se puede concluir que el área de estudio presenta una estación húmeda y lluviosa durante todo el año, sin embargo, esto se intensifica de octubre - abril y disminuye de mayo - setiembre.

2.4.1.2. Características biológicas

2.4.1.2.1. Flora

El inventario rápido que se realizó el 2004, se registraron más de 1 400 especies de plantas en el campo y estiman que existe de 3 000 a 4 000 especies, incluyendo la selva baja y la puna.

Orquídeas y helechos son plantas excepcionalmente diversas en Megantoni, representando un cuarto de todas las especies observadas. Casi una quinta parte de las orquídeas que se encontraron en floración (20 de 116 especies) son nuevas para la ciencia. Estimaciones de la diversidad de plantas vasculares para las vertientes orientales de los Andes varían de 7 000 a 10 000 especies, sugiriendo que estos bosques podrían albergar la mitad o más de la mitad de las especies de plantas de los andes orientales del Perú (Plan Maestro SNM, 2007).

Ésta es una aproximación porque la evaluación rápida sólo cubrió una pequeña porción (650-2 350 m de altitud) del rango entero de elevación (500 a más de 4000 m.) dentro del Santuario. Como en otros bosques de la vertiente oriental de los Andes, la riqueza florística dentro de Megantoni es extremadamente alta. Se ha documentado una diversidad impresionante de orquídeas y helechos. Estos dos grupos de plantas dominaron la flora y representaron por lo menos un cuarto de las especies observadas en el campo (Pteridophyta, 190 especies aproximadamente, Orchidaceae, unas 210 especies) (Plan Maestro SNM, 2007).

Dentro de las prioridades de conservación del Santuario se tienen las siguientes:

- Familias de plantas andinas muy diversas, especialmente orquídeas y helechos.
- Poblaciones de árboles maderables localizados a bajas elevaciones (*Cedrela fissilis*, cedro; *Cedrelinga cateniformis*, tornillo).
- Más de 25 especies de plantas que ocurren únicamente en Megantoni.

2.4.1.2.2. Fauna

Insectos: Se ha registrado 71 de las 120 especies estimadas para la zona. La riqueza de especies es excepcionalmente alta en la región, aún más alta que en elevaciones similares en Kosñipata, en el Parque Nacional Manu.

Peces: Se han registrado 22 especies de peces. Se estima que la ictiofauna del Santuario está representada por unas 70 especies. Algunas de las especies de altura podrían ser endémicas de esta región (*Astroblepus* y *Trichomycterus*) y presentan adaptaciones morfológicas singulares a condiciones de aguas torrentosas, frías y limpias, con altas concentraciones de oxígeno disuelto (Plan Maestro SNM, 2007).

Reptiles y anfibios: Se han registrado 32 especies de anfibios (anuros) y 19 de reptiles (nueve lagartijas y diez culebras) en los 3 sitios muestreados entre los 700-2 200 m de altitud. Basados en inventarios anteriores en un transecto altitudinal en el Valle de Kosñipata (Parque Nacional del Manu), se estimó en 50-60 especies de anfibios para las mismas elevaciones en Megantoni. Se encontraron varias especies en elevaciones inesperadas (*Phrynopus* más abajo, *Epipedobates macero* más arriba) y algunas con extensiones de su rango geográfico (p. ej., *Syncope* hacia al sur) (Plan Maestro SNM, 2007).

Aves: Se han registrado 378 especies en los lugares evaluados. Hábitats que no fueron visitados tendrían muchas especies adicionales, restringidas a otras elevaciones (selva baja tropical, bosque montano de altura, puna). Especies migratorias que no se encontraron durante el inventario también aumentarían la lista y se estima un total de 600 especies de aves para el Santuario (Plan Maestro SNM, 2007).

Mamíferos: El equipo registró 32 especies de mamíferos grandes y medianos (pertenecientes a 7 órdenes y 17 familias). Según la Convención Internacional del Tráfico de Especies (CITES), 5 de estas especies se encuentran amenazadas de extinción y 12 están potencialmente amenazadas. En el inventario se apreció una gran cantidad de huellas y rastros del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), indicando la presencia de

poblaciones saludables de esta especie, y resaltando la importancia de proteger el corredor altitudinal. El Santuario es un corredor de suma importancia para migraciones de otras especies también, entre ellas *Panthera onca* y *Puma concolor* (Plan Maestro SNM, 2007).

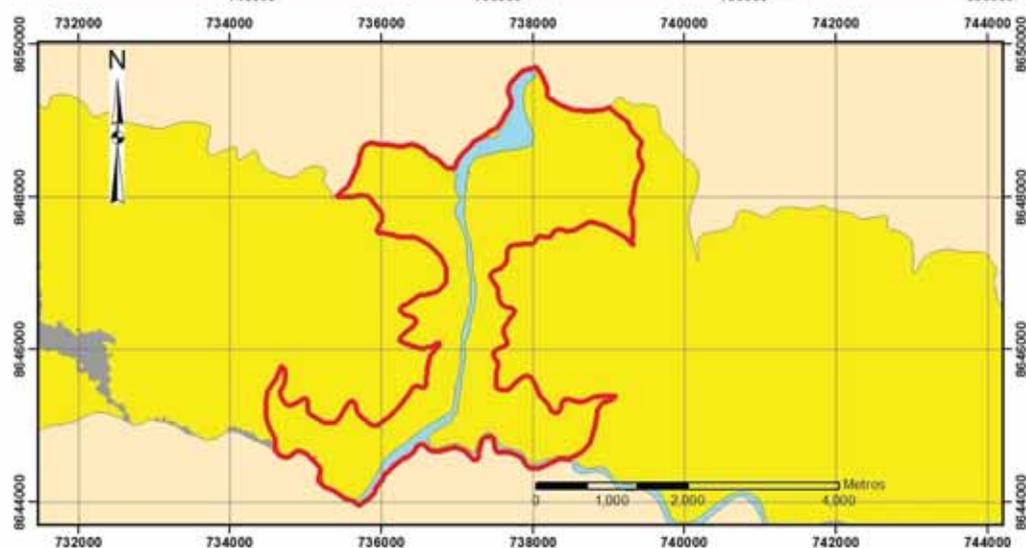
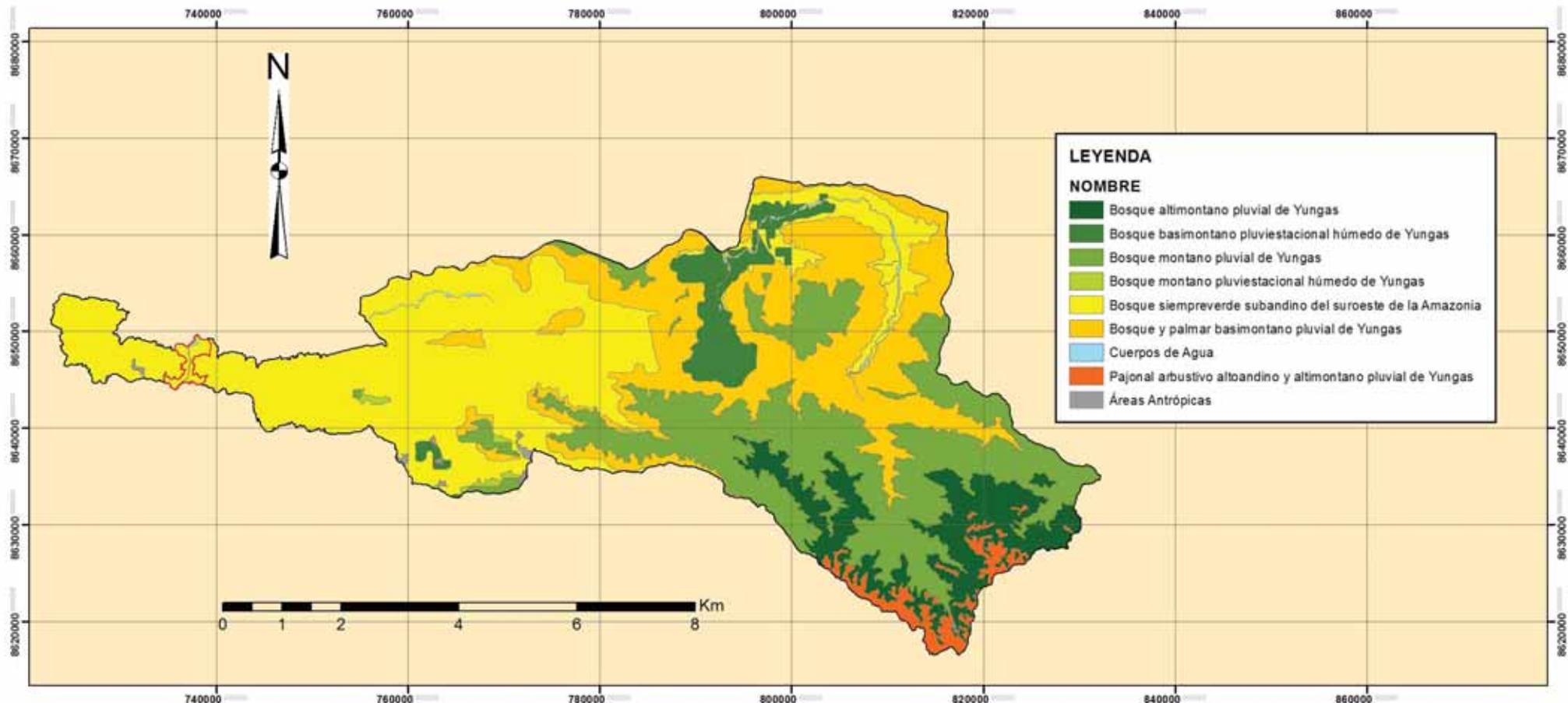
2.4.1.2.3. Sistemas ecológicos

El área total del Santuario, incluyendo el mismo Pongo de Mainique, está dividida por la línea imaginaria que, según el sistema de clasificación ecológica de Holdridge, separa la región tropical hacia el norte, de la región subtropical hacia el sur.

Según Natureserve, 2007 (Josse, et al. 2007) basada en la combinación de parámetros del ambiente físico y de la fisonomía de la vegetación, el Santuario Nacional Megantoni está clasificado en siete tipos de sistemas ecológicos Amazónicos, de los cuales el Bosque siempreverde subandino del suroeste de la Amazonia fue donde se realizó la instalación de los transectos.

Bosque siempreverde subandino del suroeste de la Amazonia

Constituido por bosques amazónicos pluviales de tierra firme, húmedos e hiperhúmedos, que se distribuyen en las serranías bajas más orientales de la Cordillera de los Andes, desde el centro del Perú al centro de Bolivia, por debajo de los 1000-1300 m y por encima de (400-) 500 m de altitud en promedio. Los bosques son densos y altos, multiestratificados y tienen generalmente pocas lianas y epífitas, constituyendo uno de los sistemas ecológicos más complejos, diversos y menos conocidos de Sudamérica. Los suelos son pobres, franco arenosos, rojizos o amarillentos. En la combinación florística es característica la presencia de varias especies andino yungueñas termófilas o macrotérmicas, asociadas al fondo florístico dominante de flora amazónica. La siguiente lista de especies es diagnóstica para este sistema: *Talauma boliviana*, *Elaeagia obovata*, *Elaeagia mariae*, *Apeiba membranacea*, *Cavanillesia hylogeiton*, *Clarisia biflora*, *Clarisia racemosa*, *Dipteryx odorata*, *Eschweilera coriacea*, *Eschweilera andina*, *Oenocarpus bataua*, *Euterpe precatória*, *Iriarteia deltoidea*, *Geonoma macrostachys*, *Sterculia apeibophylla*, *Manilkara excelsa*, *Sloanea fragrans*, *Pouteria* spp., *Guarea* spp., *Huberodendron swietenoides*, *Cedrelinga cateniformis*, *Tetragastris altissima*, *Caryocar amygdaliforme*, *Citronella incarum*, *Cariniana decandra*, *Couratari guianensis*, *Dialium guianense*, *Brosimum alicastrum* (Natureserve, 2009).



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS Escuela Profesional de Biología</p>	
<p>ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke (Fabaceae) EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI, LA CONVENCION - CUSCO.</p>	
<p>MAPA: SISTEMAS ECOLÓGICOS - SNM</p>	
<p>UBICACIÓN :</p> <p>REGIÓN : CUSCO</p> <p>PROVINCIA : LA CONVENCION</p> <p>DISTRITOS : ECHARATE Y MEGANTONI</p>	<p>FUENTE</p> <p>ONERN-MINAM</p> <p>Proy: UTM</p> <p>Datum: WGS-84</p>
<p>ELABORADO POR: Bach. Denis G. Esquivel Quispe</p> <p>ASESORA: Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga</p>	<p>Zona: 18S</p>
<p>MAPA N°</p> <p>05</p>	

2.4.1.2.4. Zonas de vida

Según el Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1995; ONERN, 1976), basado en el Sistemas de Zonas de Vida de Holdridge, para toda el Santuario Nacional Megantoni se registran cinco zonas de Vida (Tabla 5), bosque humedo Subtropical (transicional a bosque pluvial Subtropical), bosque muy humedo Premontano Tropical, bosque pluvial Montano Bajo Subtropical, bosque pluvial Montano Subtropical, bosque pluvial Subtropical. El trabajo se realizó en la zona de vida definida como **Bosque muy húmedo Premontano Tropical**.

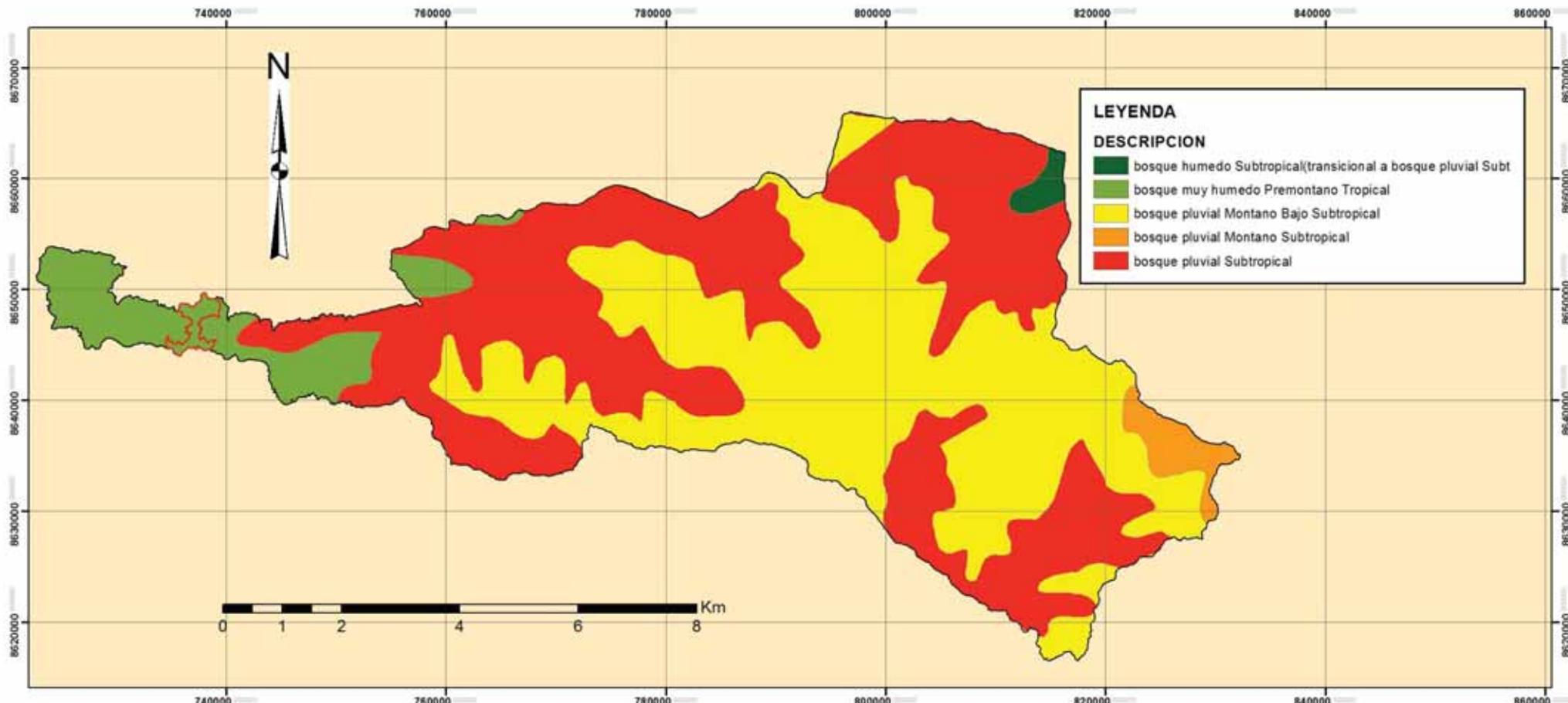
Tabla 5: Zonas de vida del Santuario Nacional Megantoni.

Zonas de vida	Extensión (Ha)	Porcentaje (%)
bosque muy húmedo Pre-Montano Tropical	16,957.18	7.86
bosque pluvial Montano Bajo Subtropical	94,354.73	43.71
bosque pluvial Montano Subtropical	4,306.72	2.00
bosque pluvial Subtropical	98,565.16	45.65
bosque húmedo Subtropical (transicional a bosque pluvial Subtropical)	1,685.17	0.78
Total	215,868.96	100.0

Fuente: INRENA, 1995; ONERN, 1976

bosque muy humedo Premontano Tropical (bmh-PT)

Altitudinalmente se sitúa entre 200 y 400 m. Las condiciones climáticas de esta zona de vida se caracterizan por presentar una biotemperatura medias anuales de 24 ° C, y con precipitación total anuales que en ocasiones superan los 3000 mm. El relieve es predominantemente colinoso, los suelos generalmente ácidos, medianamente profundos a superficiales, de tonos rojizos amarillosos y pertenecientes a grupos edafogénicos como Acrisoles. La vegetación está compuesta por bosques siempre verde, cubiertos por lianas y bejucos y presencia de epifitas, el bosque presenta una composición florística heterogénea y constituye uno de los ecosistemas más diversos florísticamente. Las especies que caracterizan esta zona de vida son: "el tornillo" *Cedrelinga cateniformis*, "Nogal" *Junglas neotropica*, "Sapote" *Mutisia sp*, "Cedro" *Cedrela odorata* como también palmeras y helechos (Palomino *et al.*, 2005).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
 Escuela Profesional de Biología

ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae) EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI, LA CONVENCION - CUSCO.

MAPA: ZONAS DE VIDA - SNM		MAPA N° 06
UBICACIÓN :	FUENTE	
REGIÓN : CUSCO	ONERN-MINAM	06
PROVINCIA : LA CONVENCION	Proy: UTM	
DISTRITOS : ECHARATE Y MEGANTONI	Datum: WGS-84	
ELABORADO POR: Bach. Denis G. Esquivel Quispe		Zona: 18S
ASESORA: Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga		

CAPITULO III.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES

DE CAMPO

- Libreta de campo
- Lapiceros y lápices
- Tableros con sujetador
- Cinta métrica de 25 y 50 metros
- Cámara fotográfica digital
- GPS Garmin
- Rafia y cordeles
- Clinómetro Suunto
- Cámara digital
- Papel periódico
- Binoculares
- Mapas y planos de la localidad
- Botas de jebe caña alta
- Tijeras botánicas
- Linternas frontales
- Etiquetas de campo
- Equipo de montaña
- Saquillos o Bolsas de polietileno
- Plumón marcador
- Poncho para lluvia
- Carpas para ambientes cálidos y húmedos
- Bolsas de dormir
- Plástico de Polietileno doble ancho color azul por metros.
- Machetes de mano

DE GABINETE

- Plano de zonificación del santuario.
- Plano de pendientes y cobertura vegetal de la Zona
- Software ArcGIS V. 10.2
- Software IBM SPSS statistics 22
- Software R studio vers. 3.5.2
- Computadora
- Bibliografía especializada
- Útiles de escritorio
- Formularios y tablas de índices
- Lupas 10x

3.2. METODOLOGÍA

El tipo de investigación que se realizó fue, aplicada, descriptivo, simple no experimental, la toma de datos se realizó en dos periodos, el primero, entre abril y mayo del 2017, y otro en agosto del 2018, a través de técnicas de muestreo, las cuales consisten en levantar información cuantitativa y cualitativa en áreas representativas, con el objeto de poder estimar los valores de sus parámetros. Para ello se utilizó el Manual de Phillips *et al.* (2001), en el cual se evaluaron todos los individuos encontrados de *Cedrelinga cateniformis* dentro de los transectos instalados.

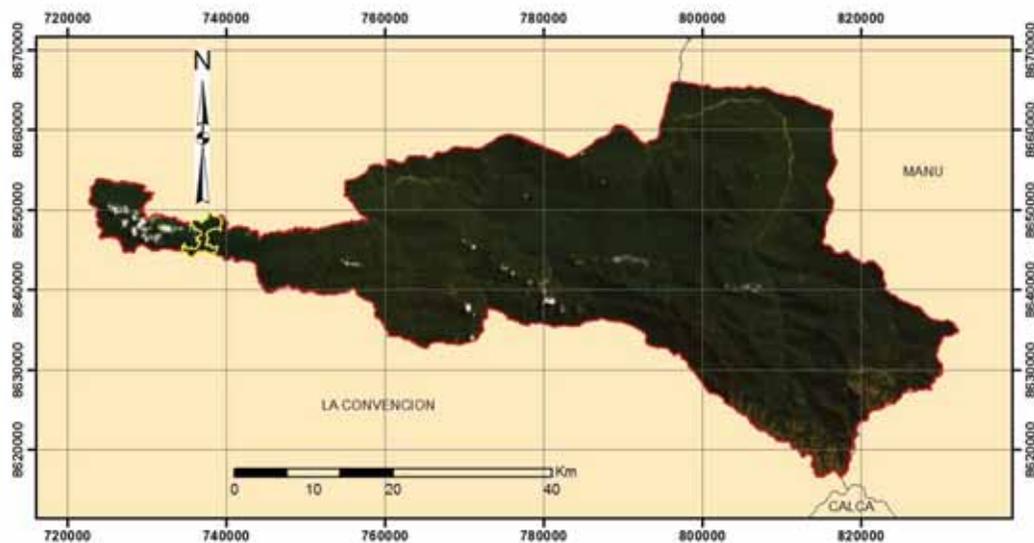
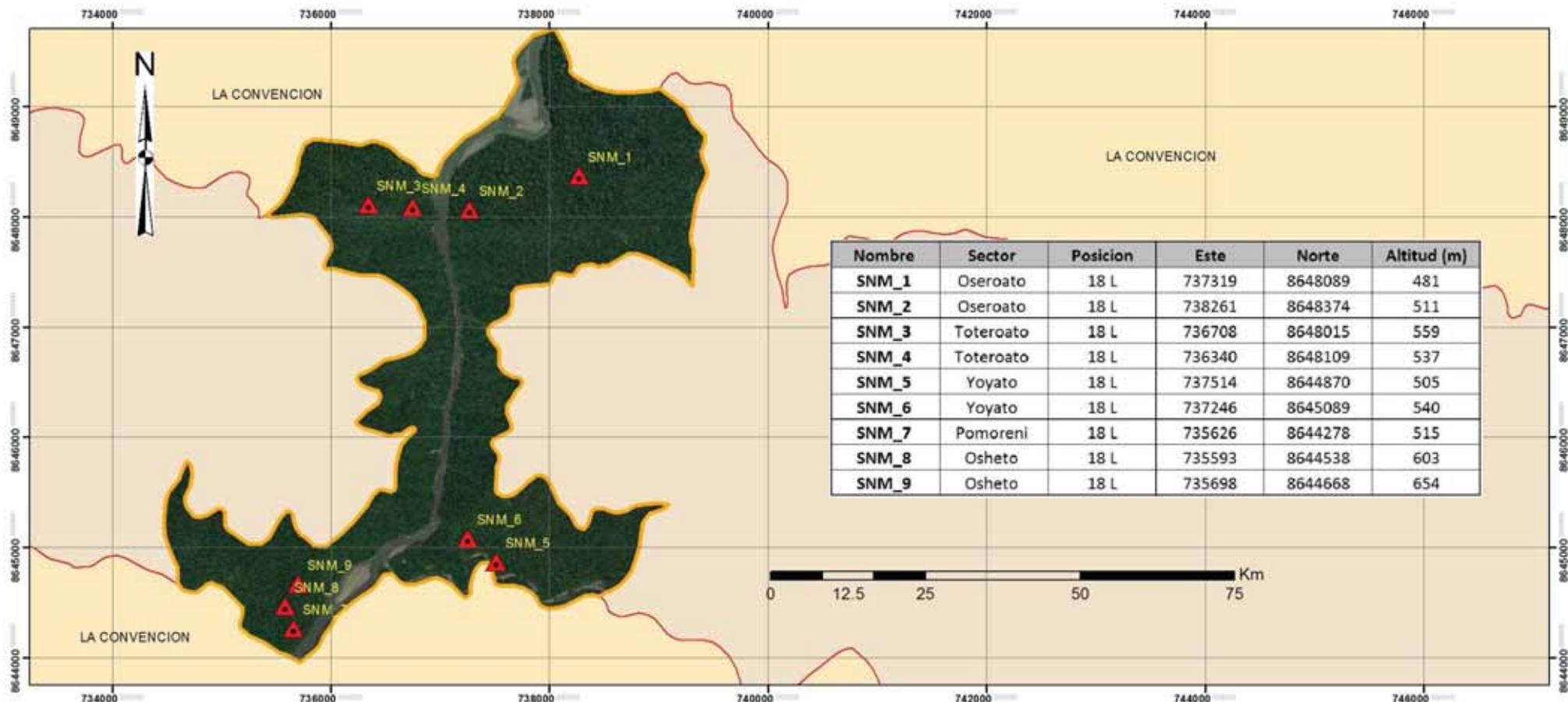
3.2.1. Ubicación de los transectos

Los transectos fueron establecidos a partir de información primaria obtenida de la zonificación establecida en el Santuario Nacional Megantoni (SNM), de igual manera con imágenes satelitales obtenidas de Google Earth, las cuales fueron contrastadas con la información obtenida del personal Guardaparque con el afán de identificar las zonas conocidas como "manchales" que son propias de la especie en estudio, es decir, se seleccionó zonas con antecedentes de presencia de *Cedrelinga cateniformis*.

