

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DECANATO



TESIS

“Estimación de biomasa arbórea del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa,
Lambayeque – Perú”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA BOTÁNICA

PRESENTADO POR:

Bach. Luis Felipe Zuñe Da Silva
Bach. Deborah Camila Dávila Raffo

ASESOR:

Dr. Guillermo E. Delgado Paredes

Lambayeque – Perú
2018

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE BOTÁNICA

TÍTULO: “Estimación de biomasa arbórea del Refugio de Vida Silvestre
Laquipampa, Lambayeque – Perú”

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA BOTÁNICA

PRESENTADO POR:

Bach. Luis Felipe Zuñe Da Silva
Bach. Deborah Camila Dávila Raffo

APROBADO POR:

.....
Dr. Eduardo Tejada Sánchez
PRESIDENTE

.....
Dr. César Vargas Rosado
SECRETARIO

.....
M.Sc. Consuelo Rojas Idrogo
VOCAL

.....
Dr. Guillermo E. Delgado Paredes
ASESOR

Lambayeque – Perú
2018

DEDICATORIA

A mi madre Leda y a mi padre Felipe por sus incondicionales esfuerzos. Gracias a su amor han podido formar con valores al profesional que hoy demuestro ser.

Felipe

A mis padres, Milagros y Alwin por todo el amor y apoyo brindado. A mi hermana Bárbara, por acompañarme y guiarme a pesar de estar lejos. Gracias por la fuerza que me dan para seguir adelante cada día en la aventura de la biología.

Camila

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Guillermo E. Delgado Paredes, por la disposición en asesorarnos, por sus acertados comentarios y por su impecable forma de apoyo en el transcurso de esta investigación.

Del mismo modo a la M.Sc. Consuelo Rojas Idrogo, quien nos brindó parte de su tiempo de manera infatigable para concretar ideas y culminar en hechos anecdóticos.

Asimismo, a nuestros profesores del área de botánica César Estela y Clara Cueva, por afinar mínimos detalles y ayudarnos con el préstamo de instrumentos que nos han servido de soporte en el campo. También a L. Chang, por permitirnos el acceso al Herbario Antenor Orrego, logrando identificar y depositar los especímenes.

Al Ing. Eleazar Rufasto de la Facultad de Agronomía de la UNPRG, por darnos preferencia en el acceso a sus laboratorios, permitiéndonos hacer uso de sus instrumentos para la determinación del tipo de suelo del refugio. Asimismo, a sus tesistas Joel y Mervi por realizar los análisis.

Al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) por brindarnos las facilidades de investigación en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, la que está representada por la autoridad a cargo del Área Natural Protegida el Blgo. William Martínez.

También, a las personas que nos han apoyado incondicionalmente en el campo como el compañero Alejandro Vásquez, el guardaparque comunitario Leopoldo Gonzales y su hospitalaria madre doña Josefina Gonzales, a los guardaparques Alejandro y Napoleón. Y al Sr. Gilberto, quien nos albergó una noche en su restaurant.

Finalmente a todas las personas involucradas indirectamente que han podido contribuir de alguna manera con la realización de este trabajo. A todos gracias totales.

CONTENIDO

RESUMEN / ABSTRACT.....	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Materiales.....	10
3.1.1. Material de campo.....	10
3.1.2. Material biológico.....	10
3.2. Métodos.....	10
3.2.1. Población y muestra de estudio.....	10
3.2.2. Tipo de estudio y diseño de investigación.....	11
3.2.3. Área de estudio.....	11
3.2.3.1. Bosque estacionalmente seco.....	13
3.2.3.2. Bosque de transición.....	14
3.2.3.3. Bosque montano.....	15
3.2.3.4. Praderas expuestas.....	15
3.2.4. Fase de campo.....	17
3.2.4.1. Colecta de material biológico.....	17
3.2.4.2. Colectas de suelo.....	17
3.2.5. Fase de gabinete.....	19
3.2.5.1. Identificación de especies.....	19
3.2.5.2. Estimación de biomasa.....	20
3.2.5.3. Análisis de biodiversidad.....	21
3.2.5.4. Valoración del carbono.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Ubicación de transectos.....	22
4.2. Diversidad arbórea.....	24
4.3. Ubicación espacial de los arboles por transecto.....	25
4.4. Índices de biodiversidad.....	35
4.5. Análisis de similitud.....	36