Como figura en la tabla 6, se establecieron 9 transectos de 0.5 ha cada uno, dos en el sector de Oseroato, dos en el sector de Toterato, dos en el sector de Yoyato, uno en el sector de Pomoreni y por ultimo 2 en el sector de Osheto, donde se consideró diferentes aspectos que garanticen la viabilidad, como accesibilidad, dado a que la presente zona, al formar parte del Pongo de Maenique presenta sectores con pendientes considerables, la cual la hace inaccesible; evitar zonas de bajío e inundables debido a que *Cedrelinga c.* es una especie propia de la zona alta (mayor a 450 m.)

Tabla 6: Ubicación de los transectos instalados en el área de estudio dentro del Santuario Nacional Megantoni

Nombre	Sector	Posición	Este	Norte	Altitud (m)
SNM_1	Oseroato	18 L	737319	8648089	481
SNM_2	Oseroato	18 L	738261	8648374	511
SNM_3	Toteroato	18 L	736708	8648015	559
SNM_4	Toteroato	18 L	736340	8648109	537
SNM_5	Yoyato	18 L	737514	8644870	505
SNM_6	Yoyato	18 L	737246	8645089	540



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS Escuela Profesional de Biología		
ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA DE <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke (Fabaceae) EN LA ZONA DE USO TURÍSTICO - RECREATIVO DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI, LA CONVENCION - CUSCO.		
UBICACIÓN DE TRANSECTOS		MAPA N°
UBICACIÓN :		07
REGIÓN :	CUSCO	
PROVINCIA :	LA CONVENCION	
DISTRITOS :	ECHARATE Y MEGANTONI	
ELABORADO POR :	Bach. Denis G. Esquivel Quispe	
ASESORA :	Dra. Fructuosa De La Torre Mayorga	Zona: 18S

Nombre	Sector	Posición	Este	Norte	Altitud (m)
SNM_7	Pomoreni	18 L	735626	8644278	515
SNM_8	Osheto	18 L	735593	8644538	603
SNM_9	Osheto	18 L	735698	8644668	654

El muestreo que se aplicó se realizó bajo los siguientes criterios:

A. Ubicación de los tipos de bosques

Dado que en la zona de estudio según el mapa de cobertura vegetal (MINAM, 2015), cuenta con un solo tipo de unidad de cobertura vegetal, se levantó la información de un solo tipo de bosque, el cual corresponde al Bosque de montaña y perteneciente a la zona de vida denominada, Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT) (INRENA, 1995; ONERN, 1976)

B. Selección de la especie a muestrear

En el presente estudio se evaluó específicamente la especie forestal, *Cedrelinga cateniformis* Ducke, en la zona de uso turístico recreativo, del Santuario Nacional Megantoni.

C. Distribución espacial de los transectos

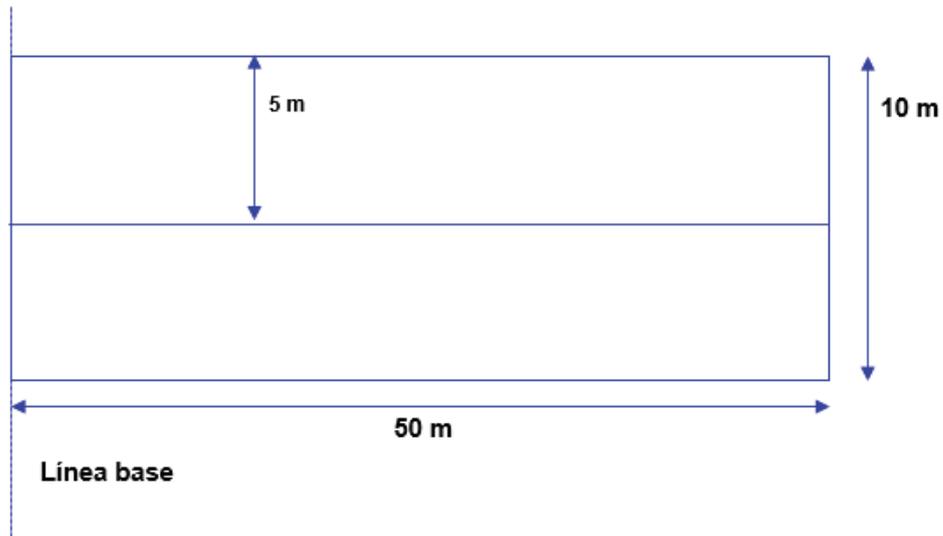
Las áreas de muestreo fueron distribuidas en zonas donde se tuvo antecedentes de presencia de individuos de *Cedrelinga cateniformis*. Se instaló los transectos compuestos de 10 fajas de 10m x 50m (500 m²) (Figura 4), sobre una línea base de 180 m. haciendo un total de 5000 m² (0.5 ha) (Figura 5), siguiendo el siguiente procedimiento.

Ubicado el área se colocó un jalón (poste de madera) o se eligió el tronco de un árbol en donde se marcó con una cinta un azimut dado; luego se trazó una línea base de 180 metros lineales marcados cada 20 metros con una cinta enumerada en forma correlativa (ver Figura 5); con ayuda del GPS se tomó las coordenadas UTM para su registro en el mapa (Phillips *et al.* 2001).

De los puntos marcados se trazaron cinco primeras líneas en forma transversal (90°) a la línea base, se extendió una wincha de 50 metros en forma recta, sin realizar trocheo ni alterar la flora, luego las otras líneas fueron dirigidas en sentido

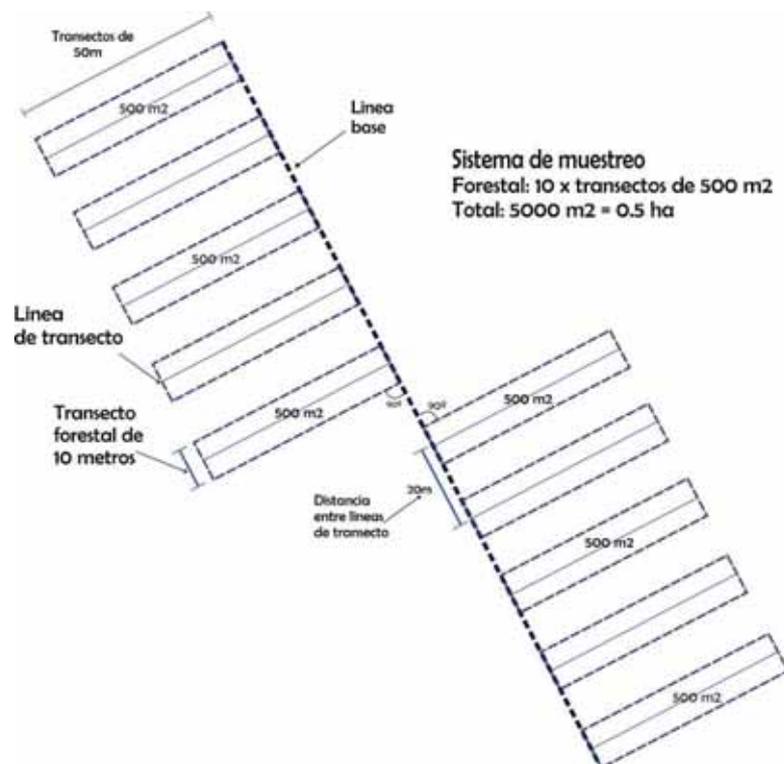
contrario a estas primeras (90° en sentido contrario) para así tener una mayor homogeneidad de datos y evaluación de los transectos (Phillips *et al.* 2001).

Figura 4: Diseño de fajas de muestreo que conforman el transecto.



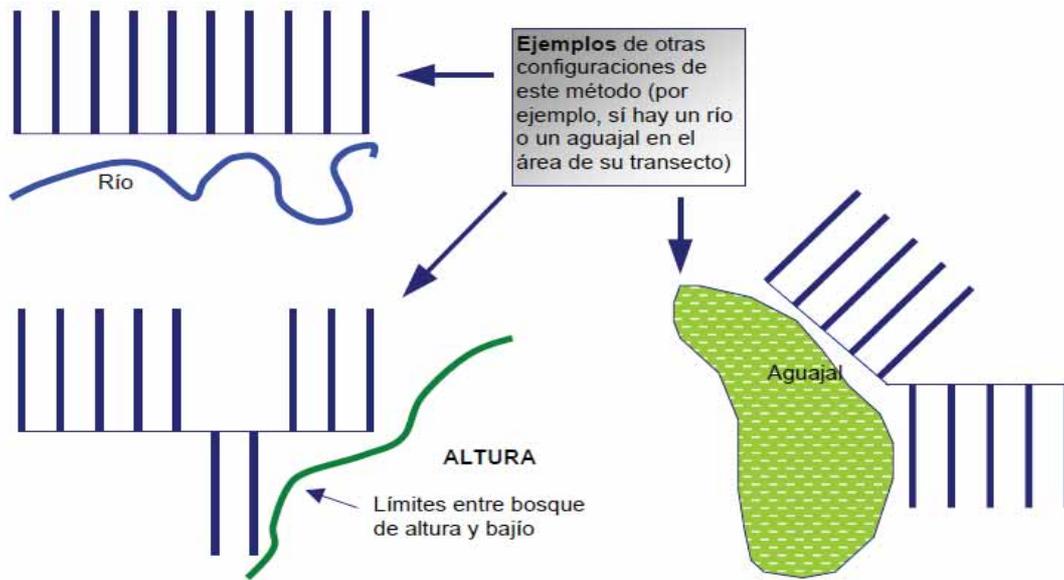
Fuente: Adaptado de, manual del campo, evaluaciones botánicas y forestales, y evaluación del impacto sobre los recursos del bosque por las poblaciones locales (Phillips *et al.* 2001).

Figura 5: Sistema de muestreo en Transectos para la evaluación forestal.



Fuente: Adaptado de, manual del campo, evaluaciones botánicas y forestales, y evaluación del impacto sobre los recursos del bosque por las poblaciones locales (Phillips *et al.* 2001).

Figura 6: Ejemplos de configuraciones de acuerdo a la topografía y presencia de cuerpos de agua adyacentes al área de muestreo.



Fuente: Manual del campo evaluaciones botánicas y forestales, y evaluación del impacto sobre los recursos del bosque por las poblaciones locales (Phillips *et al.* 2001).

3.2.1.1. Número de unidades muestrales

El tamaño de la muestra se refiere al número de unidades muestrales o transectos en este caso, mínimamente requeridas para realizar la evaluación en cualquier metodología propuesta. Estas unidades muestrales fueron distribuidas en el tipo de vegetación resultante de la subdivisión de las unidades del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, de manera proporcional al tamaño de la superficie total a evaluar. (MINAM, 2015)

Para el cálculo del tamaño mínimo de la muestra, se utilizó la siguiente ecuación (versión modificada de la ecuación propuesta en los “Lineamientos para elaborar el Plan General de Manejo Forestal”) para concesiones forestales con fines maderables, aprobado por la Resolución Jefatural N.º 109-2003-INRENA.

$$N = a + b(S)$$

N = superficie total de la muestra

S = superficie total a evaluar del área del proyecto (ha)

$a = 5$

$b = 0.001$

Para la zona en estudio se cuenta con una superficie de 800 ha aproximadamente, aplicando la fórmula antes mencionada se obtiene un valor de 5.8 ha, este valor se refiere al tamaño mínimo que deben abarcar la sumatoria de las unidades muestrales, que este caso abarcan un total de 0.5 hectáreas; sin embargo, la zona de estudio forma parte de una fisiografía bastante accidentada, donde se evidencian zonas de accesibilidad casi nula, por las fuertes pendientes y zonas rocosas las cuales forman parte de del Pongo de Maenique, además el cauce del río Urubamba transcurre por allí, razones por la cual, la superficie de muestreo se vio reducida, habiéndose evaluado un total de 4.5 Ha, divididas en 9 transectos de 500 m² cada uno.

3.2.2. Levantamiento y evaluación de datos forestales

Para el levantamiento de los datos forestales, se empleó tablas y fichas (ver tabla 7) modificadas, propuestas por Phillips *et al.* (2001), en el cual se registró todos los individuos de *Cedrelinga cateniformis* al igual que los datos que se obtuvo en las unidades muestrales, como figura a continuación.

Tabla 7. : Modelo de fichas para el registro de datos forestales.

Ficha de datos forestales						
Datos forestales: especies claves						
Sitio:		Número de transecto:				
Línea o faja (/10): de 10x 50 m:		Estado de intervención del bosque:				
Personal:			Fecha:			
N°	Especie Clave	Etapa de Desarrollo, 1, 2, 3, M,C	Altura		DAP	Iluminación de la copa
			Altura Comercial	Altura Total		
1						
2						
n						

(1 = Planton, 2 = juvenil , 3 = adulto, M= Muerto natural, C = Muerto cortado)

Fuente: Modificado de, manual del campo, evaluaciones botánicas y forestales, y evaluación del impacto sobre los recursos del bosque por las poblaciones locales (Phillips *et al.* 2001).

3.2.3. Variables poblacionales para la evaluación y análisis del bosque

3.2.3.1. Determinación de la densidad poblacional.

La densidad se refiere a la abundancia por unidad espacial (superficie o volumen). A menudo resulta aspectos fundamentales como la competencia por los recursos. La densidad de población se puede expresar de distintas formas, usualmente como:

- Número de individuos por unidad espacial.

En el presente estudio se instalaron transectos con un área acumulada de 0.5 ha en el cual se contabilizó todos los individuos de *Cedrelinga cateniformis*, posteriormente se aplicó la siguiente fórmula (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

$$D = \left(\frac{N}{A} \right)$$

Donde:

D= densidad de la población (indiv/ha)

N= número de individuos registrados

A= Área total de la zona de muestreo (ha)

3.2.3.2. Evaluación de la estructura de la población.

Para la evaluación de la estructura de las poblaciones, de igual manera, se realizó dentro de los transectos ya fijadas, para lo cual se tomó la medida de los siguientes criterios:

- Altura (m)
- Estado de crecimiento del individuo
- Iluminación de la copa
- Diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm)

A. Altura

La altura es una variable muy importante que se mide a las diferentes formas de vida vegetal: árboles, palmeras, arbustos, cañas, suculentas y herbáceas. Siendo este el caso referido al estudio de árboles, se tomaron los siguientes datos, con la ayuda del Clinometro Suunto:

a) **Altura total**

Es la medida considerada desde el suelo hasta la cima de su copa o corona.

b) **Altura comercial**

Es la medida del árbol desde el suelo hasta el inicio de la ramificación. Se utiliza para estimar el volumen maderable, biomasa y carbono del vuelo.

B. Estado de crecimiento del individuo

Para la determinación del estado de crecimiento se tomaron parámetros establecidos en función a la altura y el DAP, se podrán identificar los siguientes estados:

- **Árbol adulto** (de ≥ 25 cm DAP).
- **Juvenil** (≥ 5 cm y < 25 cm DAP).
- **Plantón / Brinzal** (≥ 10 cm altura y < 5 cm DAP).
- **Muerto natural**
- **Muerto cortado**

(FAO, 2009)

C. Iluminación de la copa

Referida a la iluminación directa que recibe la copa, esta fue determinada con la ayuda de un binocular de diez aumentos 10x con observación directa. Pudiendo identificarse 5 tipos de individuos.

- **Emergente:** Copa completamente libre, recibe luz directa, vertical y horizontal.
- **Plena vertical - dominantes:** La copa está completamente libre hacia arriba, recibe luz directa vertical no más.
- **Vertical parcial - codominantes:** Copa parcialmente libre hacia arriba, recibe poca luz directa vertical.

- **Iluminación oblicua - intermedios:** Copa parcialmente cubierta, recibe luz directa lateral no más (cerca de un claro).
- **Nada directa - suprimidos:** Copa completamente cubierta, no recibe luz directa

D. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Se midió el diámetro (DAP) en el punto óptimo de medida (POM), esta medida consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia circunscrita al hacer un corte horizontal en el troco. Usualmente y según la bibliografía esta medida se toma a una altura de 1.30 m.

El DAP fue medido, utilizando una cinta métrica, la cual mide el perímetro o longitud de circunferencia y que, a partir de ella, se pueden hacer los cálculos respectivos.

Dado a que no se midió directamente el diámetro, sino el perímetro de la sección del tronco en el punto óptimo de medida, se aplicó la fórmula de la longitud de circunferencia (LC) para luego obtener el valor del diámetro (D):

$$D = \frac{LC}{3.1416}$$

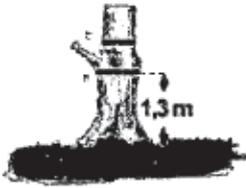
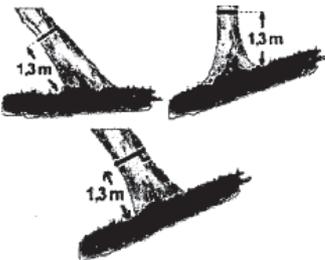
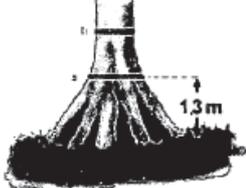
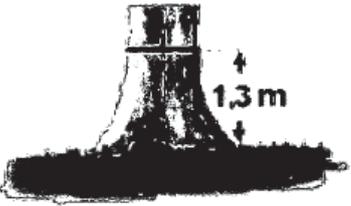
Donde:

D= Diámetro del fuste

LC= Longitud de la
Circunferencia

En la naturaleza, existen modificaciones naturales con las que cuentan algunas especies, sobre todo las que tienen alturas considerables, además de algunas situaciones en el que el DAP, no es posible medirlo a una altura de 1.30 metros, es así, que en este caso se emplea el término del punto óptimo de medida (POM) el cual se emplea en los siguientes casos:

Tabla 8: Descripción de casos especiales en donde se cambia el POM (punto óptimo de medida).

<p>Deformidades: si el árbol tiene un tallo con deformidad mayor a los 1.3 m de altura, medir 2 cm abajo de la deformidad (Condit 1998), o 50 cm arriba de la deformidad. Registrar la altura del POM.</p>	
<p>Pendientes y árboles caídos o inclinados Inclinados: La medida a la altura de pecho siempre es calculada en el lado cuesta abajo del árbol (B), y los árboles caídos o inclinados deben ser siempre medidos a 1.3 m de altura al lado que está más cerca del suelo.</p>	
<p>Tallos múltiples: todos los tallos \geq a 10 cm a 1.3m son medidos y registrados. Luego convertir al equivalente de una sola área basal.</p>	
<p>Raíces Tablares: Si el árbol presenta tablonces a los 1.3 m, medir el tallo a 50 cm arriba del tope del tablón (Condit 1998). Registrar la altura del POM.</p>	
<p>Rebrotos: El tallo principal y los rebrotos de tallos de árboles quebrados pero parados o los individuos caídos son medidos a los 1.3 m desde la base del tallo. Un individuo de rebrote es incluido solo cuando los rebrotos miden más de 1.3 m desde la base del tallo.</p>	
<p>Árboles acanalados o surcados: Árboles que son enteramente acanalados o surcados deben ser medidos a los 1.3 m.</p>	

Árboles grandes: una escalera es muy útil para alcanzar el POM de árboles grandes. Si el POM no puede ser alcanzado, entonces el diámetro debe ser medido con un relascopeo o una cámara digital o una estimación visual como último recurso.



Fuente: (Pallqui, 2013)

Cuando se trate de individuos de porte bajo, la medición del diámetro del tallo o tronco se hará al inicio de su ramificación y no a partir de 1,30 m de altura. En el caso específico de brinzales, se tendrá en cuenta la altura promedio de los individuos, ya que el diámetro del tallo no es representativo por ser individuos de un porte muy bajo.

3.2.4. Cuantificación de la biomasa aérea almacenada (AGB- Above Ground Biomass)

3.2.4.1. Estimación de la cantidad de Biomasa aérea individual.

La biomasa aérea se estimó para cada árbol en base a la ecuación alométrica propuesta por Chave *et al.* (2014), la cual está en función al: Diámetro (D), altura (H) y a la densidad específica de madera de la especie (p).

Para el presente estudio se utilizó, una densidad promedio de 0.46 gr/cm³ (Zanne, *et al.* 2009) y los valores de altura y diámetro del individuo fue obtenido en campo.

$$AGB = 0.0673 * (P_i D_i^2 H_i)^{0.976}$$

Donde:

AGB : Cuantificación de la biomasa

P : Densidad de la madera

D : Diámetro a la altura del pecho

H : Altura

(Chave *et al.* 2014)

3.2.4.2. Estimación del Stock de Biomasa Aérea Total (T ha⁻¹)

$$AGB = \sum_i AGB_{est}/Área$$

Se estima como la sumatoria de la biomasa arbórea de todos los árboles de la parcela, donde:

AGB_{est} : Biomasa arbórea sobre el suelo

Área : Tamaño de la parcela en hectárea.

Fuente: (Honorio et al., 2015)

3.2.4.3. Estimación de la cantidad de carbono

Se asume que el contenido de carbono corresponde al 50% de la biomasa de los árboles vivos (MacDicken 1977; Clark *et al.* 2001; Malhi *et al.* 2004; Chave *et al.* 2005; Aragão *et al.* 2009, etc.), por lo que se sugiere usar el factor de 0,5 para transformar la biomasa aérea a contenido de carbono.

Teniendo estos antecedentes y habiéndose hallado anteriormente el stock de biomasa aérea total (T ha⁻¹) para cada transecto, se procedió a obtener el producto de este valor multiplicándolo por 0,5, del cual se obtuvo la cantidad de carbono total por transecto en T C ha⁻¹.

3.2.5. Estimación del volumen de madera (Vc)

El volumen se calculó teniendo en cuenta el diámetro (DAP), altura comercial y el coeficiente de forma de 0,65, según la siguiente fórmula (INRENA, Mostacedo & Fredericksen, 2000; Sangama, 2017; Caceres, 2017):

$$Vc = AB * Hc * Ff$$

Dónde:

Vc = Volumen (m³)

AB = Área Basal (m²)

Hc = Altura comercial (m)

Ff = Factor de forma (0,65)

3.2.5.1. Estimación del área basal (AB)

La estimación del área basal se usa generalmente en los estudios forestales, puesto que, con otros parámetros, como la densidad y altura, brindan un estimado del rendimiento maderable de un determinado lugar. Para el presente estudio se utilizó el DAP, y se procedió a calcular el área basal (AB) para cada individuo empleando la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} * (DAP)^2$$

Dónde:

AB = Área Basal (m²)

π = 3.1416

DAP = Diámetro a la altura del pecho (m)

Fuente: (Mostacedo & Fredericksen, 2000)

3.2.6. Tratamiento estadístico y software usados

Los gráficos estadísticos primarios, para la interpretación fueron obtenidos en tablas (Excel 2013). Los estadísticos complejos se calcularon mediante el ingreso de datos en el Software IBM SPSS Statistics, vers. 22, para la obtención del diagrama de cajas, y realizar las pruebas de normalidad, y análisis de varianzas para el caso de los datos de densidad poblacional, estimación de la biomasa aérea, carbono almacenado y volumen de madera.

3.2.6.1. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal

Las pruebas de bondad de ajuste se utilizan para contrastar si los datos de la muestra pueden considerarse que proceden de una determinada distribución o modelo de probabilidad (Romero, 2016; Pedroza et al. 2014), en el presente estudio al contar con un tamaño poblacional menor a 50, de individuos registrados como adultos y juveniles, por lo que se recomienda utilizar la prueba de normalidad Shapiro Wilk debido a que estas ajustan mejor con este tipo de tamaños (Droppelmann, 2018).

3.2.6.1.1. Prueba de Shapiro Wilk

Este test es una de las más consolidadas y con mayor potencia estadística entre las existentes actualmente (Arcones & Wang, 2006 citado por Pedroza et al. 2014). Para evaluar la normalidad que presentan los datos se puede realizar a través de los métodos numéricos dentro de los que se encuentran el test de Shapiro Wilk (Droppelmann, 2018), aplicado cuando el tamaño muestral es igual o inferior a 50. La interpretación que se da a esta prueba es que, si el valor de la Sig. es mayor o igual a 0,05 sí existe normalidad y si es menor la distribución es no normal, con una confianza al 95%.

3.2.6.2. Análisis de Varianza (ANOVA)

Los modelos de ANOVA son técnicas de Análisis Multivariante de dependencia, que se utilizan para analizar datos procedentes de diseños con una o más variables independientes cualitativas y una variable dependiente cuantitativa (Ordaz, Melgar & Rubio, 2010).

3.2.6.2.1. Análisis de Varianza de un factor (ANOVA de un factor)

El análisis de la varianza de un factor se utiliza para comparar el valor medio de una variable dependiente cuantitativa en varios grupos, que se diferencian por los niveles del factor considerado (Ordaz, Melgar & Rubio, 2010). En este caso se aplicó esta prueba, con el afán de analizar estadísticamente si existe diferencia significativa entre las medias de los valores de: biomasa aérea, carbono almacenado y volumen de madera, entre los 9 transectos evaluados. La interpretación que se da a esta prueba se da de la siguiente manera, si el valor de la Sig. es mayor o igual a 0,05, se asume que sí existe diferencia significativa entre los transectos y si es menor no existe diferencia significativa entre las medias del valor evaluado entre los transectos, esto con un nivel de confianza al 95%.

3.2.6.3. Análisis de conglomerados (Cluster Analysis)

El Análisis Cluster, conocido como Análisis de Conglomerados, es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos (De La Fuente, 2011), se empleó este procedimiento para la agrupación de las variables de estructura poblacional, tales como: densidad poblacional, área basal, iluminación de la copa, clases diamétricas y altimétricas, correspondientes de los 9 transectos evaluados.

De esta manera el Cluster Analysis nos permite tomar en cuenta todos estos datos, analizarlos conjuntamente y obtener de manera gráfica la similitud que pueda existir entre los 9 transectos evaluados.

Para lograr agrupar cada grupo se necesita una forma de medir la diferencia o semejanza entre variables por transecto, la forma en que generalmente se realiza es, en términos de la distancia entre cada par de casos; cuando la distancia es menor se considera que los casos son más parecidos entre sí; para este caso, se procedió a hallar las distancias euclidianas, refiriéndose este, la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores de dos casos para cada variable (De La Fuente, 2011), este procedimiento se realizó en el programa R studio vers. 3.5.2, y debido a la variación de los datos en dígitos, todos los datos fueron normalizados, aplicando la función de Normalización en Excel 2013 (ver anexo 7), para luego proceder al análisis y obtener la matriz de distancias euclidianas; el cálculo de estas distancias euclidianas se realiza para mostrar el grado de similitud o lejanía entre un transecto u otro, teniendo en cuenta una o varias variables, en este caso las que fueron evaluadas para describir la estructura del bosque, posteriormente se procedió a graficar dendrogramas en el mismo software, para establecer el grado de similitud existente entre los transectos.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Densidad poblacional

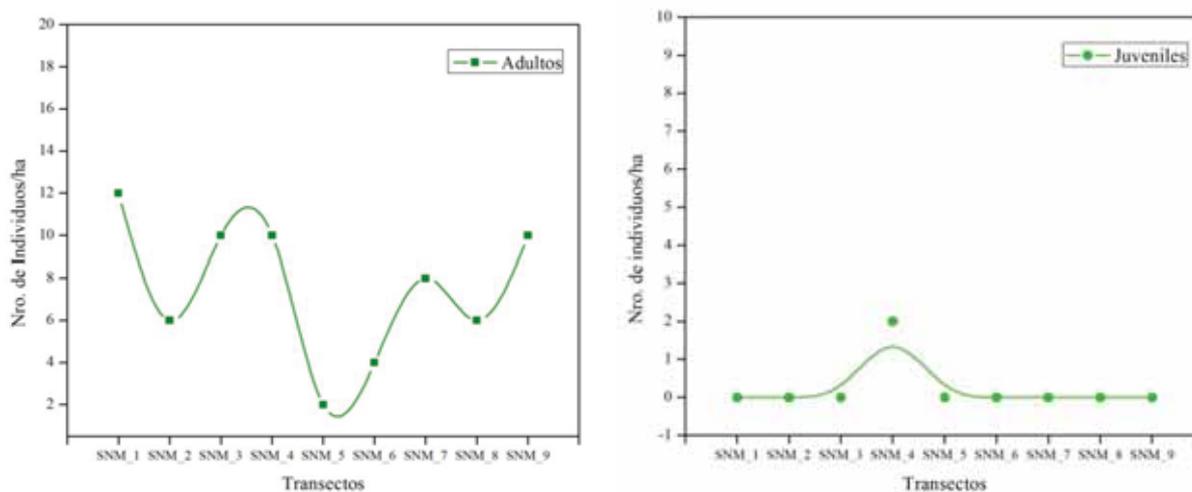
Los resultados recopilados corresponden a la evaluación de 9 transectos, correspondiente a un total de 4.5 ha.

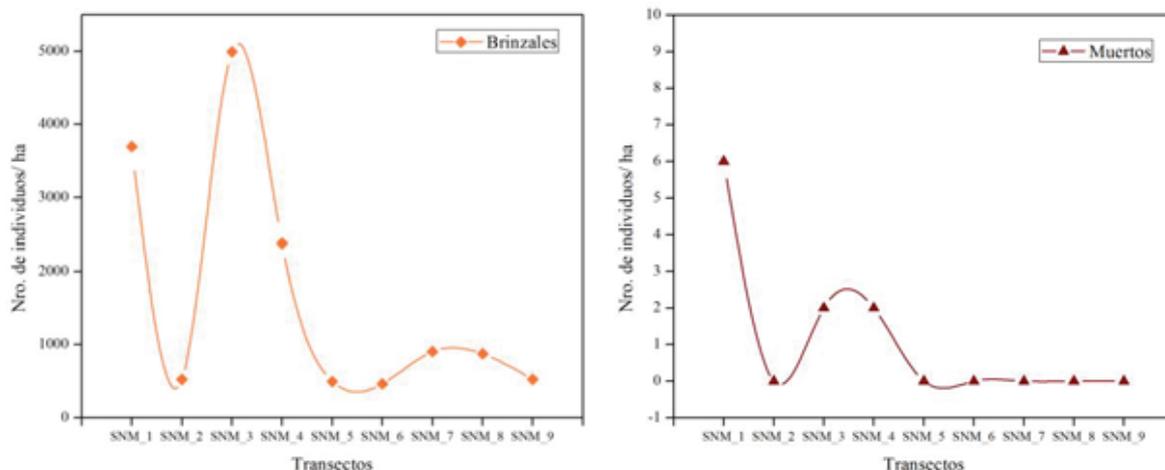
Tabla 9: Número de individuos registrados según transectos.

TRANSECTO	ADULTOS	JUVENILES	BRINZALES	MUERTOS	TOTAL	ÁREA TOTAL (m ²)
SNM_1	6	0	1,848	3	1,857	5000
SNM_2	3	0	262	0	265	5000
SNM_3	5	0	2,496	1	2,502	5000
SNM_4	5	1	1,190	1	1,197	5000
SNM_5	1	0	248	0	249	5000
SNM_6	2	0	232	0	234	5000
SNM_7	4	0	452	0	456	5000
SNM_8	3	0	437	0	440	5000
SNM_9	5	0	263	0	268	5000
PROMEDIO ±D.E.*	7.5 ±1.64	0.2	1,650.66 ±835.09	1.1 ±1.01		1 ha*
TOTAL	34	1	7,428	5	7,468	4.5 ha

* Se realizó el cálculo de la densidad poblacional para 1 ha (10 000 m²)

Figura 7: Densidad poblacional según estado de desarrollo.





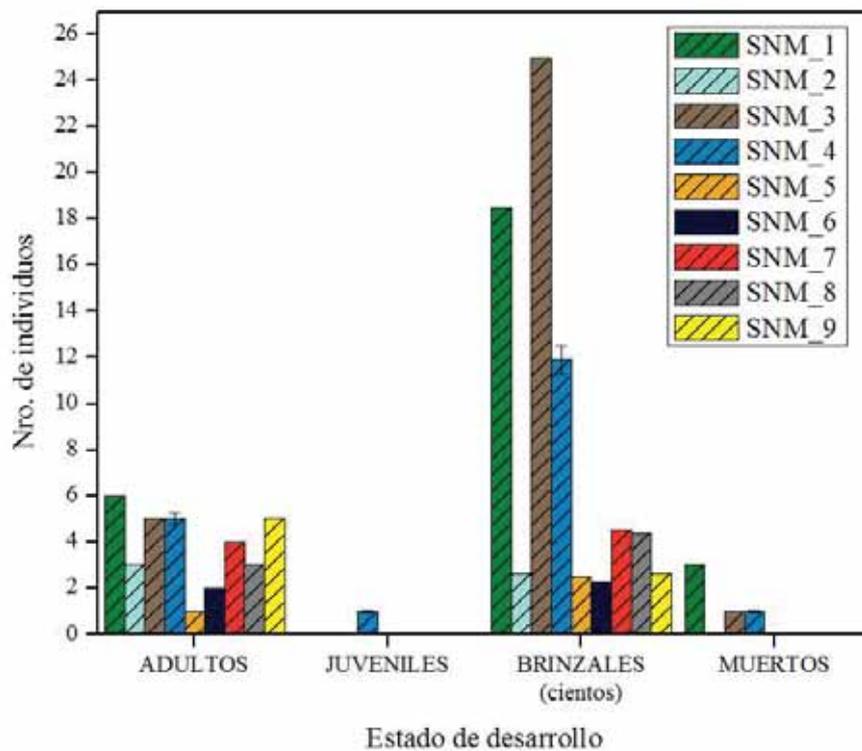
Según la tabla 9 y la figura 7, los brinzales o plántulas correspondientes a estados de desarrollo iniciales, son los que cuentan con densidades poblacionales altas con un promedio de 1650.66 ± 835.1 indv/ha, llegando a un máximo valor de 2,496 individuos en el transecto SNM_3 del sector Toteroato y con un valor mínimo de 232 individuos en el transecto SNM_6 del sector Yoyato, mostrando así, una variación considerable en el número de individuos encontrados pertenecientes a esta categoría. Los individuos denominados juveniles son los que cuentan con densidades poblacionales bajas casi nulas, habiéndose encontrado solo un individuo entre los transectos, en el cual se tiene un promedio de 0.22 indv/ha, para este caso suponen que, la gran cantidad de brinzales que logran germinar y desarrollar, no logran continuar su crecimiento hasta alcanzar un DAP ≥ 5 cm. Se observa que el valor de la desviación estándar es mayor en este caso a la media o promedio obtenido, esto debido a la ausencia en el registro de individuos de esta categoría, la presencia de valores extremos o una gran dispersión en cuanto a los datos registrados, siendo una peculiaridad en la forma de la distribución, como una distribución anormal.

Los árboles adultos de *Cedrelinga cateniformis* se registraron en todos los transectos evaluados con una densidad poblacional promedio de 7.5 ± 1.64 indv/ha, alcanzando valores máximos de 6 individuos y valores mínimos de 1 individuo por transecto, siendo estos últimos de mayor importancia debido a que los brinzales se originan a partir de su semilla dispersada y el éxito que pueden tener estas frente a las adversidades climáticas, edáficas y biológicas (propias de la planta o externas) dependen de la calidad y cantidad de semilla producida por árboles adultos. Los individuos que se encontraron muertos alcanzaron una densidad poblacional promedio de 1.1 ± 1.01 indv/ha, todos por muerte

natural, se evidenciaron en tres de los nueve transectos, teniendo valores máximos de 3 individuos correspondientes al transecto SNM_1, y valores mínimos iguales a cero, en 6 de los 9 transectos evaluados. Al igual que para el caso de individuos juveniles Se observa que el valor de la desviación estándar es escasamente menor en este caso a la media o promedio obtenido, esto debido a la ausencia en el registro de individuos de esta categoría, y a la presencia de valores extremos, lo cual es corroborado en la figura 7.

El escaso sotobosque existente en gran parte de los transectos, indica que los bosques evaluados han sufrido intervención antrópica de manera poco agresiva evidenciándose solo turismo y recorrido de los guardaparques en sus patrullajes diarios, no existiendo evidencia de actividades de ganadería, agricultura y extracción forestal, Por lo cual se puede inferir que, los individuos de *Cedrelinga cateniformis* forman parte de un bosque natural poco perturbado dentro del Santuario Nacional Megantoni.

Figura 8: Individuos encontrados en los nueve transectos evaluados.



Como se muestra en la figura 8, la distribución de los individuos se realiza de manera relativamente uniforme; en cuanto a los individuos categorizados como adultos, juveniles y muertos, la variación no es de cifras muy considerables; se ha evidenciado en campo que por ejemplo, la presencia de individuos adultos garantizan la presencia de brinzales o plántulas y que esta cifra debería incrementar con el número de adultos, mas no se

corroborar esta aseveración, en algunos transectos como el SNM_1, el consta con la mayor cantidad de adultos (6), ocupa un tercer lugar en el número de brinzales.

Los individuos categorizados como brinzales, sufre una variación considerable entre los diversos transectos, realizando un relación adulto - brinzal se puede obtener valores que van desde 1:500 a 1:116, traduciendo estos valores, por ejemplo dentro del transecto SNM_3, por cada árbol adulto encontrado existe un valor promedio de 500 plántulas, que por el contrario dentro del transecto SNM_6, los valores promedios de brinzales por cada adulto disminuyen a 116 individuos, es importante mencionar la contabilización de estas cifras se ha realizado en un área de 5000 m² divididas en 10 fajas de 500 m² cada una.

4.1.1.1. Pruebas de normalidad aplicada a la densidad poblacional

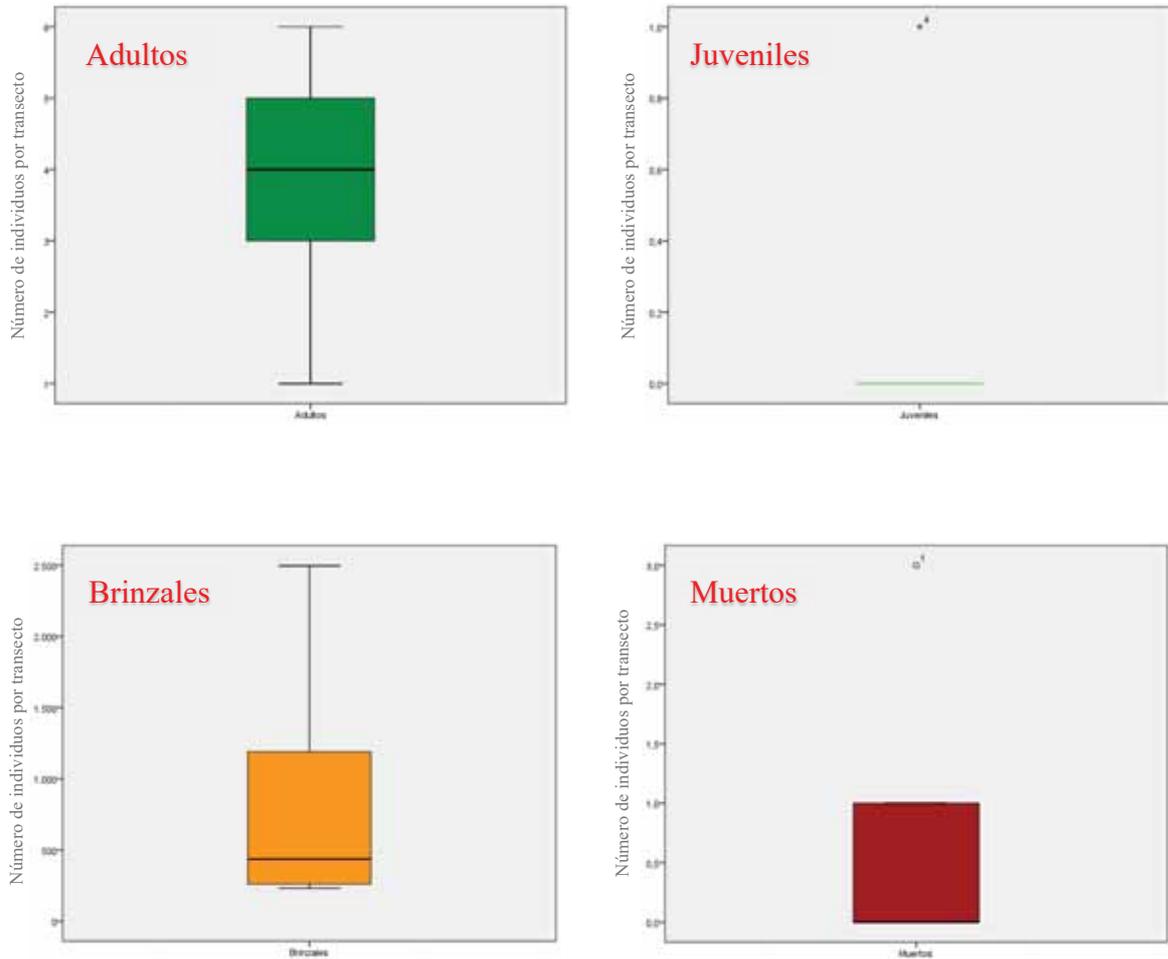
Para poder entender de manera estadística la variación de los datos dentro de los transectos evaluados se realizaron pruebas de normalidad.

Tabla 10: Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk según estado de desarrollo de los 9 transectos evaluados.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Adultos	0,941	9	0,588
Juveniles	0,390	9	0,000
Brinzales	0,756	9	0,004
Muertos	0,637	9	0,000

Según la tabla 10, las pruebas de normalidad aplicadas para los nueve transectos nos arrojan diferentes valores, es así que, para los individuos categorizados como adultos, el valor de sig. es igual a 0.588 el cual es mayor a 0.05, ya que se trabajó a un 95% de confianza, por lo cual se acepta la hipótesis nula, de la cual se puede afirmar que los individuos adultos de *Cedrelinga cateniformis* encontrados en los nueve transectos siguen una distribución simétrica o normal lo cual es corroborado por las desviaciones estándar encontradas para estas categorías, lo cual esta corroborada también por el diagrama de cajas correspondientes a la figura 9.

Figura 9: diagrama de cajas en base a la densidad poblacional de *Cedrelinga cateniformis* por estado de desarrollo en los transectos evaluados.



Los individuos categorizados como brinzales, juveniles y muertos, según la tabla 10, poseen valores de sig. de 0.04 (brinzales) y menores a 0.001 (juveniles y muertos), tomando así la hipótesis alterna o del investigador, pudiéndose afirmar que, estos individuos de *Cedrelinga cateniformis* de estas tres categorías siguen una distribución asimétrica; esta afirmación se puede evidenciar claramente en los diagramas de cajas del grafico anterior, teniendo así por ejemplo, para la categoría de brinzales una fuerte tendencia de datos entre los 400 - 1100 individuos, y teniendo valores máximos cercanos a 2500 individuos. Los diagramas para Juveniles e individuos muertos, muestra valores atípicos los cuales están destacados con simbologías como un círculo y una estrella, estos valores están lejos a la media razón por la cual, los datos tienen una distribución asimétrica.

Si bien a partir de los datos obtenidos para hallar la densidad poblacional se puede expresar en valores estadísticos y en base a esta información se puede afirmar que un transecto es similar a otro, como por ejemplo en la cantidad de adultos que se pueden

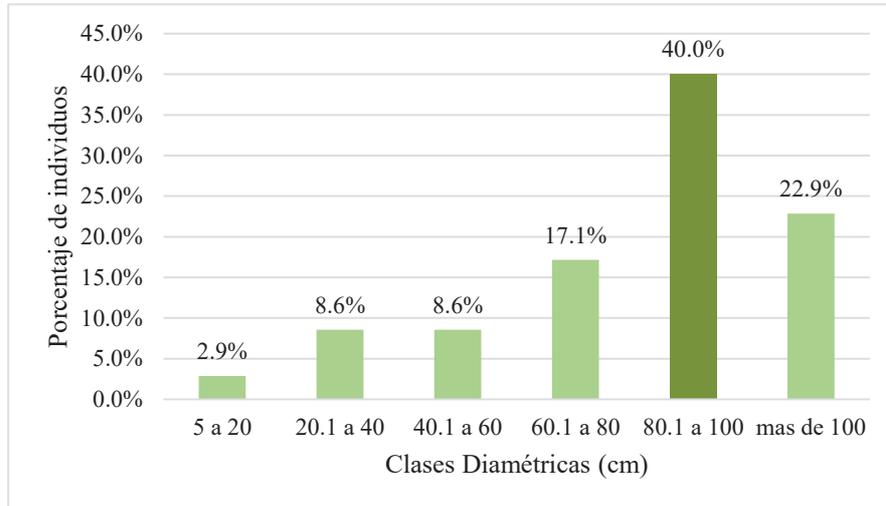
encontrar, esta información cuenta con vacíos. Específicamente en esta categoría de árboles adultos de *Cedrelinga cateniformis*, cuentan con valiosa información para explicar el comportamiento en cuanto a la densidad poblacional y estructura de estos bosques con presencia de esta especie, debido a que esta información es muy variable y cuenta con un rango amplio de valores que se pueden recopilar, es así por ejemplo que individuos con individuos con DAP cercanos a 25 cm e individuos con DAP cercanos a 100 cm, ambos son categorizados como adultos; sin embargo, el rol y la influencia que tienen tanto intra como inter-poblacional en el bosque es muy distinto.

4.1.2. Estructura poblacional

4.1.2.1. Clasificación diamétrica y altimétrica

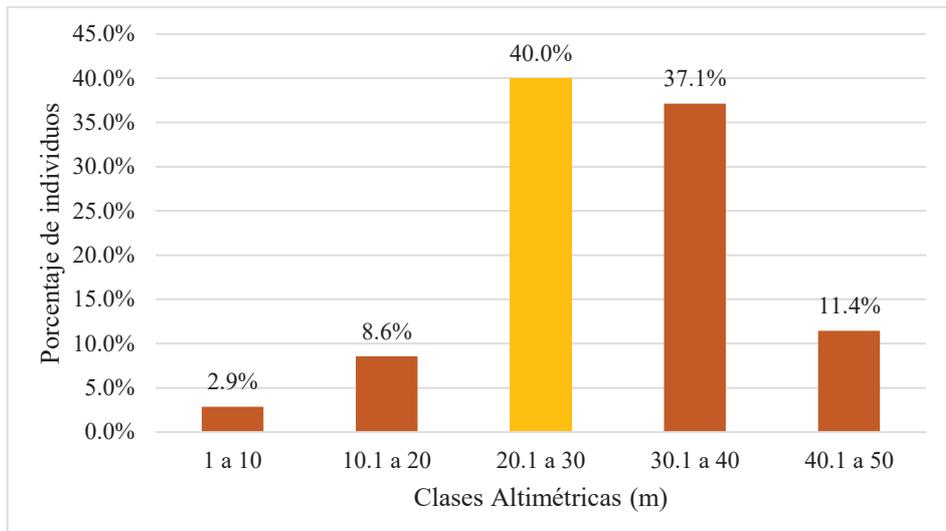
Teniendo en cuenta que los números dentro de cada transecto son variables, la conformación de qué tipo de individuos según el DAP y la altura del individuo pueden dar una visión más acertada en cuanto a la estructura de los individuos de *Cedrelinga cateniformis* dentro de los bosques naturales del Santuario Nacional Megantoni.

Figura 10: Clases diamétricas de individuos adultos y juveniles de *Cedrelinga cateniformis* encontrados en bosques de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



La clase diamétrica que más individuos incluyó fue la de 80.1 a 100 cm, ocupando un 40% del total de individuos evaluados, seguida de aquellos con diámetros mayores a 100 cm; al otro extremo con diámetros inferiores que van desde 5 cm hasta 20 cm solo ocupan el 2.9%.

Figura 11: Clases altimétricas de individuos adultos y juveniles de *Cedrelinga cateniformis* encontrados en bosques de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.

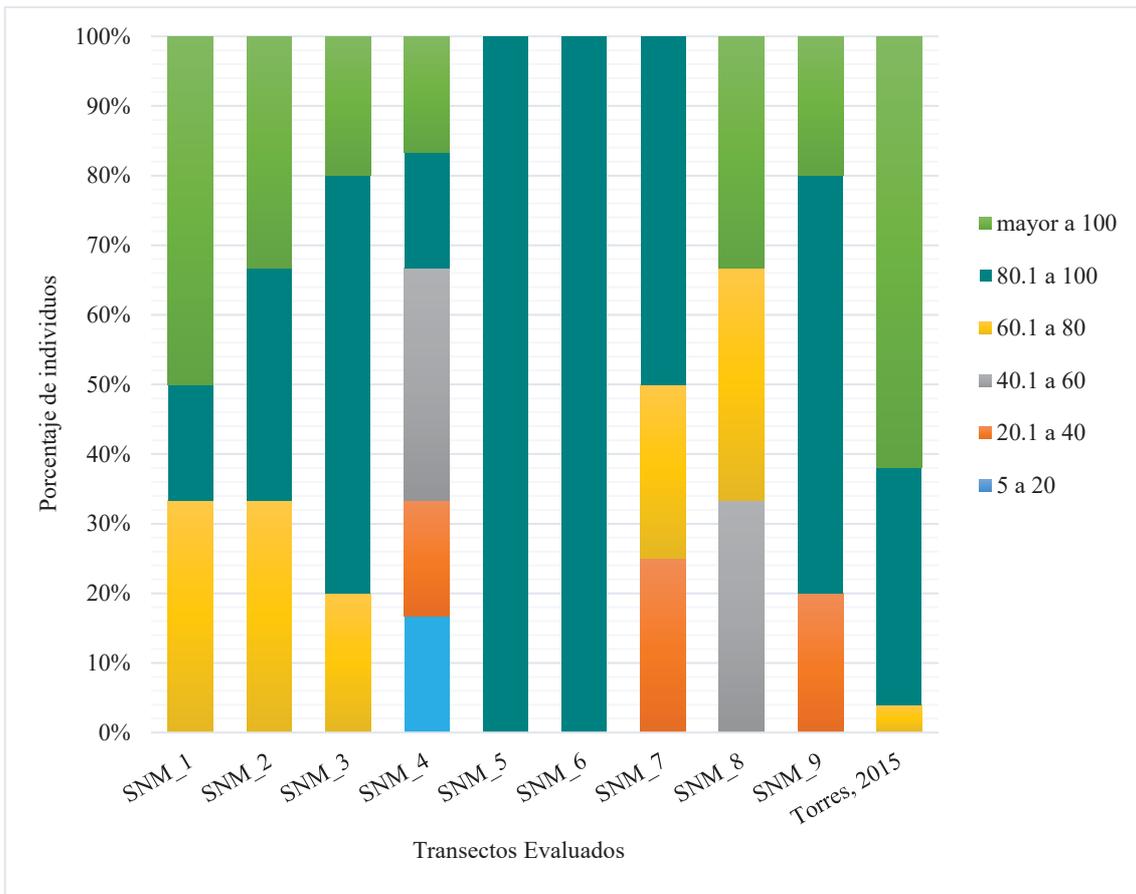


Los individuos de *Cedrelinga cateniformis* fácilmente pueden alcanzar los 50 metros de altura (Baluarte & Alvarez, 2015). En el presente trabajo, según los datos obtenidos los individuos *Cedrelinga cateniformis* correspondientes a bosques naturales del Santuario Nacional Megantoni, un 40% del total tienen alturas entre 20.1 - 30 metros, seguidas por clases altimétricas entre 30.1 - 40 metros ocupando un 37.1% del total de individuos.

El análisis de datos dentro de la figura 10, se realiza una comparación de los 9 transectos evaluados. Cada color representa una clase diamétrica, la cual constituye un porcentaje del total de árboles evaluados para cada área. Es así que, la clase diamétrica comprendida entre 80.1 - 100 cm, está presente en ocho de los nueve transectos evaluados, ocupando inclusive el 100% de individuos con esta categoría dentro de los transectos SNM_5 y SNM_6; seguidamente en segundo lugar, la clase diamétrica comprendida entre los valores DAP mayores a 100 cm son los que se encuentran en 6 de los nueve transectos evaluados. Torres (2015), muestran similitud de datos habiendo registrado, mayor porcentaje individuos con clases diamétricas entre mayores a 100 cm seguidos de aquellos individuos con diámetros entre 80.1 a 100 cm.

Asumiendo la presencia de árboles con similares características diamétricas se puede afirmar una similitud entre los nueve transectos; sin embargo, existen otras características que forman parte de estos bosques, los cuales se deben tomar en cuenta y se describirán posteriormente.

Figura 12: Distribución porcentual de clases diamétricas de individuos de *Cedrelinga cateniformis*, comparados en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



La distribución de las clases diamétricas en los 9 transectos grafica líneas con cierta similitud entre los transectos, en el cual se evidencian valores altos para individuos de bajos diámetros, seguidos de diámetros que tiene valores entre 80.1 a 100 cm. De manera general para la mayoría de los transectos las líneas grafican una “J” invertida (ver figura 13 y figura 14) por lo cual se afirma que los transectos evaluados poseen individuos jóvenes (plántulas) de *Cedrelinga cateniformis* con diámetros, y que sin embargo la ausencia de individuos con diámetros intermedios (juveniles) supone una baja densidad poblacional lo cual repercutirá en un futuro en la sucesión natural y supervivencia de la especie en estudio.

Figura 13: Clases diamétricas vs total de número de individuos de *Cedrelinga cateniformis*, comparados en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.

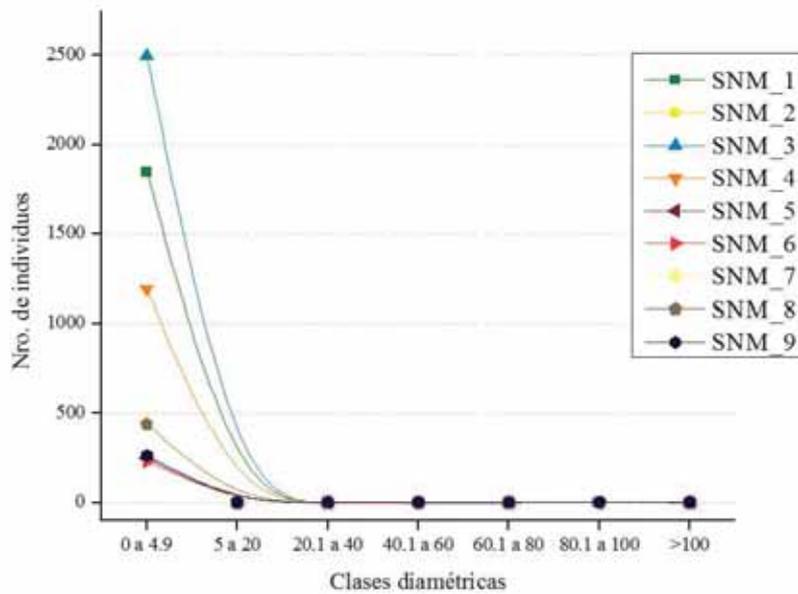
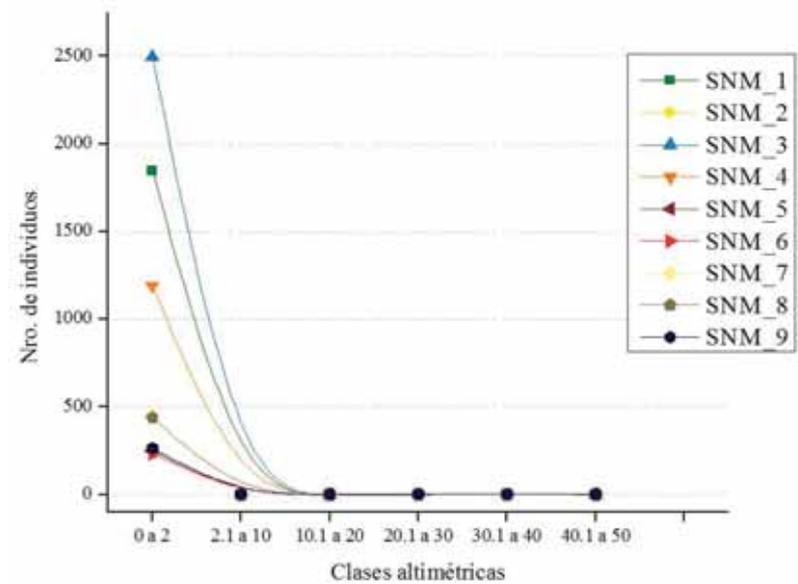


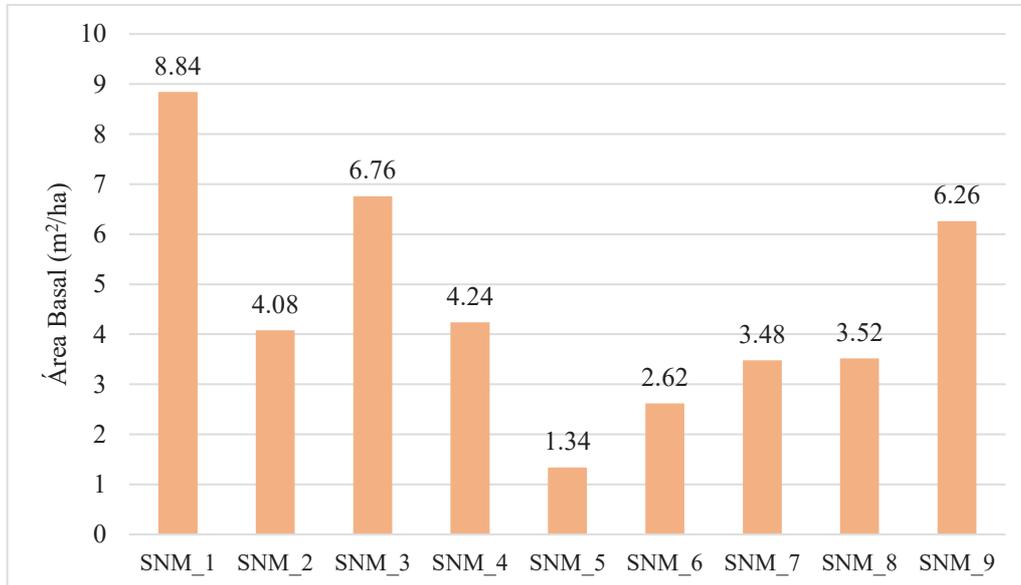
Figura 14: Clases altimétricas vs total de número de individuos de *Cedrelinga cateniformis*, comparados en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



De igual manera la clasificación altimétrica arroja un gráfico con gran similitud a cuando se empleó valor de DAP; dentro de los bosques evaluados se evidencian individuos de *Cedrelinga cateniformis* con tendencia a alturas menores e iguales a 2 m, seguidos de aquellos que están entre 20 y 40 metros, por lo cual se muestra un déficit de población de individuos con alturas intermedias como en el caso del diámetro, sin embargo, esta especie puede alcanzar una altura mayor incluso superar los 50 metros, lo cual nos indica

que los individuos encontrados siguen desarrollando y seguirán incrementando sus valores de altura y diámetro de su tronco.

Figura 15: Área basal de individuos adultos y juveniles de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



Los datos de área basal calculados para los 9 transectos que se observan en la figura 15, en el cual el valor máximo es de 8.84 m²/ha, el cual corresponde al transecto SNM_1 del sector Toteroto, por el contrario, el valor mínimo registrado fue de 1.34 m²/ha perteneciente al sector de Yoyato del transecto SNM_5. El promedio registrado para los 9 transectos es de 4.6 m²/ha.

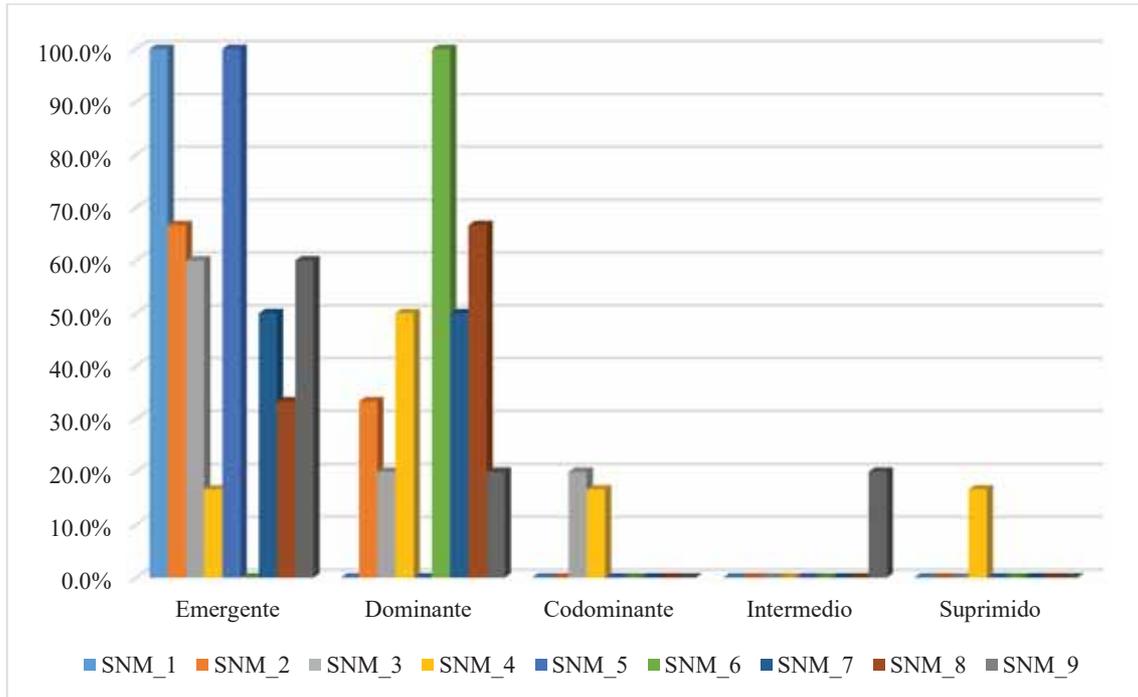
4.1.2.2. Iluminación de la copa

De igual manera, se tomó en cuenta esta característica, debido a que el tiempo de exposición y la cantidad de luz que recibe un individuo es fundamental para su desarrollo. Los individuos de *Cedrelinga cateniformis* como ya se mencionó antes, alcanzan alturas considerables (50 m) lo cual beneficia o perjudica a otros individuos, generando una competencia intra e interespecífica dentro del bosque amazónico.

Los datos obtenidos se muestran en la figura 16, en el cual se observa una tendencia de los individuos a árboles categorizados como emergentes, que inclusive ocupan el 100% de individuos en 2 transectos (SNM_1, SNM_5), a excepción del transecto SNM_6 todos los demás transectos cuentan con al menos un individuo que recibe luz directa tanto vertical como horizontalmente; consecutivamente los individuos categorizados como Dominantes son los que agrupan la segunda mayor cantidad de individuos evaluados en

los 9 transectos y por ultimo individuos con iluminación oblicua (intermedio) y nada directa (suprimidos) solo se encontró en dos transectos que ocupan un porcentajes menores o iguales a 20% del total de individuos. Los árboles emergentes son individuos que cubren un área considerable en el bosque, razón por la cual, cuando estos individuos mueren y caen, generan un claro dentro del bosque.

Figura 16: Iluminación de la copa en individuos adultos y juveniles de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos evaluados, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



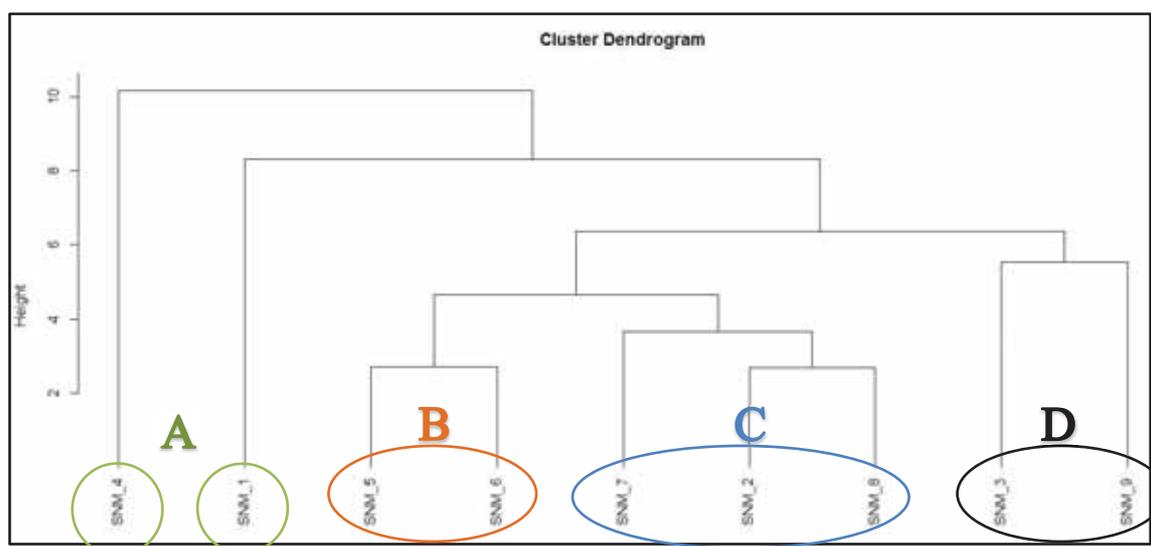
4.1.2.3. Pruebas de similitud de la estructura del bosque de *Cedrelinga cateniformis*.

Anteriormente se realizó una aproximación de este grado de similitud entre transectos, tomando en cuenta datos de manera independiente, como son la densidad poblacional (según etapa de desarrollo), las clases diamétricas, clases altimétricas, Etc. Sin embargo, estos análisis independientes arrojan un cierto sesgo, propios de esa característica, como se mencionó antes para tener una acertada visión de cuál es el grado de similitud entre los transectos se debe considerar los diversos factores, compararlos y analizarlos conjuntamente.

Tabla 11: Matriz de distancias euclidianas en base a los datos de estructura poblacional.

	SNM_1	SNM_2	SNM_3	SNM_4	SNM_5	SNM_6	SNM_7	SNM_8	SNM_9
SNM_1		5.918	5.764	10.169	8.304	8.176	7.054	6.901	7.223
SNM_2	5.918		2.582	2.828	3.950	3.379	3.670	2.692	5.662
SNM_3	5.764	2.582		1.155	6.018	5.101	4.118	5.158	5.526
SNM_4	10.169	2.828	1.155		9.583	8.647	8.272	7.940	8.854
SNM_5	8.304	3.950	6.018	9.583		2.703	4.672	4.224	6.339
SNM_6	8.176	3.379	5.101	8.647	2.703		3.353	3.351	5.734
SNM_7	7.054	3.670	4.118	8.272	4.672	3.353		3.570	4.964
SNM_8	6.901	2.692	5.158	7.940	4.224	3.351	3.570		6.348
SNM_9	7.223	5.662	5.526	8.854	6.339	5.734	4.964	6.348	

Figura 17: Cluster Analysis de la estructura del bosques naturales de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



Según la figura 17, se evidencia la formación de cuatro grupos, un primer grupo denominado A, que evidencia a dos transectos de los evaluados, SNM_4, SNM_1, ambos transectos difieren notablemente en similitud con el resto de transectos, así como entre ellos, dichos transectos registran áreas basales altas, 2.12 m² y 4.42 m² respectivamente, además poseen individuos adultos y brinzales superiores al resto de transectos, sobre todo en individuos caracterizados como brinzales, de igual manera ambos registran clases

dendrométricas de 40 a >100 cm lo cual puede generar estas diferencias en similitud con el resto de transectos evaluados.

El grupo B, categorizados por los transectos SNM_5 y SNM_6, algo característico de dichos transectos, fueron los registros de individuos mostrados en todas las etapas de desarrollo, solo registran un valor máximo de 2 individuos adultos y algunos cientos de brinzales, incluso como se explicó anteriormente, algunas de las fajas correspondientes a los transectos, no se encontraron ningún individuo de *Cedrelinga cateniformis*; llevando a obtener áreas basales bajas, llegando inclusive a un 0.67 m^2 , por otro lado las clases diamétricas y altimétricas están en un rango más limitado al poseer pocos individuos, razones por la cual, se pudo haber realizado el agrupamiento de estos dos transectos, por las características antes mencionadas. El grupo categorizado como C, agrupa la mayor cantidad de transectos, SNM_2, SNM_7 y SNM_8, dentro de este grupo, los valores tanto como de densidad poblacional, área basal, clases altimétricas y diamétricas registran valores cerca del promedio, es así que, por ejemplo se tiene valores de 2.04 m^2 , 1.74 m^2 y 1.76 m^2 respectivamente, en cuanto a las clases diamétricas registran valores en un amplio rango, de igual manera las clases altimétrica, siendo los valores de estas características los que podrían explicar este agrupamiento o similitud.

Por último, se obtuvo el grupo D, inmersos dos transectos, SNM_3 y SNM_9, los cuales comparten valores de área basal similares, 3.38 m^2 y 3.13 m^2 , individuos adultos en iguales cantidades y rangos predominante tanto en clases diamétricas y altimétricas que van desde de 80 - mayor a 100 cm para el DAP y de 20 - 40 m para la altura, explicando grado de similitud entre ambos transectos.

Los datos obtenidos a partir del Anlysis Cluster, muestran que no necesariamente los bosques evaluados de *Cedrelinga cateniformis*, cuentan con una uniformidad de datos, es más se tienen agrupamiento de dos transectos que corresponden a diferentes sectores, el caso de Oseroato (SNM_3) y Osheto (SNM_9), de igual manera en el grupo C se tienen transectos de 3 sectores, Pomoreni (SNM_7), Osheto (SNM_8) y Oseroato (SNM_2), indicando la variabilidad de la estructura de estos bosques de *Cedrelinga cateniformis*, que cuentan con valiosa información sobre esta especie y su estado actual.

4.1.3. Cuantificación de la Biomasa Aérea y el contenido de carbono almacenado (AGB)

4.1.3.1. Cuantificación de la Biomasa Aérea Almacenada

Se cuantificó la biomasa aérea almacenada en bosques naturales de *Cedrelinga cateniformis* del Santuario Nacional Megantoni, en nueve transectos con un total de 4.5 ha.

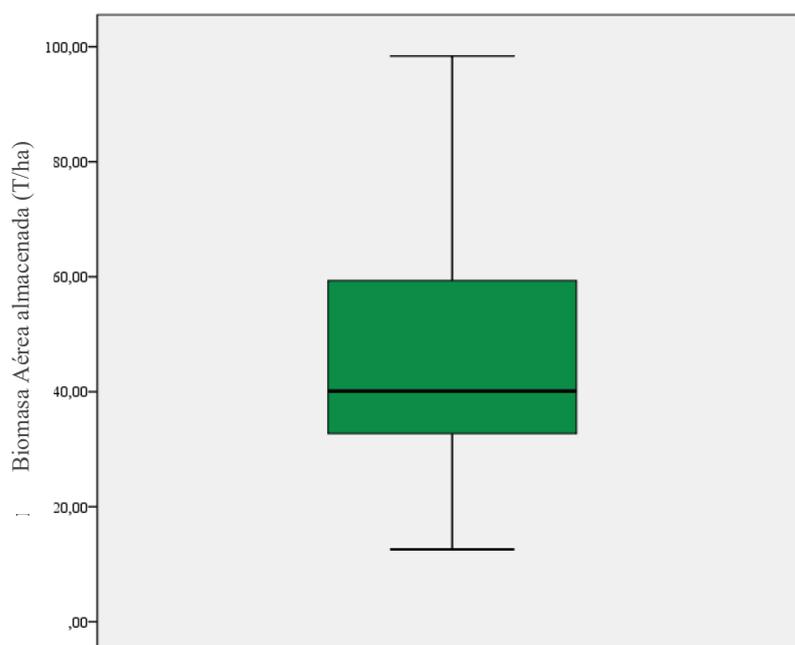
Tabla 12: Biomasa aérea almacenada de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.

Transecto	Área Basal (m ² /ha)	AGB (T ha ⁻¹) Chave <i>et al.</i> (2014)
SNM_1	8.84	98.39
SNM_2	4.08	40.11
SNM_3	6.76	59.32
SNM_4	4.24	42.64
SNM_5	1.34	12.58
SNM_6	2.62	23.23
SNM_7	3.48	32.74
SNM_8	3.52	36.13
SNM_9	6.26	65.60
PROMEDIO ± D.E.	4.57 ±2.31	45.64 ±25.64
TOTAL	41.14	410.74

Los datos de la tabla 12, corresponden a la estimación de biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos evaluados, esta estimación realizada en base a la ecuación alométrica propuestas por Chave *et al.* (2014).

Para los 9 transectos evaluados se totalizó 410.74 (T ha⁻¹), el transecto SNM_1 obtuvo un valor máximo de 98.39 (T ha⁻¹), seguida de SNM_9 con 65.60 (T ha⁻¹); en cuanto al valor mínimo registrado se tiene 12.58 (T ha⁻¹) el cual corresponde al transecto número cinco (SNM_5). En promedio para los nueve transectos evaluados se obtuvo un valor de 45.64 ±25.64 (T ha⁻¹),

Figura 18: Biomasa aérea almacenada de *Cedrelinga cateniformis* en los 9 transectos instalados de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



La distribución de los valores biomasa aérea en los 9 transectos muestra una tendencia a valores por encima de los 40 T ha⁻¹, como se evidencia en la figura 18, teniendo una variabilidad de datos entre transectos.

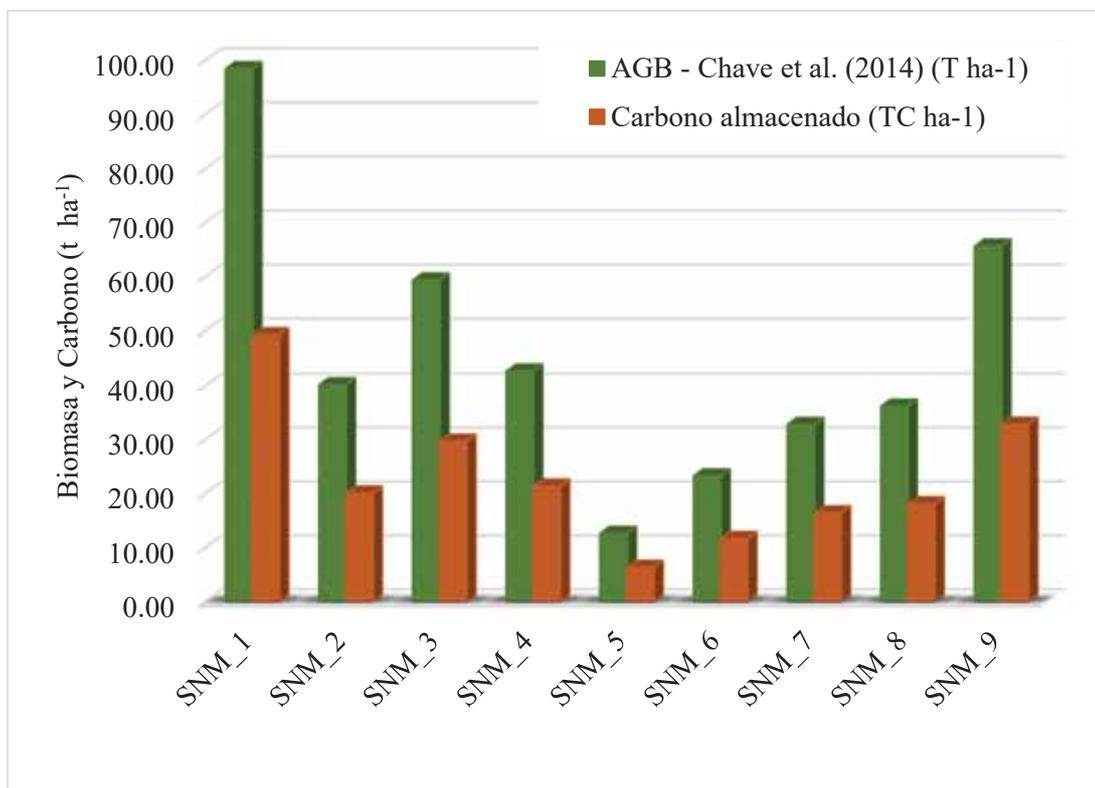
4.1.3.2. Cuantificación del Contenido de Carbono Almacenado

De igual manera se obtuvo a partir de la biomasa estimada, el carbono almacenado por los individuos de *Cedrelinga cateniformis*, totalizándose 205.37 T de carbono, como valor máximo se estimó un total de 49.19 (T ha⁻¹) en el transecto SNM_1, seguido de 32.80 (T ha⁻¹) correspondiente al transecto SNM_9. Estos valores máximos se le atribuyen a la presencia en cantidad de individuos encontrados y categorizados como adultos dentro de ambos transectos, los cuales tiene un DAP que superan los 100 cm fácilmente, el cual está directamente relacionado con la altura de estos individuos que registran valores que inclusive superan los 40 m.

Tabla 13: Carbono almacenado en la biomasa aérea de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.

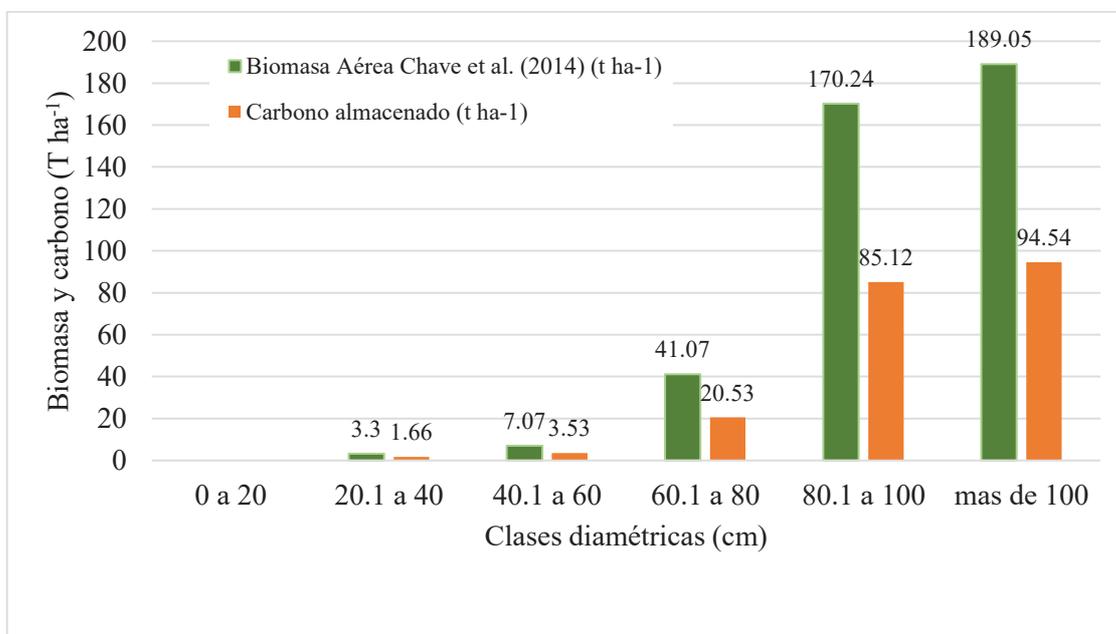
Transecto	Carbono en base a AGB, Chave <i>et al.</i> (2014) (TC ha ⁻¹)
SNM_1	49.19
SNM_2	20.05
SNM_3	29.66
SNM_4	21.32
SNM_5	6.29
SNM_6	11.62
SNM_7	16.37
SNM_8	18.06
SNM_9	32.80
PROMEDIO ± D.E.	22.82 ±12.82
TOTAL	205.37

Figura 19: Biomasa y Carbono almacenado de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



Como se evidencia en la figura 19, existe una variación en los valores obtenidos en los 9 transectos, tanto para la biomasa y el Carbono almacenado, razón por la cual se realizaron pruebas de normalidad de datos mediante el test de Shapiro-Wilk (ver anexo 8) en el cual se obtuvo un p valor mayor para los 9 transectos >0.05 , lo cual indica que los datos de biomasa obtenidos siguen una distribución normal o simétrica. Posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANOVA de un factor), para hallar si existe diferencia estadística significativa entre las medias de biomasa en *Cedrelinga cateniformis* de cada transecto, anteriormente a este proceso se realizó el cálculo del estadístico de Levene en el cual se obtuvo un valor 0.243 el cual es mayor > 0.05 indicando que las varianzas en los transectos son homogéneas. Seguidamente, se tiene como antecedentes la distribución normal y la igualdad de varianzas, se calculó el valor de estadístico ANOVA de un factor (ver anexo 8), obteniéndose un p valor de 0.883 el cual es mayor a > 0.05 que viene a ser el grado de significancia, por lo cual se afirma que los valores de biomasa y Carbono en los nueve transectos evaluados de individuos de *Cedrelinga cateniformis*, no tiene una diferencia estadística significativa, por lo cual no se realizaron pruebas post-hot entre cada transecto.

Figura 20: Biomasa aérea y carbono almacenado según clases diamétricas.



Las clases diamétricas con valores mayores a 100 cm obtuvieron los valores más altos tanto en biomasa y carbono (189.05 T ha⁻¹ y 94.54 TC ha⁻¹ respectivamente), representando un 46.1% del total acumulado en los 9 transectos, por otro lado, la clase diamétrica en un rango de 80.1 - 100 cm acumulan un valor de 170.24 (T ha⁻¹)

representando un 41.4% y con tan solo un 12.5% el resto de clases diamétricas. Estos valores indican el aporte considerable de biomasa que registran estos individuos de *Cedrelinga cateniformis*, al poder alcanzar alturas y diámetros considerables, considerando también la cantidad de individuos presentes, incrementando así, esta capacidad de almacenamiento en un espacio geográfico determinado, infiriendo que, la estructura poblacional en *Cedrelinga cateniformis*, está directamente relacionada con la capacidad de captura de carbono en forma de biomasa.

4.1.4. Cuantificación del volumen de madera

Se cuantifico el volumen de madera para cada transecto, evaluándose un total de 35 individuos de *Cedrelinga cateniformis* categorizados como adultos y juveniles, en 9 transectos instalados, acumulando un total de 4.5 ha.

Tabla 14: Volumen de madera de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.

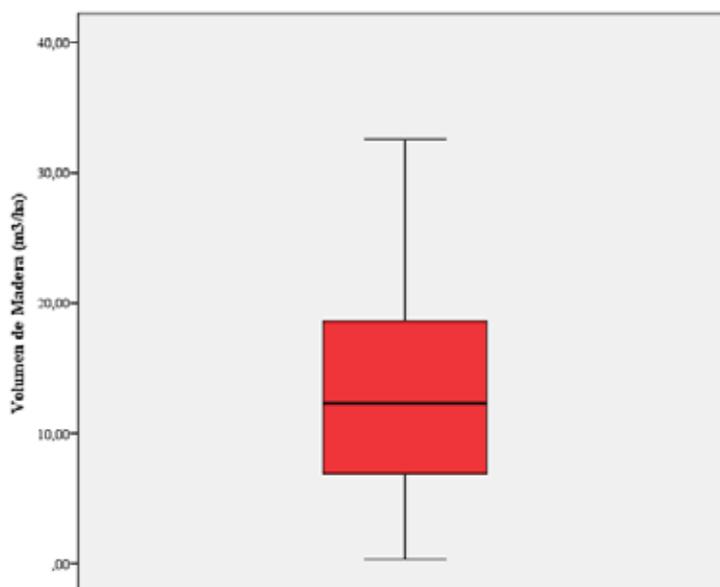
Transectos	Volumen de madera (m ³ ha ⁻¹)
SNM_1	92.88
SNM_2	43.12
SNM_3	85.22
SNM_4	36.08
SNM_5	19.36
SNM_6	30.04
SNM_7	38.96
SNM_8	42.90
SNM_9	68.58
PROMEDIO ±D.E.	50.79 ±25.42
TOTAL	457.14

Los datos obtenidos para el volumen de madera entre los diversos transectos, se refieren a cuanta madera comercial se tiene para esta especie en un área determinada, Se totalizó 457.14 (m³) para los 9 transectos instalados, dentro de los cuales el transecto SNM_1 con 92.88 (m³ ha⁻¹) registra en valor más alto, seguidamente el transecto SNM_3 registra un

valor de 85.22 ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) el cual es cercano al valor máximo. El valor mínimo registrado es de 19.36 ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) en el transecto SNM_5, cabe resaltar que solo se encontró un individuo en este transecto, en cuanto al promedio para los 9 transectos se obtuvo un valor de 50.79 ± 25.42 ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)

Los datos que se muestran en la figura 21, corresponden a los 35 individuos que se evaluaron, en el cual se obtuvo un valor mínimo de $0.36 \pm 8.57 \text{ m}^3$, así como un valor máximo $32.56 \pm 8.57 \text{ m}^3$, un promedio de $13.45 \pm 8.57 \text{ m}^3$; sin embargo, la mayoría de los datos para cada árbol registrado está distribuido entre 20 - 8 m^3 .

Figura 21: Volumen de madera de 35 individuos de *Cedrelinga cateniformis* en 9 transectos, de la zona de uso Turístico – Recreativo del S.N. Megantoni.



Se realizó el análisis de varianza (ANOVA de un factor) para determinar la diferencia significativa entre los transectos evaluados en cuanto al volumen de madera, comprobándose que, los datos para cada transecto siguen una distribución normal o simétrica, para lo cual se aplicó la prueba de normalidad e Shapiro-Willk (ver anexo 10), en el cual los 9 transectos obtuvieron significancias mayores a 0.05 es decir el p valor obtenido fue mayor. Posterior a este análisis se realizó la prueba estadística de Levene, para identificar la igualdad o diferencia de varianzas entre los transectos en el cual se obtuvo un p valor de $0.031 < 0.05$ el cual es menor, asumiéndose que, las varianzas son distintas. Finalmente se realizó el cálculo del análisis de varianza (ANOVA de un factor, ver anexo 11) para los datos de volumen de madera obtenidos por transecto, obteniéndose un p valor $0.717 > 0.05$, siendo mayor al grado de significancia, pudiéndose afirmar que, los las medias de los volúmenes de madera obtenidos por transecto no tienen una

diferencia estadística significativa entre los transectos evaluados. Razón por la cual ya no se realizó las pruebas Post- hot.

4.2. DISCUSIONES

6.2.1. Densidad poblacional

Los datos recolectados en los transectos del Santuario Nacional Megantoni muestran una variación de valores en cuanto a la estructura y densidad poblacional obtenidos, es así que, los valores en cuanto a la densidad poblacional de individuos de *Cedrelinga cateniformis* adultos fue de 7.5 ± 1.64 indv/ha, en el caso de individuos juveniles se obtuvo un valor de 0.22 ± 0.33 indv/ha, para el caso de brinzales o plántulas se registró 1650.66 ± 835.1 indv/ha y para el caso de individuos muertos 1.1 ± 1 indv/ha, las cuales son menores a las reportadas por Rojas & Villca (2017) que registraron densidades poblacionales de 18.432 indv/ha de individuos adultos en el sector del Huayo del departamento de Loreto, en el cual evaluó individuos con $DAP \geq 10$ cm, siendo *Cedrelinga cateniformis* la tercer especie con mayor frecuencia en estos bosques presentando una distribución espacial de media a alta; por otro lado Carhuarupay (2018), realizó trabajos en bosques de terraza alta en la provincia de Tambopata, en el cual registró densidades poblacionales de *Cedrelinga cateniformis* de 3 indv/ha; Perales (2017) reporta densidades de 4 indv/ha en un bosque húmedo premontano tropical de Satipo, Junín, en el cual menciona la presión antrópica que sufre esta especie, razón por la cual en uno de los censos que realizó fueron encontrados muertos-cortados con fines maderables. Estos antecedentes bibliográficos muestran densidades poblacionales en un rango de 3-18 indv/ha, el presente estudio se encuentra dentro de este rango para individuos adultos; estas densidades poblacionales registradas para el presente estudio se pueden atribuir a las características ambientales que predominan esta zona de estudio en el cual se tiene un temperatura promedio de 26.50 C° y una precipitación mayor a 2000 mm anuales (SENAMHI, 2017) que son propicios y adecuados para el desarrollo de esta especie, además que, de acuerdo a la topografía del terreno donde se realizaron la instalación de los transectos, todos corresponden a bosques de tierra firme, propios para el desarrollo de esta especie como lo menciona López, (1980-81) citado por Baluarte & Álvarez, (2015) *Cedrelinga cateniformis* desarrolla de manera óptima entre altitudes de 0 a 1500 m, con rangos de temperatura que oscilan entre una máxima de 38°C y mínima de 23°C . Soporta una alta precipitación, con amplitud de 2500 – 3800 mm de precipitación anual; finalmente otro factor importante se podría atribuir a la conservación de estos bosques,

que realiza el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) como Santuario Nacional, frente a la presión antrópica mediante la tala selectiva que sufre esta especie, por parte de poblacionales locales y cercanas al Santuario Nacional Megantoni.

Según las pruebas de normalidad realizadas para las densidades poblacionales según estado de desarrollo, estas arrojaron que solo en individuos adultos están distribuidos normalmente o uniformemente y que para individuos, muertos, juveniles y brinzales estas no tienen una distribución normal, siendo variable la cantidad de individuos en cada uno de los transectos.

Para el caso de Brinzales se tienen una densidad promedio que superan los 1500 indv/ha; *Cedrelinga cateniformis* estos valores podrían ser explicados debido a que esta especie está caracterizada como perennifolia, con floración a mediados de octubre - diciembre, y fructificación desde diciembre - marzo (López, 2000), el presente estudio se realizó en los meses de abril - agosto, estando después del período de diseminación que se da entre febrero y marzo (Salazar, 1983 citado por Vidaurre H., 1997) el cual puede ser uno de los factores para el registro de la cantidad de individuos con esta categoría (brinzales); otro factor a tomar en cuenta es el contenido y producción de semillas que esta especie puede contener, que varían entre 1700 a 1900 semillas por kilogramo de frutos (Vidaurre H., 1997), según estudios realizados por Vidaurre H. (1997) en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH), registra un valor máximo de hasta 5420 semillas para un solo individuo adulto y 1 594 semillas en promedio; sin embargo en el registro de datos podemos evidenciar que los números registrados para brinzales de *Cedrelinga cateniformis* son muy variables, que van desde 232 a 2 496 individuos, inclusive con la presencia de individuos adultos como es el caso de los transectos SNM_7 y SNM_9 que registran individuos adultos de 4 y 5 respectivamente, y 452 y 263 (brinzales) respectivamente, esto nos indica que no necesariamente la presencia de individuos adultos garantiza la presencia de brinzales; para poder explicar esta variación, Vidaurre H. (1997) menciona que este proceso de producción de semilla en esta especie, no se da de manera cíclica sino más bien se da una fase o periodo de preparación para un buen año de fructificación y diseminación. Otro factor para poder explicar esta diferencia marcada en cuanto a la variación al número de brinzales entre los transectos, se debe a proceso de diseminación de la semilla, en *Cedrelinga c.* Este proceso se da por el viento (Anemocórica) (Bernardi *et al.* 1981; Schwyzer, 1981a; Vidaurre H., 1997), mencionan que el radio de diseminación no es muy grande, ya que a 80 m del árbol padre no suelen

encontrarse muchas semillas, determinando que la regeneración es abundante dentro de 50 m alrededor del árbol. Sin embargo, este proceso natural que se da por el viento no es el factor principal en la dirección, ni en la dispersión al momento de la diseminación, ya que el 80% de semillas diseminadas caen debajo de la copa (entre los 7 y 14 metros), siendo otros agentes, como aves o mamíferos, los que intervienen mayormente en la dispersión. (Vidaurre H., 1997) otra peculiaridad de esta especie son las semillas, que se caracterizan por perder muy rápidamente su agua de constitución y por ese motivo pierden con facilidad y rapidez su poder germinativo (López, 2000), lo cual puede disminuir abruptamente el proceso de regeneración de nuevos individuos.

Al observar los datos registrados, se muestra una marcada diferencia en cuanto al número de brinzales y juveniles registrados, es decir, se cuenta con densidades altas para el caso de brinzales, pero que sin embargo estos individuos en su gran mayoría no llegan a estadios juveniles. Como ya se había mencionado antes, este tránsito se puede ver afectado, primero, a la presencia o ausencia de individuos adultos cercanos, segundo, a la producción anual de frutos y por ende semillas, tercero, a la dispersión de estas semillas por agentes externos como el viento, u otras especies como mamíferos y aves que se alimentan de estos, cuarto, el medio físico en el cual finalmente terminan las semillas el cual debe reunir condiciones básicas como humedad, sustrato con contenido orgánico, teniendo en cuenta que la semilla pierde su poder germinativo de manera acelerada, y quinto, la competencia intra e interespecífica de individuos de la misma especie y otras especies de crecimientos más acelerados. Vidaurre H., (1997) menciona que, *Cedrelinga cateniformis* presenta efectos altamente significativos para su regeneración, entre las interacciones de tipos de suelo y tipos de fisiografía; de igual manera al ser una planta heliófita requiere de la incidencia de rayos solares desde tempranas edades para un desarrollo óptimo, por otro lado, Rojas & Villca (2017), registran para *Cedrelinga cateniformis* una mortalidad alta de 26 árboles y un reclutamiento escaso de apenas 4 árboles, lo que indica que esta especie presenta un patrón decadente. Y finalmente al resaltar es la presencia de individuos muertos que se encontraron, que están relacionados a el registro de densidades poblacionales altas para brinzales, ya que estos al tener altura y diámetros considerables al momento de caer al suelo, generan un claro dentro del bosque lo cual es aprovechado por brinzales de esta y otras especies en la captura de los rayos del sol; siendo estos factores anteriormente mencionados las causas que explican la variabilidad de los datos registrados.

6.2.2. Estructura poblacional

Los valores obtenidos para la clases diamétricas muestran una tendencia de individuos que tienen un DAP cercano a 100 cm y que representan el 40% del total de individuos evaluados en los nueve transectos, este valor esta seguido por aquellos individuos que tiene un DAP>100 cm, esta “estructura horizontal” que presenta la especie muestra tendencias hacia individuos de menor diámetro, (ver Fig. 15), el porcentaje de individuos según clase diamétrica muestra una tendencia de una “J” invertida, Valenzuela *et al.* (2015), caracterizan la estructura de estos de transición pre-Montanos (650 -1100 m) en 10 clases diamétricas, donde agrupó los individuos desde 5 cm hasta los 50 cm de diámetro y que realizando el mismo gráfico se muestra una tendencia de una “J” invertida, en el cual, el 37.63 % de individuos mostraron diámetros comprendidos entre 10 a 15 cm, de la cual podemos afirmar que existen poblaciones de *Cedrelinga c.* con cantidad de plántulas o brinzales considerables seguida de individuos adultos, a diferencia de individuos juveniles que se presentan escasos y casi nulos, razón por la cual se puede afirmar que en el proceso de transito de brinzales a juveniles esta especie sufre una drástica reducción de individuos por muchos factores.

De igual manera para determinar la “estructura vertical”, se agrupo en 5 clases altimétricas (ver Fig. 14). Donde el mayor número de individuos tiene alturas comprendidas entre 20 a 30 m representando el 40.0%, seguido de aquellos que tienen alturas entre 30.1 a 40 m (37.1%), pudiéndose afirmar que la estructura vertical de los individuos de *Cedrelinga c.* evaluados para estos bosques del Megantoni según clases altimétricas se podrían agrupar en 3 estratos, siguiendo la clasificación realizada por Valenzuela *et al.* (2015), Para bosques transicionales pre-Montanos del Sira, un primero, denominado emergente conformado por los árboles más altos de 25 m a más, el dosel compuesto por aquellos árboles que tienen alturas desde los 10 hasta los 25 m y el sotobosque por aquellos que tienen alturas entre los 5 y 10 m. registrándose en este especie que forma usualmente parte del estrato emergente.

El área basal registrados en los transectos evaluados, se tiene un valor máximo de 8.84 m²/ha y un valor mínimo de 1.34 m²/ha, otros estudios realizados en la región Loreto muestran que *Cedrelinga cateniformis* ocupa el mayor área basal con 0,23 m²/ha. (Vega, 2017), Rojas & Villca (2017) registran un área basal de 2.87 m²/ha, estos valores se asemejan a los encontrados en el presente estudio, el área basal está en función del

diámetro del árbol, y los árboles registrados en esta especie alcanzan diámetros cercanos 1 metro e incluso superando este valor, esto sumado a la densidad poblacional encontrada alcanzan estos valores similares y un poco superiores a anteriores estudios.

Como lo mencionan en los siguientes estudios, *Cedrelinga cateniformis* cumple un rol importante en la composición del bosque del que forma parte, Sangama (2017) Registra que *Cedrelinga c.* ocupa un peso ecológico de 21.21 % que conjuntamente con *Ceiba pentandra*, *Virola calophylta*, *Clarisia nítida*, *Copaifera paupera* y *Manikara bidentada* ocupan el 50 del peso ecológico para el bosque de colina baja, de igual manera Torres (2015) confirma para el mismo tipo de bosque, que el mayor peso ecológico, se presenta en 4 especies que hacen un total de 152,14 % del total, en el cual figuran especies como, *Cedrelinga cateniformis*, *A. leiocarpa*, *Ceiba pentandra* y *Cariniana decandra*, Rojas & Villca (2017) señalan que, para bosques del sector del “Huayo” en Loreto, *Cedrelinga cateniformis* y *Alchornea triplinervia* tienen el mayor índice de valor de importancia en 3 de las 4 parcelas evaluadas; Pudiéndose inferir que el estrato arbóreo, influye positivamente en la conservación de la diversidad florística por lo cual es importante para mantener este fragmento forestal. Todos estos estudios muestran la importancia de esta especie y el rol que juega en los bosques amazónicos y tropicales del Perú a más de brindar un beneficio económico maderable.

En cuanto a la similitud de la estructura en los diferentes transectos realizándose un Cluster analysis del cual se obtuvieron cuatro grupos, estos agrupamientos se realizaron tomando en cuenta las densidades poblacionales según categoría, las clases diamétricas y altimétricas, área basal e iluminación de la copa, pudiendo inferir que bosques evaluados de *Cedrelinga cateniformis*, no cuentan con una uniformidad en su estructura poblacional, es más se cuentan con dos transectos con distancias significativas con el resto de transectos (Grupo A), así mismo, se evidencia que transectos aun evaluados en el mismo sector, no registran datos similares, estos resultados nos indican la variabilidad de la estructura de estos bosques de *Cedrelinga cateniformis*, que cuentan con valiosa información sobre esta especie y su estado situacional actual.

6.2.3. Biomasa aérea y carbono almacenado

Se cuantificó una biomasa y carbono total de 410.74 ± 25.64 T y 205.37 ± 12.82 TC respectivamente, acumulados en nueve transectos, un promedio total por transecto de 45.64 ± 25.64 T ha⁻¹ y 22.82 ± 12.82 TC ha⁻¹ de biomasa y carbono respectivamente, a

pesar de que estos valores muestran una variabilidad numérica en los nueve transectos, no se encontró diferencia significativa estadísticamente. Se observa que la variación en la estructura tanto vertical como horizontal, son importantes en la variación de la cuantificación de la biomasa y carbono, debido a que estas variables de altura y diámetro están directamente relacionadas en la cuantificación de estos valores.

Del Águila (2014), obtiene valores de biomasa aérea de 301,50 T ha⁻¹, 222,26 T ha⁻¹ y 56,93 T ha⁻¹, en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* de 43, 35 y 27 años, respectivamente; en otros estudios similares, Pinedo (2015), evaluó plantaciones de *Cedrelinga c.*, en el cual obtuvo valores de biomasa aérea según la edad de plantación (años), siendo la plantación de 43 años la que almacena mayor biomasa con 1142,99 T ha⁻¹ 765,79 T ha⁻¹ 183,501 T ha⁻¹, seguida de 35 y 15 años respectivamente, el secuestro de carbono depende directamente de la edad de la plantación; es decir, a mayor edad mayor secuestro de CO₂ y mayor almacenamiento de carbono (Del Águila, 2014). Luna (2013) estimó una total de 488.34 T de biomasa para *Cedrelinga cateniformis*, donde conjuntamente con *Virola calophylla*, *Cedrela odorata*, son las que muestran la más alta cantidad de biomasa aérea y carbono almacenado; de la misma manera Gonzalo (2013), al evaluar plantaciones de *Cedrelinga cateniformis*, para individuos entre 30-40 años de edad estimó un total de 8776 t/ha de biomasa, 5440 tC/ha. Pinedo (2017) obtiene para *Cedrelinga cateniformis* un total de 26.595 T ha⁻¹ 13,297 TC ha⁻¹ de biomasa y carbono respectivamente en el sector del Huayo Loreto, representando el 5.44 % del total registrado para esta zona siendo la clase diamétrica que más dióxido de carbono fijó los individuos mayores a 100 cm, que inclusive en abundancia de individuos, ocupa la décima quinta parte del total de individuos y que sin embargo en la captura de dióxido de carbono, ocupa el segundo lugar de toda la zona de estudio. Según la bibliografía, los valores obtenidos en plantaciones registran mayores cantidades de almacenamiento de biomasa aérea y carbono frente a bosques naturales, ya que, esta especie al alcanzar alturas y diámetros considerables incrementa estos valores de biomasa y por ende del stock de carbono, sin embargo estas plantaciones no cuentan con una dinámica estable y equilibrada como un bosque primario o natural, el cual en un futuro podría afectar de manera negativa las poblaciones de flora y fauna silvestre existente; para el presente estudio se muestran valores de biomasa aérea y carbono menores a los registrados en plantaciones, esto debido básicamente a la diferencia entre el número de individuos presentes en una plantación y bosque natural, lo cual inevitablemente incrementa o

disminuye el stock de carbono y biomasa aérea. Sin embargo, al tomar en cuenta estudios sobre bosques naturales, se puede observar que los valores de carbono para *Cedrelinga cateniformis* son similares a los registrados por Pinedo en el 2017 y solo registran variaciones sustanciales en comparación al presente estudio. Para poder explicar estas variaciones en la cantidad de carbono y biomasa, se pueden atribuir a la densidad poblacional de individuos adultos y juveniles encontrados, además de la estructura horizontal y vertical al formar parte de clases diamétricas > 100 cm e inclusive alcanzan hasta 2 metros, alturas cercanas a los 50 m. Por otro lado, otros factores que puede generar esta variación de datos son, el uso de distintas ecuaciones también para la estimación de biomasa (Pallqui, 2013), lo cual podría generar un incremento o disminución en la cuantificación de la biomasa y carbono, otros estudios regionales también sugieren que, el tipo del suelo (Saatchi *et al.* 2007; Slik *et al.* 2010, citado por Yepes, *et al.* 2015), y el ángulo de la pendiente del terreno (Mascaro *et al.* 201, citado por Yepes, *et al.* 2015) podrían también determinar el patrón de distribución de la biomasa aérea en los bosques tropicales.

La importancia de la estimación de la biomasa y carbono son necesarios para conocer el aporte que brinda como sumidero de carbono, siendo estas herramientas importantes al momento de su conservación dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y los territorios indígenas, ya que juegan un papel importante como una solución y respuesta global que permite, en cierta medida, conservar la biodiversidad y los Servicios ecosistémicos (SSEE) mediante el manejo sostenible de bosques y ecosistemas. (Yagui & Mena, 2017); al ser una especie amenazada por actividades de tala selectiva, que solo le atribuyen un valor comercial y monetario por poblaciones locales. La conservación de la biodiversidad de los bosques tropicales del Perú, tiene como propósito principal, establecer una línea base para un sistema de monitoreo del impacto producido por el cambio climático sobre la biodiversidad (Valenzuela, *et al.* 2015), que se encuentran principalmente en Áreas Naturales Protegidas como el Santuario Nacional Megantoni, para que de esta manera en base a los estudios se pueda elaborar y proponer planes de manejo de estas especies amenazadas y en general estrategias de mitigación y/o adaptación al cambio climático.

6.2.4. Volumen de madera

Se cuantificó un volumen de madera total de $457.14 \pm 25.42 \text{ m}^3$, con un promedio total de $50.79 \pm 25.42 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, los datos dentro de los nueve transectos evaluados muestran una variabilidad numérica, sin embargo al realizar la prueba estadística de ANOVA, no se encontró diferencia estadística significativa, por lo cual podemos afirmar que los valores de volumen de madera en cada transecto son similares, sin embargo esto puede estar atribuido a factores de estructura tanto vertical como horizontal y a la densidad poblacional encontrados, otro factor que se pudo evidenciar es la presencia de lianas en los transectos SNM_7, SNM_8 que limitan el crecimiento y aprovechan los grandes tamaños de estos árboles para lograr llegar a la copa y aprovechar la luz del sol; en muchos casos se evidenció la presencia de individuos que a algunos metros de altura ya se ramificaban disminuyendo así el volumen de madera, ya que se obtiene en base a la altura comercial del individuo.

Rojas & Villca (2017) en la región Loreto, registran volúmenes desde $327.8 - 380.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para el 2010 y $383.8 - 510.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para el 2012, este incremento en el volumen se debe al crecimiento diamétrico que registraron las especies y a las tasas de reclutamiento; Torres Pisango (2018), para la cuenca del Italaya - Loreto, reporta un volumen de madera total de $28.51 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, de igual manera Macedo (2012) registra un total de $38.49 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de madera, para *Cedrelinga cateniformis* siendo esta, la especie que mayor volumen aportó, los cuales son valores menores al que se obtuvo en el presente estudio, por otro lado, Vega (2017); Torres (2015), realizaron estudios en bosques de colina baja en Loreto, reportan para *Cedrelinga cateniformis* valores de $3.36 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $2.99 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ respectivamente, asimismo, estos valores representan el mayor volumen frente a otras especies; (Sangama, 2017), mencionó que conjuntamente con *Ceiba pentandra* “lupuna” con $3,242 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” con $2,178 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y *Virola calophylla* “cumala” con $1,294 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, representan casi el 50 % del total del volumen de madera para estos bosques. Estos volúmenes bajos registrados se ven afectados por la baja densidad poblacional de árboles y diámetros menores a 100 cm presentes (Cáceres, 2017), otro factor es la metodología empleada, ya que en estos estudios se evaluaron exclusivamente individuos con DAP mayor al diámetro mínimo de corte (DMC) $\text{DAP} > 40 \text{ cm}$, mientras que en anteriores se registraron todos los individuos con $\text{DAP} > 10 \text{ cm}$ (Rojas & Villca, 2017; Macedo, 2012); la extracción de individuos por parte de poblaciones locales cercanas a esta zona de estudio son un factor a tener en consideración,

ya que, como se había mencionado anteriormente, estas especies con valor maderable sufren presión por actividades como tala selectiva.

Los bosques evaluados registran, densidades poblacionales con un promedio de 7 indv/ha, seguidos de una la estructura horizontal y vertical al formar parte de clases diamétricas > 100 cm e inclusive alcanzan hasta 2 metros, alturas cercanas a los 50 m , todas estas características concluyen en volúmenes de madera mayores a los registros bibliográficos, lo cual genera aun mayor interés en la conservación de estos bosques, a más de este valor económico que se atribuye hoy en día se considera al bosque no sólo como una fuente de madera, sino también como servicio ambiental que prestan para secuestrar carbono y producir oxígeno (Stupak *et al.* 2007 citado por Pinedo, 2017),.

Para evidenciar y valorar estos servicios necesitamos entender el ecosistema de los bosques para protegerlo en un futuro inmediato (Phillips & Esquivel, 2018), conocer los tipos de bosque (p.e. los bosques montanos o los bosques en la zona baja) que son más afectados por los cambios actuales en el clima, permitiría enfocar las actividades de adaptación para reducir amenazas como la fragmentación en las zonas más afectadas (Vicuña *et al.* 2018), Sin embargo, el mayor peligro para la Amazonía no es solo el cambio climático, sino los cambios combinados tanto en el clima como en el uso de la tierra (Phillips & Esquivel, 2018).

La conservación del bosque no se trata solo de manejar árboles y productos. En última instancia, depende de las personas, y especialmente de encontrar formas más justas de vivir juntas en un planeta donde las distancias se reducen rápidamente (Phillips & Esquivel, 2018), promover y apoyar la extracción sostenible de productos forestales (zona de amortiguamiento) se ha convertido en parte integral de muchos planes de desarrollo y conservación en los trópicos húmedos (Lawrence, *et al.* 2005)

CONCLUSIONES

1. La densidad poblacional de *Cedrelinga cateniformis*, es de 7.5 ± 1.64 indv/ha. para adultos, 0.22 indv/ha. para juveniles, 1650.66 ± 831.1 indv/ha. para el caso de plántulas y 1.1 ± 1 indv/ha. para individuos muertos; estos valores arrojan densidades poblacionales dentro del rango de registros bibliográficos para el caso de adultos y brinzales, siendo casi nulas para individuos juveniles, y bajas para individuos muertos. La estructura de individuos forma parte del estrato emergente del bosque, teniendo en cuenta que se categorizaron 6 clases diamétricas, de las cuales un 40% forman parte de clases diamétricas entre 80.1 - 100 cm de DAP, seguidos de aquellos con DAP > 100 cm, habiéndose registrado un DAP máximo de 121.91 cm. Para la estructura vertical se encontraron 5 clases altimétricas, un 40% de individuos con alturas entre 20.1 - 30 m, habiéndose registrado una altura máxima de 44.7 m.
2. El contenido de biomasa y carbono total es de 410.74 ± 25.64 T y 205.37 ± 12.82 TC respectivamente, en nueve transectos evaluados, un promedio de 45.64 ± 25.64 T ha⁻¹ y 22.82 ± 12.82 TC ha⁻¹ de biomasa y carbono respectivamente, no habiéndose encontrado diferencia estadística significativa entre los transectos; mostrando así que, *Cedrelinga cateniformis* captura carbono en forma de biomasa aérea en cantidades mayores.
3. El volumen de madera total fue de 457.14 ± 25.42 m³, con un promedio total de 50.79 ± 25.42 m³ ha⁻¹ en nueve transectos evaluados, no habiéndose encontrado diferencia estadística significativa, afirmándose que los bosques del Santuario Nacional Megantoni para la zona de Uso Turístico - Recreativo muestran volúmenes de madera mayores en comparación a los registros bibliográficos para bosques amazónicos similares, haciendo a esta zona más vulnerable a actividades de tala selectiva por parte poblaciones locales.

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones sobre biodiversidad, captura de carbono y servicios ecosistémicos que brindan los bosques del Santuario Nacional Megantoni, ya que están poco estudiados, en comparación a otras zonas de similares características.
2. Para entender el impacto antrópico que se genera sobre estas poblaciones naturales de árboles forestales específicamente, realizar una comparación y análisis de bosques con impactos considerables frente a otros bosques similares poco perturbados.
3. Con el afán de llevar un monitoreo permanente sobre la dinámica de esta especie, los flujos de carbono y entender los bosques de manera más específica, es de gran importancia instalar parcelas permanentes a través de gradientes altitudinales y tipos de bosques, generando así conocimiento sobre los patrones espaciales y temporales de la composición florística, la dinámica poblacional y la cantidad de biomasa en relación con el cambio climático y la presión antrópica.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro Curitumay, L. E. (2018). *Dinámica, biomasa aérea y análisis poblacional de dos parcelas permanentes a travez de una gradientr altitudinal en bosques montanos de Wiñaywayna - Santuario Histórico de Machupicchu - Cusco*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias, Cusco.
- Angulo Pinedo, M. E. (2017). *Estructura horizontal y valoración económica de un bosque de terraza alta de la comunidad campesina "Chingana", distrito de Saquena, provincia de Requena, Loreto - Perú, 2016*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Forestales, Iquitos.
- Angulo Urquia, J. C. (2015). *Relacion entre el diámetro de copa y del fuste de Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke, en la zona de Atalaya, Region Ucayali*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Carrera Profesional de Ingenieria Agroforestal Acuícola, Yarinacocha.
- Aragão, L., Malhi, Y., Metcalfe, D., Silva-Espejo, J., Jiménez, E., Navarrete, D., . . . Costa, A. (2009). Above- and below-ground net primary productivity across ten Amazonian forests on contrasting soils. *Biogeosciences*(6), 2759-2778.
- Aragon Romero, Israel; Noguera Meza, Gisela; Chuspe Zans, Maria Elena;. (2013). *Estrategia Regional Forestal del Cusco*. Cusco.
- Araujo Murakami, A., Villaroel, D., Pardo, G., Vos, V. A., Parada, G. A., Arroyo, L., & Killen, T. (2015). Diversidad Arborea en Bosques de Tierra Firme de la Amazonia Boliviana. *Kempffiana, I*(11), 28.
- Baker, T. R., Coronado, E. N., Phillips, O. L., Martin, J., van der Heijden, G. M., Garcia, M., & Espejo, J. s. (2007). Low stocks of coarse woody debris in a southwest Amazonian forest. *Oecologia*(152), 495-504.
- Baluart Vazquez, J., & Alvarez Gonzalez, J. (2015). Modelamiento del Crecimiento de Tornillo Cedrelinga Catenaeformis Ducke en Plantaciones En Jenaro Herrera. *Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana*, 12.

- Bellota, D. (2015). *Variaciones de la Diversidad, Biomasa Aérea y Dinámica Poblacional en Cuatro Comunidades Arbóreas a Tráves de un Gradiente Altitudinal en la Reserva Comunal el Siria-Huánuco-Perú*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Brienen, R., Phillips, O., Feldpausch, T., Gloor, E., Baker, T., Lloyd, J., . . . Lewis, S. (2015). Long-term Decline of the Amazon Carbon Sink. *Nature*(519), 344-348.
- Burgos, J. D., & Perez, J. A. (2004). Modelos de regresión no lineal para la estimación de la biomasa en algunos ecosistemas boscosos de Colombia. *Colombia Forestal*, 8(17), 103-109.
- Caceres del Aguila, L. E. (2017). *Estructura horizontal y valoración económica de un bosque de colina baja en la cuenca del río Blanco, provincia de Requena-Loreto*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.
- Campos Zumaeta, L. E. (2009). *Dendrocronología en árboles de Tornillo, Cedrelinga cateniformis Ducke (Fabaceae), del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la Amazonia, Región Loreto – Perú*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cárdenas Henao, L. M. (2012). *Biomasa y depósitos de carbono en bosques en regeneración del ecoparque Bataclán (Cali, Colombia)*. Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Santiago de Cali.
- Carhuarupay Espejo, S. L. (2018). *Estructura, diversidad y composición florística arbórea de un bosque de terraza alta del sector Loboyoc, Distrito de las Piedras, Provincia de Tambopata Madre de Dios*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Facultad de Ingeniería, Puerto Maldonado.
- Castillo Q., A. (2010). *Manual dendrológico de las principales especies de interés comercial actual y potencial de la zona del Alto Huallaga*. Ministerio de Agricultura, Lima.
- Chave, J. (2005). *Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales - Manual de campo*. Proyecto: PAN-AMAZONÍA.

- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B., . . . Vieilledent, G. (2014). Improved Allometric Models to Estimate the Aboveground Biomass of Tropical Trees. *Global Change Biology*(20), 3177–3190. doi:10.1111/gcb.12629
- Clark, D. A., Brown, S., Kicklighter, D. W., Chambers, J. Q., Thomlinson, J. R., & Ni, J. (2001). Measuring net primary production in forests: concepts and field methods. *Ecological Applications*(11), 356-371.
- De La Fuente, F. S. (2011). *Análisis Conglomerados*. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Madrid.
- Del Águila Martínez, C. (2014). *Secuestro de CO2 y almacenamiento de carbono en plantaciones de Cedrelinga cateniformis Ducke "tornillo" en tres edades diferentes en el CIEFOR - Puerto Almendra, Rio Nanay, Iquitos - Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Forestales, Iquitos.
- Droppelmann, G. (2018). Pruebas de normalidad. *Actualizaciones Clínicas Meds*, 2(1), 39-43. Obtenido de <https://www.meds.cl/wp-content/uploads/Art-5.-Guillermo-Droppelmann.pdf>
- Duaber, E. (1995). *Guia Practica y Teorica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento*. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto BOLFOR.
- Dueñas Linares, H. H. (2018). *Patrones de diversidad, dominancia y distribución de árboles en los bosques del departamento de Madre de Dios, Perú*. Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Lima.
- Dueñas, A., Betancur, J., & Galindo, R. (2007). Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del parque nacional natural Catatumbo Bari, Colombia. *Colombia Forestal*, 10(20), 26-39.
- Dueñas, A., Betancur, J., & Galindo, R. (2007). Estructura y composición florística de un bosque húmedo tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo Bari, Colombia. *Revista Colombiana Forestal*, 10(20), 26 - 39.

- Dzib-Castillo, B., Chanatásig-Vaca, C., & González-Valdivia, N. A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 167-178. doi:10.7550/rmb.38706
- FAO. (2009). *Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales – Manual para la recolección integrada de datos de campo. Versión 2.2*. Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los recursos Forestales Nacionales, NFMA 37/S, Roma.
- Feisinger, P. (2003). *El diseño de estudios para la conservación de la Biodiversidad*. Bolivia: FAN. Santa Cruz.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Missouri Botanical Garden*(75), 1-34.
- Gentry, A. H. (1993). *A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa*. Washington, D.C.: Conservation International.
- Gibbs, H., Brown, S., Niles, J., & Foley, J. (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REED a reality. *Environmental Research*, 2.
- Girardin, C. A., Farfan-rios, W., Garcia, K., Feeley, K. J., Jorgensen, P. M., Araujo-Murakami, A., . . . Fuentes Claros, A. (2014b). Spatial patterns of above-ground structure, biomass and composition in a network of six Andean elevation transects. *Plant Ecology and Diversity*, 1-2(7).
- Gobierno Regional Cusco. (2012). *Mapa Fisiográfico de la Región del Cusco*. Area de Fisiografía. Cusco: Proyecto: Fortalecimiento del Desarrollo de Capacidades de Ordenamiento Territorial en la Región Cusco. Recuperado el 5 de Octubre de 2018, de <https://www.yumpu.com/es/document/read/16120354/mapa-fisiografico-region-cusco-fot-gobierno-regional-cusco>
- Gonzalo Ribeiro, S. J. (2013). *Valoración económica del secuestro de CO2 en plantaciones de Simarouba amara (Aublet) "marupa" y Cedrelinga cateniformis (Ducke) "tornillo" en el CIEFOR, Puerto Almendra. Iquitos - Perú*. Tesis de

pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Forestales, Iquitos.

Granados Victorino, R. L., Sánchez González, A., Martínez Cabrera, D., & Octavio Aguilar, P. (2017). Estructura y composición arbórea de tres estadios sucesionales de selva mediana subperennifolia del municipio de Huautla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*(88), 122-135.

Grant, V. (1989). *Especiación vegetal*. Mexico D.F.: Limusa.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). *Metodología de la Investigación* (Segunda ed.). Colombia: MCGRAW-HILL. Recuperado el 4 de Enero de 2018, de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/bioestadistica/metodologia_de_la_investigacion_1998.pdf

Honorio Coronado, E. N., & Baker, T. R. (2010). *Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana/ Universidad de Leeds, Lima.

Honorio Coronado, E. N., Vega Arenas, J. E., & Corrales Medina, M. N. (2015). Diversidad, Estructura y Carbono de los Bosques Aluviales del Noeste Peruano. *Folia Amazónica*, 24(1), 55-70.

Huamantupa Chuquimaco, I., Luza Victorio, M., Alfaro Curitumay, L., Ururi, M., Huaman Arque, W., Pedraza, M., & Peralvo, M. (2017). Diversidad y Biomasa Arbórea en los Bosques andinos del Santuario Nacional del Ampay, Apurímac - Perú. *Q'ueña*, 8, 07-26.

IPCC. (04 de Enero de 2018). *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS – Capítulo 4: Métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del Protocolo de Kyoto*. Obtenido de IPCC.com: <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf/spanish/ch4.pdf>

Josse, C., Navarro, G., Encarnación, F., Tovar, A., Comer, P., Ferreira, W., . . . Reátegui, F. (2007). *Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y Mapeo*. Arlington, Virginia, EE UU: NatureServe.

- Lawrence, A., Phillips, O. L., Reategui Ismodes, A., Lopez, M., Rose, S., Wood, D., & Farfan, A. J. (2005). Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: towards a more contextualised interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation*, 14, 45-79.
- Liesner. (1996). *Técnicas de campo utilizadas por el Jardín Botánico de Missouri*. (C. Ulloa Ulloa, R. Ortiz, Edits., & C. Tygier, Trad.) Bolivia.
- López Herrera, M. (2019). *Compisición florística y diversidad de los bosques de la microcuenca de Cotabana distrito de Huanoquite Provincia de Paruro Region Cusco*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias, Cusco.
- Lopez, R. (2000). Estudio Silvicultural de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* DUCKE). *Revista Forestal del Perú*, 10(1-2), 1-7.
- Luis, C. (2009). *Dendrocronología en árboles de Tornillo, Cedrelinga cateniformis Ducke (Fabaceae), del Centro de Investigaciones Jenaro Herrera en el noreste de la Amazonia, Región Loreto – Perú*. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae, Lima.
- Luna Alvarado, S. F. (2013). *Contenido de carbono almacenado en los fustes de nueve especies comerciales en un bosque humedo tropical de colina baja en el distrito de Yavari, Loreto, Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de ciencias forestales, Iquitos.
- Macdicken, K. (1997). *guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects (Arlington, VA: Winrock international)*.
- Macedo Corazao, F. J. (2012). *Tamaño optimo de la unidad de muestreo para inventarios forestales en la comunidad campesina de Tres Unidos, distrito del Alto Nanay, Región Loreto*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Forestales, Iquitos.
- Malhi, Y., Baker, T., Phillips, O. L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., . . . Lloyd, J. (2004). The aboveground coarse wood productivity of 104 neotropical forest plots. *Global Change Biology*(10), 563-59.

- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología de poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología). Serie Ecología*, 5(1), 1-31.
- Mendoza, W., & Beltran, H. (2013). *Guía de Plantas Biodiversidad y Comunidades Nativas del Bajo Urubamba, Peru*. Lima: Programa de Monitoreo de la Biodiversidad.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de Inventario de la Flora y Vegetación* (Agosto, 2015 ed.). Lima, Perú: Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Áreas Naturales Protegidas por el Perú (2001-2015) Conservación para el Desarrollo Sostenible* (Primera edición, junio 2016 ed.). Lima: Ministerio del Ambiente Oficina de Comunicaciones.
- Monteagudo Mendoza, A. (1997). *Evaluación de la Diversidad Arborea en tres Bosques Representativos del Santuario Histórico de Machupicchu*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Monteagudo Mendoza, A. M. (2014). *Influencias del ambiente y los seres humanos sobre la composición y diversidad arbórea en Madre de Dios*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Biológicas, Cusco.
- Moreno, J. A., Burgos Salcedo, J. D., Nieves, H. E., & Buitrago, C. E. (2005). Modelo alométrico general para la estimación del secuestro de carbono por plantaciones de Caucho *Hevea brasiliensis* Mull Arg. Colombia. *Colombia Forestal*, 9(18), 5-21.
- Morlans, M. C. (2004). *Introducción a la Ecología de Poblaciones*. Universidad Nacional de Catamarca, Departamento de Ecología. Catamarca: Editorial Científica Universitaria.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: El País.

- Natureserve. (2009). *International Ecological Classification Standard: Terrestrial Ecological Classifications. Sistemas Ecológicos de los Andes del Norte y Centro*. NatureServe Central Databases, Arlington, VA.
- Ordaz Sanz, J. A., Melgar Hiraldo, M., & Rubio Castaño, C. M. (2010). *Metodos estadísticos y económetricos en la empresa y para finanzas*. Universidad Pablo de Olavide , Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica .
- OSINFOR; IIAP;. (2018). *Fichas de identificación de especies forestales maderables y silvicultura tropical*. V Curso Taller Fortalecimiento de Capacidades a Supervisores Forestales en aplicación de criterios técnicos, reconocimiento de especies maderables y uso de tecnologías en la supervisiones, Loreto-Nauta.
- Ospina Montealegre, R., Ardilla Fernandez, A. F., Martinez Bolaños, D. F., & Rengifo Canizales, E. (2013). Biomasa aérea y contenido de carbono del saladillo (Caraipa llanorum) en Puerto Carreño, Vichada Colombia. *Colombia Forestal*, 16(2), 158-170.
- Pallqui Camacho, N. C. (2013). *Dinámica de un Bosque Tropical: Biomasa Aérea y Analisis en Parcelas Permanentes a Largo Plazo, Reserva Nacional de Tambopata - Madre de Dios*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Biológicas, Cusco.
- Palomino Diaz, E., Chávez Huamán , W., Maxi Calle, J., & Cusiquispe Quispe, M. (2005). *Zonificación Ecológica Económica de la Provincia de la Convención* (Vol. II). (Ministerio de Energía y Minas, Municipalidad de la Convención, Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, & GTCI Camisea, Eds.) Quillabamba, Perú.
- Pedroza, I., Juarros-Basterretxea, J., Robles-Fernandez, A., Basteiro, J., & Garcia-Cueto, E. (2014). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar? *Universitas Psychologica*, 14(1), 245-254. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rups/v14n1/v14n1a21.pdf>
- Perales Vargas, C. E. (2017). *Dinámica Forestal en un Área de Bosque Húmedo premontano, Fundo Santa Teresa, Distrito de Rio Negro, Región Junin*. Tesis de

pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Lima.

Phillips, O., & Esquivel Muelbert, A. (2018). Rainforests and the carbon cycle Recent research in the Amazon. *Geography Review*, 22-25. Retrieved from www.hoddereducation.co.uk/geographyreview

Phillips, O., Lawrence, A., Reategui Ismodes, A., Lopez, M., Wood, D., Rose, S., . . . Monteagudo, A. (2001). *Una Metodología de Evaluación de la Biodiversidad y de los Recursos del Bosque*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Madre de Dios: Proyecto Biodiversidad y Comunidad.

Pillaca Ortiz, J. M., & Florez Cutipa, B. L. (2014). *Determinación del stock de carbono en la biomasa aérea y necromasa en diferentes tipos de vegetación en la comunidad de puerto arturo, distrito de Tambopata, Madre de Dios Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado.

Pinedo Catashunga, E. (2015). *Biomasa, contenido de carbono y secuestro de CO2 en plantaciones de Cedrelinga cateniformis Ducke de diferentes edades, CIEFOR Puerto Almendra Iquitos - Perú*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.

Pinedo Cruz, W. (2017). *Valor económico del volumen maderable y dióxido de carbono fijados en árboles por clase diamétrica del Arboretum Puerto Almendra, Loreto-Perú*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Agronomía, Iquitos.

Portal Cahuana, L. A. (2017). *Potencial Dendrocronológico de Árvores da Família Fabaceae na Floresta Tropical Amazônica*. Tesis de maestría, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Rio de Janeiro.

REDD. (2011). *Estimación de los costos de oportunidad de REDD+*. Manual de Capacitación, El Forest Carbon Partnership Facility (FCPF).

Rojas Tuanama, R., & Vilca Tello, J. C. (2017). *Distribución espacial y biometría de la composición florística en el arboretum "El Huayo", Loreto, Perú*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.

- Romero Saldaña, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Enfermería del Trabajo: Maquetación 1*, 6(3), 105-114.
- Sangama Chota, M. (2017). *Estructura Horizontal, Volumen Comercial y Valoración Económica de un Bosque de Colina Baja de la Cuenca del Huallaga, Provincia de Alto Amazonas, Loreto - Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.
- Servicio Nacional de Areas Naturales Protegidas. (2016). *Plan Maestro del Santuario Nacional Megantoni, 2016-2020*. Quillabamba, Perú: Santuario Nacional Megantoni.
- Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas. (2007). *Plan Maestro del Santuario Nacional Megantoni, 2007-2015*. Cusco: Santuario Nacional Megantoni.
- Torres Noriega, M. E. (2015). *Estructura horizontal y valoración económica de la madera de las especies comerciales de un bosque de colina baja, Rio Blanco, Loreto, Perú*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.
- Torres Pisango, R. M. (2018). *Inventario forestal de un bosque de colina baja con fines de manejo, cuenca del Itaya Loreto-Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Forestales, Iquitos.
- Valenzuela, L., Vasquez, R., Rojas, R., Villalba, M., Phillips, O., Lopez, G., . . . Pallqui, N. (2015). Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS). *Arnaldoa*, 22(I), 243-268.
- Vallejos Torres, G., Gonzales Polar, L. E., & Arevalo Lopez, L. A. (2014). Enraizamiento de Brotes de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke), en la Amazonía Peruana. *Revista Forestal Mesoamericana Kuru*, 5.
- Vazquez, R., & Rojas, R. D. (2016). *Clave para identificar grupos de familias de Gymnospermae y Angiospermae del Perú*. Jardín Botánico de Missouri.
- Vega Navarro, E. M. (2017). *Almacenamiento de Carbono en la Biomasa Aérea de un Bosque de Colina Baja de la Parcela de Corta Anual 07 de la concesión N° 16-*

IQU/C-J-236-04, Cuenca del Rio Napo, Iquitos - Perú. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos.

Vicuña miñano, E., Baker, T. R., Banda-R, K., Honorio Coronado, E., Monteagudo, A., Phillips, O. L., . . . Vasquez Martinez, R. (2018). El sumidero de carbono en los bosques primarios Amazónicos es una oportunidad para lograr la sostenibilidad de sus conservacion. *Folia Amazónica*, 27(1), 101-109. doi:<https://doi.org/10.24841/fa.v27i1.456>

Vidaurre , H., Sabogal , C., Weber, J. C., Sotelo Montes, C., & Marmillod, D. (1999). *Efectos del suelo, luz y fisiografía en el crecimiento de la regeneración natural y artificial de Cedrelinga cateniformis Ducke (Fabaceae) en bosques húmedo tropicales de la Amazonía Peruana.* International Centre for Research in Agroforestry, Center for International Forestry Research, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Perú.

Vidaurre, H. (1997). *Balance de Experiencias Silviculturales con Cedrelinga Catenaeformis Ducke (Mimosoideae) en la Región de Pucallpa, Amazonia Peruana.* Iquitos, Perú: Ceone Metasistemas.

Vriesendorp, C., Chávez, L. R., Moskovits, D., Shopland, J., & (eds). (2004). *Rapid Biological Inventories Megantoni.* Chicago, Illinois: Field Museum.

Yagui Briones, H., & Mena Álvarez, J. (2017). *Los Servicios Ecosistémicos que brinda la Reserva Comunal Amarakaeri: Biodiversidad, Agua y Carbono.* Lima, Perú: WWF y ECA-RCA.

Yepes, A., Herrera, J., Phillips, J., Cabrera, E., Galindo, G., Granados, E., . . . Cardona, M. (2015). Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. *Biología Tropical*, 63(1), 69-82.

Zanne, A. E., Lopez-Gonzales, G., Coomes, D. A., Llic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., . . . Chave, J. (2009). *Global Wood Density Database.* doi:<https://doi.org/10.5061/dryad.234/1>

ANEXOS

Anexo 1: Documento de autorización para la elaboración de la presente investigación.

	PERÚ	Ministerio del Ambiente	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado	Santuario Nacional Megantoni Reserva Comunal Machiguenga
---	------	-------------------------	---	---

"Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"

Quillabamba, 10 de agosto del 2018

CARTA N° 17 -2018 - SERNANP-SNM

Señor.
Denis Gonzalo Esquivel Quispe
Calle Atahualpa S/N Oropesa - Quispicanchis-Cusco.

Cusco.-

Asunto: Autorización para realizar investigación en el Santuario Nacional Megantoni.

Por medio de la presente me dirijo a usted, para saludarlo cordialmente y al tiempo hacerle llegar la Resolución Jefatural del Santuario Nacional Megantoni N° 007-2018-SERNANP-SNM/J, en la cual esta Jefatura autoriza realizar investigación en la zona de uso turístico del ANP desde el 10 al 31 de agosto del presente tal como indica su plan de trabajo.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para expresarle las consideraciones mas distinguidas

Atentamente,




Ing. Erick E. Zamalloa Calle
Jefe Santuario Nacional Megantoni
SERNANP

Se adjunta Resolución Jefatural N° 07-2018-SERNANP-JSNM

Calle Diecisiete N° 355, Urb. El Palomar - San Isidro, Lima 27 LIMA - PERÚ	Sede Administrativa Santuario Nacional Megantoni Jr. Sabas Sarazola K-17 - La Convención - Cusco Telf. 084 - 281961
--	---



RESOLUCION JEFATURAL DEL SANTUARIO NACIONAL MEGANTONI N°007-2018-SERNANP-SNM-J

Quillabamba 10 de Agosto del 2018

VISTO:

El Informe N° 017-2018-SERNANP-SNM-ELZPC de fecha 09 de agosto de 2018, que evalúa la solicitud presentada por el señor Denis Gonzalo Esquivel Quispe para realizar la investigación científica que incluye la colecta o extracción de muestras biológicas en el marco del proyecto denominado: Estructura Poblacional y Estimación del Carbono en la Biomasa Aérea de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae) En La Zona de uso Turístico - Recreativo del Santuario Nacional Megantoni, La Convención - Cusco, en el ámbito de Santuario Nacional Megantoni, por el periodo de 21 días.

CONSIDERANDO:



Que, según lo previsto en los incisos g) e i) del artículo 2° de la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, unos de sus principales objetivos de protección es servir de sustento y proporcionar medios y oportunidades para el desarrollo de la investigación científica;

Que, en concordancia con ello, en el artículo 29° de la precitada Ley, se establece que el Estado reconoce la importancia de las Áreas Naturales Protegidas para el desarrollo de la investigación científica básica y aplicada, siempre que no afecte los objetivos de conservación, se respete la zonificación y las condiciones establecidas en el Plan Maestro;

Que, la actualización del Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, aprobada por Decreto Supremo N° 016-2009-MINAM, refiere que la investigación científica constituye una herramienta básica para la generación de información que permita mejorar el conocimiento sobre la diversidad biológica, así como para el manejo de recursos naturales y la gestión de riesgos y amenazas;

Que, mediante Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, publicado el 23 de setiembre de 2015, se declara de interés nacional el desarrollo de investigaciones al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional, determinándose su gratuidad, así como los procedimientos de aprobación automática y evaluación previa para su otorgamiento;

Que, en el artículo 4° del mencionado Decreto Supremo, se prevé cinco supuestos en los que la autorización de investigación requiere de evaluación previa: a) ingreso a ámbitos de acceso restringido, b) la colecta o extracción de muestras biológicas, c) se prevea la alteración del entorno o instalación de infraestructura en el caso de áreas naturales protegidas de administración nacional, d) el uso de equipo o infraestructura perteneciente a las ANP de administración nacional, e) investigación en predios privados;

Que, mediante Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP, publicada el 20 de enero de 2016, se aprueban las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, las mismas que establecen las normas y lineamientos que regulan las investigaciones realizadas al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional;

Que, en el artículo 23° de las precitadas Disposiciones Complementarias se establecen los criterios de evaluación del Plan de Investigación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 35-2017-MINAM del 03 de febrero del 2017, modifica, entre otros, el Procedimiento N° 4 del Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del SERNANP, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2012-MINAM y modificado por Resolución Ministerial N° 152-2016-MINAM y Resolución Ministerial N° 315-2016-MINAM;

Que, mediante la Resolución Presidencial N° 099-2017-SERNANP, publicado el 18 de abril de 2017, se modifica el proceso GAN-01-10-Otorgamiento de Certificado de Procedencia, asimismo deja sin efecto la Resolución Presidencial N° 250-2013-SERNANP que aprobó el Certificado de Procedencia de los recursos naturales renovables forestales, flora y/o fauna silvestre provenientes de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional;



Que, a través del documento del visto, el señor *Denis Gonzalo Esquivel Quispe* solicita autorización para realizar investigación científica que incluye la colecta o extracción de muestras biológicas en el marco del proyecto denominado Estructura Poblacional y Estimación del Carbono en la Biomasa Aérea de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae) En La Zona de uso Turístico - Recreativo del Santuario Nacional Megantoni, La Convención - Cusco, en el ámbito del Santuario Nacional Megantoni, por el período de 21 días;

Que, mediante Informe N° 017-2018-SERNANP-SNM-E/LZPC de fecha 09 de agosto de 2018, se evalúa la solicitud presentada, concluyendo que el expediente cumple con los requisitos establecidos en el artículo 18° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, y que el Plan de Investigación se encuentra conforme a los criterios establecidos en el artículo 23° de las Disposiciones Complementarias en mención;

En uso de las atribuciones conferidas por el numeral 2.1 del artículo 2° del Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, el artículo 14° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, aprobadas por Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP, y el artículo 27° del Reglamento de Organización y Funciones del SERNANP, aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2008-MINAM.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar el desarrollo de la investigación científica denominada Estructura Poblacional y Estimación del Carbono en la Biomasa Aérea de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae) En La Zona de uso Turístico - Recreativo del Santuario Nacional Megantoni, La Convención - Cusco a favor de Denis Gonzalo Esquivel Quispe, a ser realizada en el ámbito de Zona de uso Turístico - Recreativo del Santuario Nacional Megantoni por el periodo de 21 días, contado a partir de la fecha de emisión de la presente Resolución.

Artículo 2°.- Autorizar el ingreso a Santuario Nacional Megantoni a las siguientes personas, integrantes del equipo de investigación:

Apellidos y Nombres	Documento de Identidad	País de Procedencia	Cargo
Esquivel Quispe Denis Gonzalo	48508678	Perú	Responsable
Esquivel Quispe Dante Davis	46323015	Perú	Colaborador
Mayorga Acurio Ana Milagros	70449019	Perú	Asistente



Artículo 3°.- Autorizar la colecta de individuos *Cedrelinga cateniformis* Ducke (Fabaceae), de acuerdo a lo indicado en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1

Orden	Especie (Taxón)	Cantidad máxima a ser colectada (en letras y números)
Fabales	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Cinco (5)

Precisar que la presente autorización no otorga derechos sobre los recursos genéticos o productos derivados de las muestras colectadas.

Artículo 4°.- Los integrantes del equipo de investigación son responsables de conocer y cumplir las disposiciones contenidas en la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 038-2001-AG, modificado por Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, así como en la Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP. Asimismo, los investigadores deberán cumplir con las normas que la Jefatura y su personal dispongan durante el desarrollo de la investigación.

Artículo 5°.- El señor Denis Gonzalo Esquivel Quispe, autorizado en el artículo 1° de la presente Resolución, en su calidad de investigador principal asume las siguientes obligaciones y compromisos:

- a. Presentar copia de la presente autorización al personal del ANP que lo solicite.
- b. No extraer muestras biológicas distintas a las autorizadas.

- c. Tramitar el certificado de procedencia, cuando se requiera trasladar las muestras de material biológico colectado fuera del ámbito del ANP.
- d. Comunicar al SERNANP cualquier nuevo registro para la ciencia, debiendo entregar una copia del depósito del holotipo del nuevo taxa en una institución científica nacional autorizada. La extracción de dichos ejemplares incluyendo los nuevos registros para el ANP deberán ser reportados a la Jefatura de ANP (en el Puesto de Control o sede administrativa más cercana) para su respectiva consignación en el certificado de procedencia.
- e. Gestionar los permisos de exportación ante la autoridad competente, cuando se requiera enviar al extranjero parte del material biológico colectado.
- f. Entregar una vez publicado los resultados de la investigación, una copia digital del informe o la publicación al SERNANP y autorizar su registro en la biblioteca digital del SERNANP.
- g. Entregar a la jefatura del ANP un informe final de la investigación.
- h. No utilizar las muestras biológicas con fines de acceso a recursos genéticos o sus productos derivados; así como, no utilizar los conocimientos colectivos vinculados a los recursos biológicos de pueblos indígenas; sin contar con el contrato de acceso correspondiente.

El incumplimiento injustificado de estas obligaciones y compromisos producirá el ingreso del investigador en la lista de investigadores inhabilitados para próximas autorizaciones emitidas por el SERNANP.

Artículo 7°.- La autorización a la que se refiere el Artículo 1° caducará automáticamente al vencer el plazo concedido, por el incumplimiento injustificado de los compromisos adquiridos o por cualquier daño al patrimonio natural, sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles o penales que pudieran originarse.

Artículo 8°.- El SERNANP se abstiene de toda responsabilidad por los accidentes o daños que puedan sufrir los integrantes del equipo de investigación durante el desarrollo del proyecto de investigación científica.

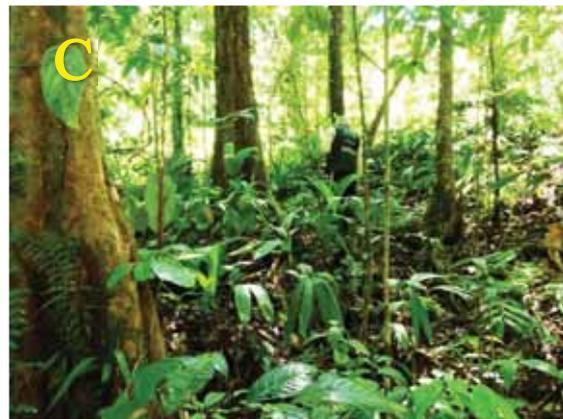
Artículo 9°.- Regístrese la presente Resolución en el Módulo de Seguimiento a las autorizaciones de investigación del SERNANP, en el archivo de autorizaciones del Santuario Nacional Megantoni y publíquese en la página web del SERNANP www.sernanp.gob.pe.

Regístrese y comuníquese.



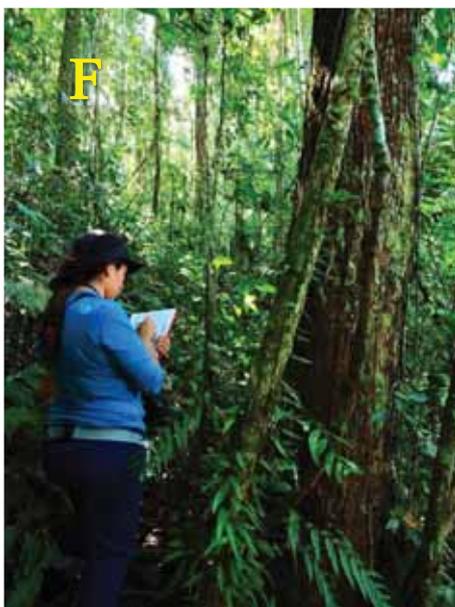
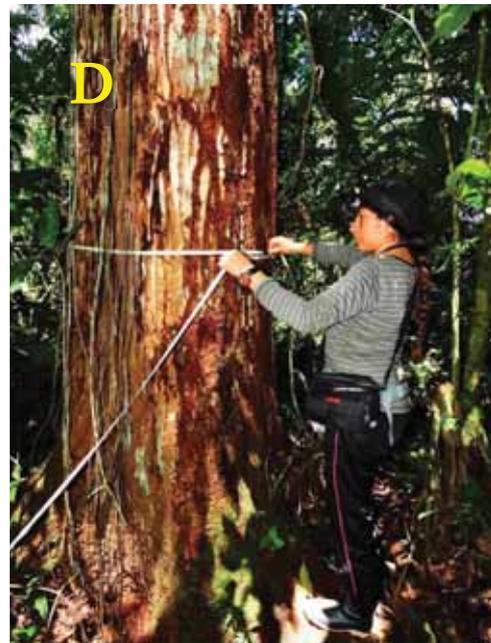
Erick Efraín Zamalloa Calle
Jefe del Santuario Nacional Megantoni
Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SERNANP

Anexo 2: Fotos de los bosques dentro del Santuario Nacional Megantoni donde instalaron los 9 transectos.



- A. Sector Oseroato (SNM_1 y SNM_2)
- B. Sector Toterato (SNM_3 y SNM_4)
- C. Sector Yoyato (SNM_5 y SNM_6)
- D. Sector Pomoreni (SNM_7)
- E. Sector Osheto parte alta (SNM_9)
- F. Sector Osheto parte baja (SNM_8)

Anexo 3: Fotos, levantamiento de información en campo.



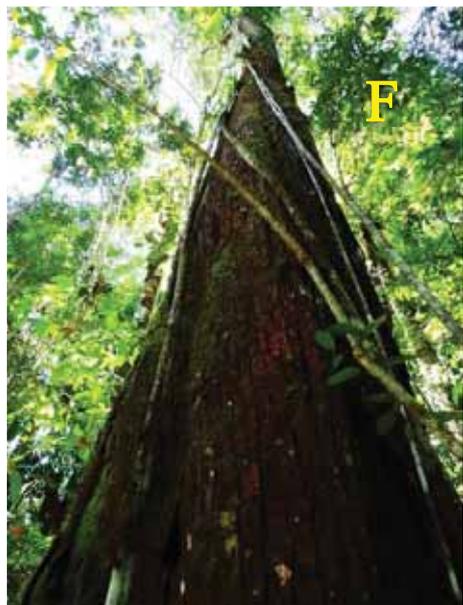
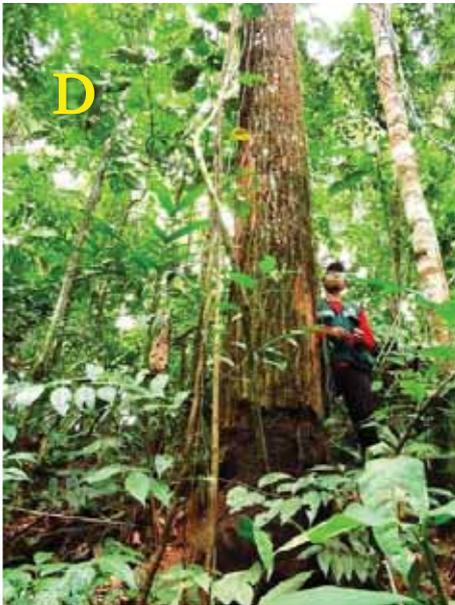
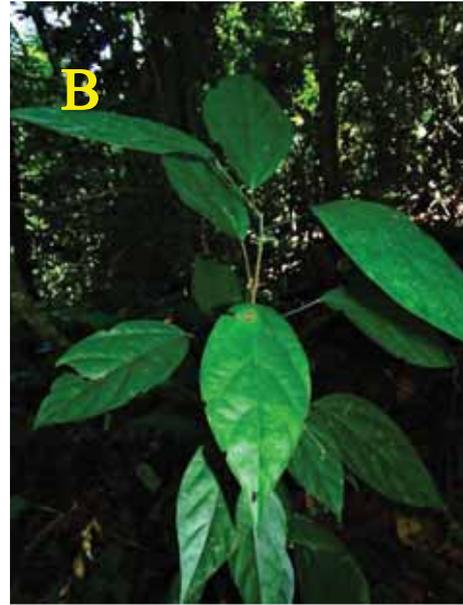
A. instalación del transecto

B y C. registro de brinzales

D. medición del DAP

E y F. toma de datos y estimación de la altura

Anexo 4: Fotos de individuos de *Cedrelinga cateniformis* encontrados.



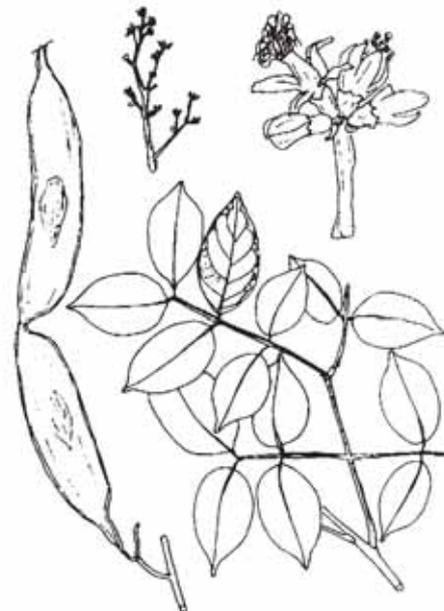
- A. árbol adulto
- B y C. brinzales o plántulas
- D. individuo muerto parado
- E. copa, ramas y hojas
- F. individuos con lianas en su tronco

Anexo 5: Descripción botánica de *Cedrelinga cateniformis* Ducke.

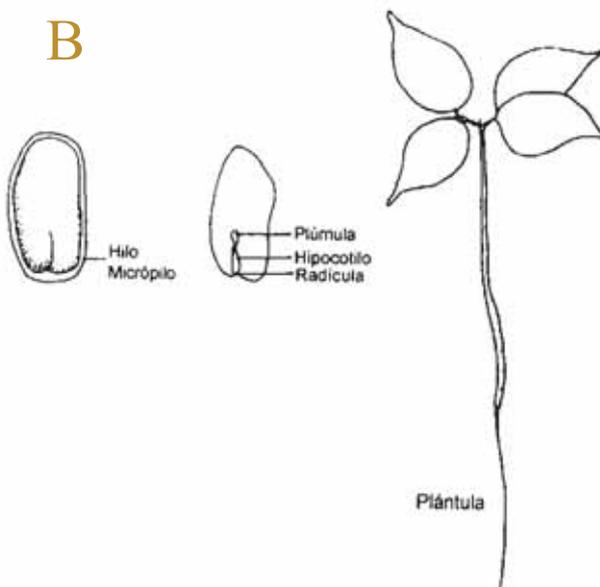
Descripción botánica de *Cedrelinga cateniformis* Ducke.



A

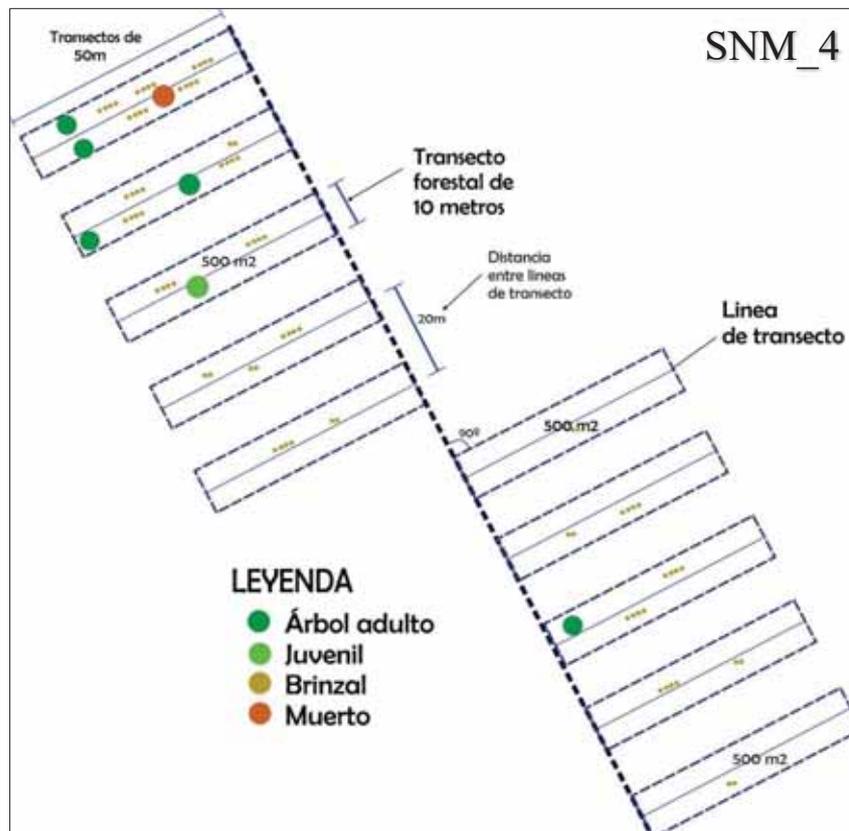
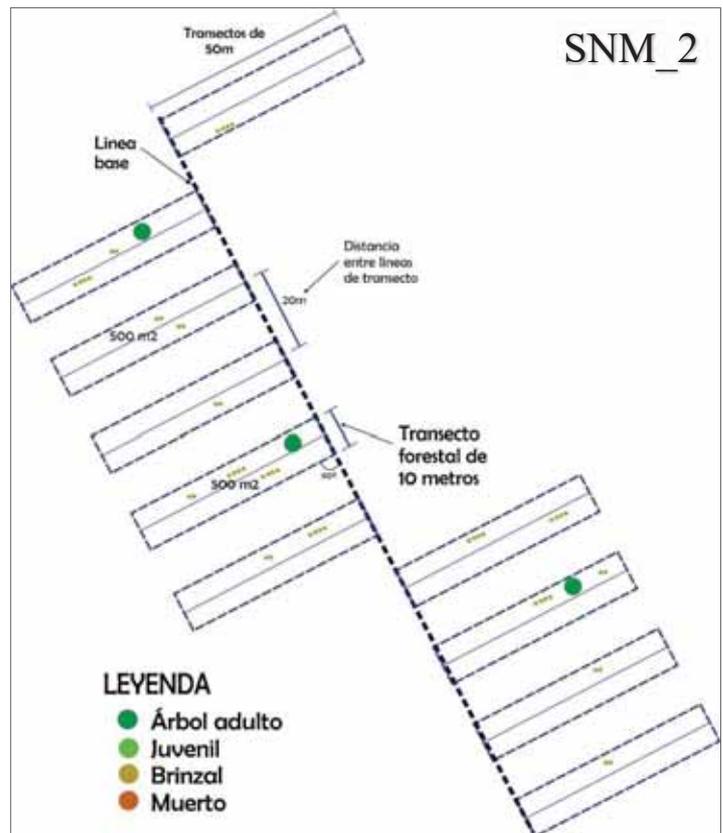
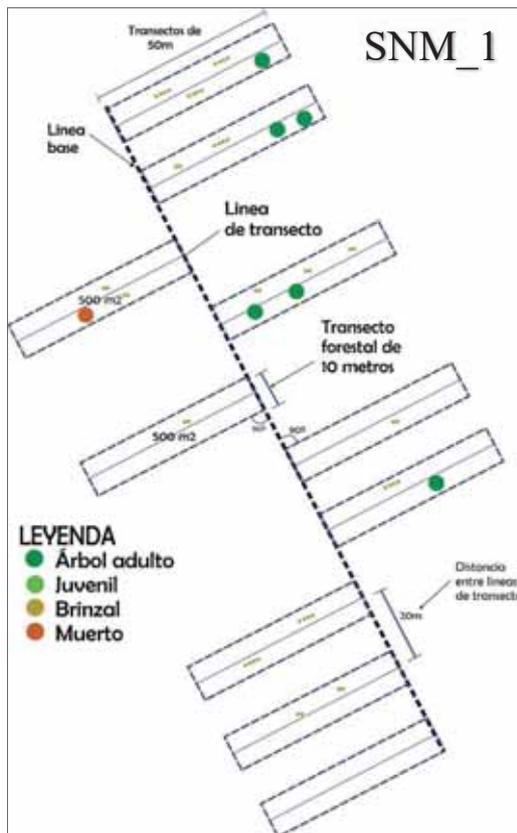


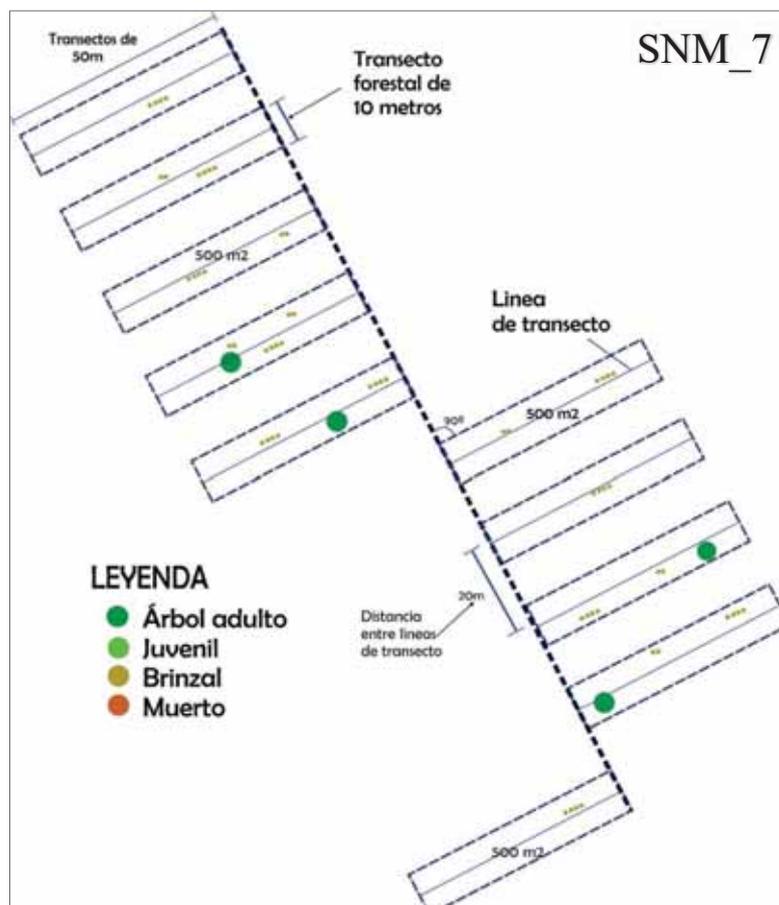
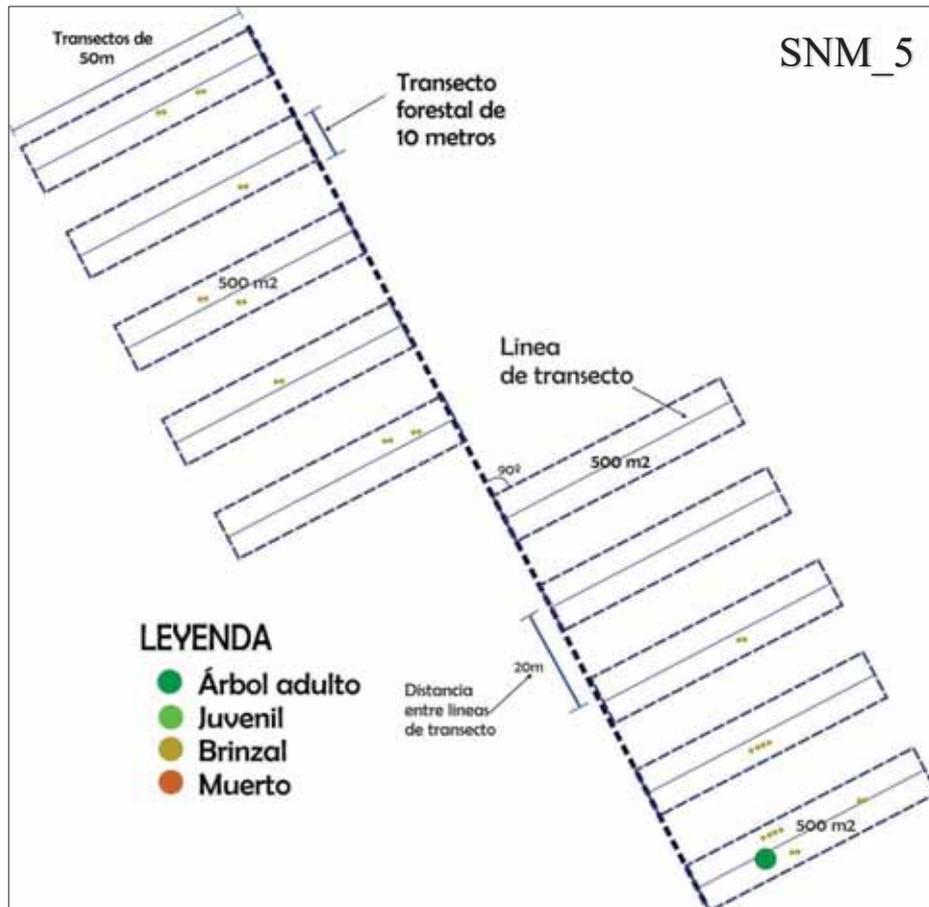
B



Fuente: Bernardi *et al.* 1981, (A). Algunas características botánicas sobresalientes de *Cedrelinga cateniformis* (B). Características de la semilla y plántulas de *Cedrelinga cateniformis*

Anexo 6: Distribución espacial de los transectos instalados.





Anexo 7: Datos de estructura poblacional normalizados para el cálculo de distancias euclidianas.

Transectos	Estado de desarrollo				Área Basal	Clases diamétricas					
	Brinzales	Juveniles	Adultos	Muertos		5.a.20	20.1a40	40.1a60	60.1a80	80.1a100	mayora100
SNM 1	1.2246	-0.3333	1.3538	2.4112	1.8465	-0.3333	-0.6667	-0.4714	1.8856	-0.5480	2.2750
SNM 2	-0.6746	-0.3333	-0.4738	-0.5480	-0.2124	-0.3333	-0.6667	-0.4714	0.4714	-0.5480	0.1197
SNM 3	2.0006	-0.3333	0.7446	0.4384	0.9468	-0.3333	-0.6667	-0.4714	0.4714	1.4248	0.1197
SNM 4	0.4367	2.6667	0.7446	0.4384	-0.1432	2.6667	1.3333	2.3570	-0.9428	-0.5480	0.1197
SNM 5	-0.6913	-0.3333	-1.6922	-0.5480	-1.3976	-0.3333	-0.6667	-0.4714	-0.9428	-0.5480	-0.9579
SNM 6	-0.7105	-0.3333	-1.0830	-0.5480	-0.8439	-0.3333	-0.6667	-0.4714	-0.9428	0.4384	-0.9579
SNM 7	-0.4471	-0.3333	0.1354	-0.5480	-0.4719	-0.3333	1.3333	-0.4714	0.4714	0.4384	-0.9579
SNM 8	-0.4650	-0.3333	-0.4738	-0.5480	-0.4546	-0.3333	-0.6667	0.9428	0.4714	-1.5344	0.1197
SNM 9	-0.6734	-0.3333	0.7446	-0.5480	0.7305	-0.3333	1.3333	-0.4714	-0.9428	1.4248	0.1197

Transectos	Clases altimétricas					Iluminación de la copa				
	1a10	10.1a20	20.1a30	30.1a40	40.1a50	Emergente	Dominante	Codominante	Intermedio	Suprimido
SNM 1	-0.3333	-0.5040	0.3849	0.6667	1.9883	2.2048	-1.3333	-0.5040	-0.3333	-0.3333
SNM 2	-0.3333	-0.5040	0.3849	-1.3333	0.6118	-0.0630	-0.3333	-0.5040	-0.3333	-0.3333
SNM 3	-0.3333	-0.5040	0.3849	1.6667	-0.7647	0.5040	-0.3333	1.7638	-0.3333	-0.3333
SNM 4	2.6667	1.7638	1.5396	-1.3333	0.6118	-0.6299	1.6667	1.7638	-0.3333	2.6667
SNM 5	-0.3333	-0.5040	-1.9245	-0.3333	-0.7647	-0.6299	-1.3333	-0.5040	-0.3333	-0.3333
SNM 6	-0.3333	-0.5040	-0.7698	-0.3333	-0.7647	-1.1969	0.6667	-0.5040	-0.3333	-0.3333
SNM 7	-0.3333	-0.5040	0.3849	0.6667	-0.7647	-0.0630	0.6667	-0.5040	-0.3333	-0.3333
SNM 8	-0.3333	-0.5040	0.3849	-0.3333	-0.7647	-0.6299	0.6667	-0.5040	-0.3333	-0.3333
SNM 9	-0.3333	1.7638	-0.7698	0.6667	0.6118	0.5040	-0.3333	-0.5040	2.6667	-0.3333

Anexo 8: Pruebas de normalidad para la biomasa y carbono almacenado, empleando el software IBM SPSS statistics 22.

Pruebas de normalidad ^c							
Nro. de Transecto		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biomasa Aérea Chave <i>et al.</i> (2014) (t ha⁻¹)	SNM_1	,198	6	,200*	,890	6	,319
	SNM_2	,340	3	.	,848	3	,235
	SNM_3	,212	5	,200*	,933	5	,618
	SNM_4	,304	5	,148	,783	5	,058
	SNM_6	,260	2	.			
	SNM_7	,187	4	.	,981	4	,909
	SNM_8	,302	3	.	,910	3	,417
	SNM_9	,259	5	,200*	,941	5	,675

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

c. Biomasa Aérea Chave *et al.* (2014) (t ha⁻¹) es constante cuando Nro. de Transecto = SNM_5. Se ha omitido.

Anexo 9: Análisis de varianza (ANOVA de un factor) para la biomasa aérea, conjuntamente pruebas de homogeneidad de varianzas (estadístico de Levene), empleando el software IBM SPSS statistics 22.

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Biomasa Aérea Chave <i>et al.</i> (2014) (t ha ⁻¹)			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,399	8	26	,243

ANOVA

Biomasa Aérea Chave <i>et al.</i> (2014) (t ha ⁻¹)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	247,127	8	30,891	,444	,883
Dentro de grupos	1,809,684	26	69,603		
Total	2,056,811	34			

Anexo 10: Pruebas de normalidad de los Volúmenes de madera obtenidos para cada transecto, empleando el software IBM SPSS statistics 22.

Pruebas de normalidad ^c							
Nro. de Transecto		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Volumen de Madera (m ³)	SNM_1	,236	6	,200*	,858	6	,182
	SNM_2	,322	3	.	,880	3	,324
	SNM_3	,220	5	,200*	,949	5	,732
	SNM_4	,326	5	,088	,845	5	,179
	SNM_6	,260	2	.			
	SNM_7	,190	4	.	,974	4	,864
	SNM_8	,309	3	.	,901	3	,387
	SNM_9	,205	5	,200*	,957	5	,790

* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

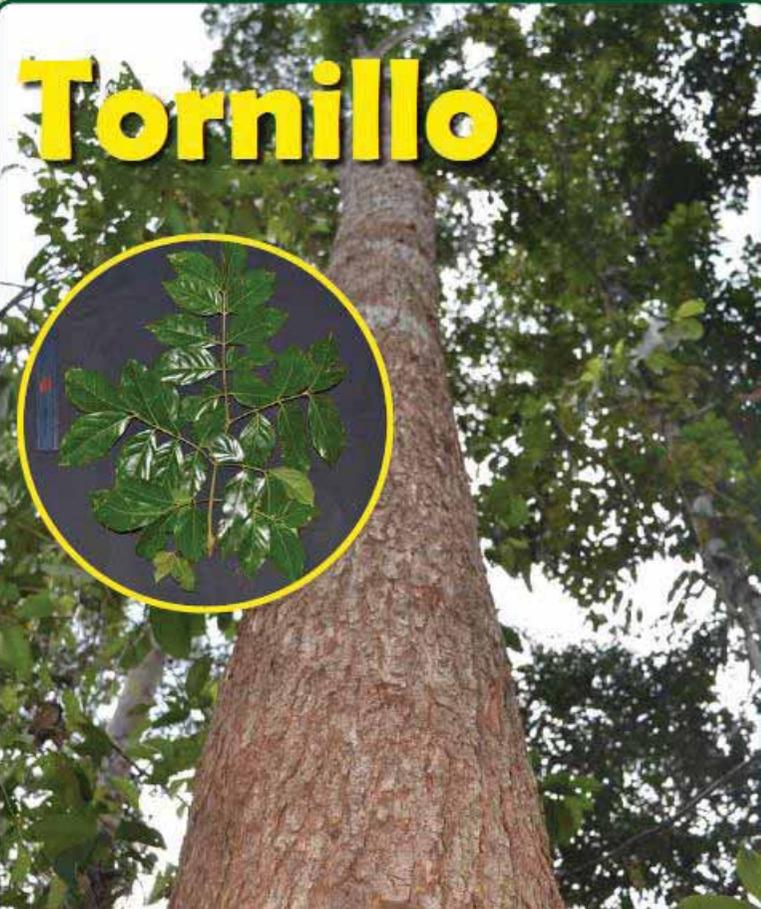
a Corrección de significación de Lilliefors

c Volumen de Madera (m³) es constante cuando Nro. de Transecto = SNM_5. Se ha omitido.

Anexo 11: Análisis de varianza (ANOVA de un factor) para el volumen de madera, conjuntamente pruebas de homogeneidad de varianzas (estadístico de Levene), empleando el software IBM SPSS statistics 22.

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Volumen de Madera (m ³ ha ⁻¹)			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
2,607	8	26	,031

ANOVA					
Volumen de Madera (m ³ ha ⁻¹)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	417,715	8	52,214	,665	,717
Dentro de grupos	2,042,508	26	78,558		
Total	2,460,223	34			



Especie : *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke
Familia : Fabaceae
Nombre local : "Tornillo", "cedro masha", "huayra caspi"

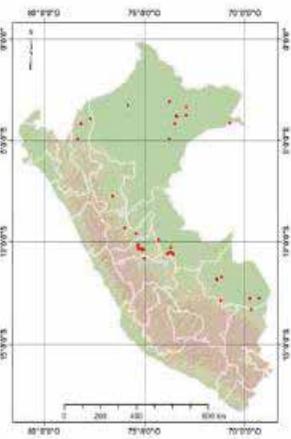
Sinónimos: *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke, *Piptadenia catenaeformis* Ducke, *Piptadenia cateniformis* Ducke, *Pithecellobium catenaeformis* (Ducke) Cardenas, *Pithecellobium cateniformis* (Ducke) L. Cárdenas.




Frutos
 Legumbres linear-oblongas, 14-42.5 × 3-4.2 cm, ápice apiculado, base acuminada.



Distribución y usos en el Perú



HABITAT
 Habita en Bosque de terraza alta y Bosque de colina baja, Bosque de colina alta, Bosques de montañas; en altitudes de 100 a 965 msnm, con un promedio de 428 m.

USOS
 Se usa en estructuras de viviendas, carpintería, maderamen y castillado, carrocerías, muebles ordinarios, puntales, juguetería.

Referencias bibliográficas:
 Vásquez, R. 1997. *Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú*. Missouri Botanical Garden Press. Saint Louis USA. 1046 pp.
 Ribeiro J., Hopkins M., Vicentini A., Sothers C., Costa M., Brito J., Souza M., Martins L., Lohmann L., Assuncao P., Pereira E., Silva C., Mesquita M. y Procopio L. 1999. *Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA. Manaus, Brasil. 799 pp.

Fuste

Fuste cilíndrico, base recta a ligeramente digitada.



Corteza

Corteza externa fisurada, color marrón pardo a rojizo, con ritidoma que se desprende en placas rectangulares. Corteza interna homogénea, color crema a rosado blanquecino, sin exudaciones.



Ramita

Subteretes, lenticeladas, glabras.



Hoja

Compuestas, alternas, bipinnaticompuestas, con 1-2 pares de pinnas; folíolos 12-24, coriáceos, ovados o elípticos, 5-20 x 3-9 cm, ápice brevi-acuminado, base obtusa, inequilátera, haz y envés pálidos, margen entero, plano; pecíolos 8-20 cm de largo.



Inflorescencia y flores

Inflorescencias terminales o axilares en pequeñas cabezuelas (pedunculadas); flores hermafroditas, sésiles, cáliz sub glabro, muy pequeño, con 5 sépalos triangulares, corola con 5 lóbulos profundos, de un color que varía del verdusco al amarillento, los estambres sobresalen a la corola, a la cual están insertos en su parte media, blanquecinos, connatos, ovario súpero.

Anexo 13: Modelo de la ficha de campo empleada para la toma de datos. Fuente: Modificado de, manual del campo, evaluaciones botánicas y forestales, y evaluación del impacto sobre los recursos del bosque por las poblaciones locales (Phillips *et al.* 2001).

Ficha de datos forestales											
Datos forestales: especies claves		<i>Cedrelinga cateniformis</i>					Topografía: accidentada con pendientes pronunciadas				
Sector: Oseroato		Número de transecto:		1							
Linea o faja (4 /10): de 10x 50 m		Estado de intervencion del bosque:		bosque primario cn impacto en actividades turisticas							
Vegetacion: Bosque mixto maduro, con sotobosque regular											
Personal: Gonzalo esquivel				altura(m): 1.60			Fecha: 13/08/2018				
N°	Familia (1)	Especie Clave (2)	Etapa de Desarrollo (3) , 1, 2, 3, M,C	Altura (4)					DAP/CAP (5)		Iluminacion de la copa (6)
				ángulo de correccion	distancia	angulo de la base	Altura Comercial (°)	Altura Total (°)			
1	Fabaceae	C. cateniformis	1(29)					≤ 1			Nada directa
2	Fabaceae	C. cateniformis	3	0	15	0	43	70		3.47	emergente
3	Fabaceae	C. cateniformis	M	0	0	0	0	0		0	
4	Fabaceae	C. cateniformis	3	0	16	0	41	67		3.38	emergente

(1 = Plantón, 2 = juvenil, 3 = adulto, M= Muerto natural, C = Muerto cortado)