4.6. Esfuerzo de muestreo.....	37
4.7. Biomasa arbórea.....	38
4.8. Suelos.....	44
4.8.1. Análisis físico.....	44
4.8.2. Análisis químicos.....	45
4.9. Valoración económica del RVSL.....	46
V. DISCUSIONES.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
IX. ANEXOS.....	64
9.1. Autorización de investigación del RVSL.....	64
9.2. Resultado de los análisis de suelos del RVSL.....	65
9.3. Constancia de depósito de muestras botánicas.....	66
9.4. Mapas de ubicación de los transectos realizados en el RVSL.....	67
9.5. Tabla de datos utilizada en este estudio.....	77
9.6. Imágenes de la realización del presente estudio.....	84

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Ubicación de transectos en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.....	22
Cuadro 2. Índices de biodiversidad en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.....	35
Cuadro 3. Biomasa total estimada del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa.....	39
Cuadro 4. Resultados de los análisis físicos del suelo del RVSL.....	44
Cuadro 5. Resultados de los análisis químicos del RVSL.....	45
Figura 1. Ubicación del área de estudio (RVSL) donde se estimó la biomasa arbórea	12
Figura 2. Técnica de muestreo con transectos Whittaker en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	18
Figura 3. Técnica de mapeo de árboles utilizada en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	18
Figura 4. Ubicación de los transectos en el RVSL.....	23

Figura 5. Abundancia de individuos por familias en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	24
Figura 6. Ubicación de los individuos del T1 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	25
Figura 7. Ubicación de los individuos del T2 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	26
Figura 8. Ubicación de los individuos del T3 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	27
Figura 9. Ubicación de los individuos del T4 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	28
Figura 10. Ubicación de los individuos del T5 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	29
Figura 11. Ubicación de los individuos del T6 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	30
Figura 12. Ubicación de los individuos del T7 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	31
Figura 13. Ubicación de los individuos del T8 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	32
Figura 14. Ubicación de los individuos del T9 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	33
Figura 15. Ubicación de los individuos del T10 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	34
Figura 16. Cluster de similitud de Jaccard en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	36
Figura 17. Curva de acumulación de especie en la estimación de biomasa arbórea del RVSL	37
Figura 18. Estimación de biomasa por transecto en el RVSL	40
Figura 19. Comparación de biomásas por transectos entre estimación con altura Feldpausch (2012) y altura real en el RVSL.....	40
Figura 20. Familias que aportan mayor biomasa al RVSL.....	41
Figura 21. Biomasa de especies por transecto en el RVSL.....	41

Figura 22. Estimación de biomasa por piso altitudinal en el RVSL.....	42
Figura 23. Regresión lineal entre biomasa y nivel altitudinal en el RVSL.....	42
Figura 24. Boxplot de biomasa según el nivel altitudinal en el RVSL	43
Figura 25. Porcentaje de biomasa aportada según el tipo de bosque en el RVSL	43

RESUMEN

El presente trabajo informa acerca de la situación arbórea del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, Lambayeque - Perú, la estimación de biomasa y la valoración del carbono presente en el bosque. La investigación se realizó entre octubre y diciembre de 2016. En campo se establecieron 10 transectos Whittaker de 50 x 20 m en diferentes niveles altitudinales, todos debidamente georreferenciados. Se procedió a tomar las medidas necesarias para la evaluación, como altura arbórea, diámetro, ángulos y distancia para el mapeo de ubicación, muestras botánicas y fotografías. Además, se tomó una muestra de suelo en cada transecto a 40 cm de profundidad para una descripción diagnóstica del área estudiada. En gabinete se logró identificar la mayoría de especies arbóreas con el fin de realizar los análisis estadísticos formulados para estimación de biomasa, índices de diversidad, esfuerzo de muestreo, curva de acumulación de especies, entre otras pruebas y cálculos afines a la investigación. Finalmente, se determinó que el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa cuenta con una biomasa de 285.58 (t/ha), siendo el bosque transicional del sector “El Shambo”, ubicado entre los 1000 y 1500 m.s.n.m. el que presentó una mayor biomasa con 805.70 (t/ha).

Palabras clave: Biomasa, valoración de carbono, diversidad, conservación, Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, Perú.

ABSTRACT

The present work reports about the arboreal situation on Laquipampa Wildlife Refuge, Lambayeque - Peru, the estimation of biomass and the evaluation of the carbon in the present forest. The research was carried out between october and december, 2016. In field, we established 10 transects Whittaker of 50 x 20 m in different altitudinal levels, all referenced properly. One proceeded to take the necessary measures for the evaluation, like arboreal height, diameter, angles and distance for the mapping of place, botanical samples and pictures. Also, a soil sample took in every transect to 40 cm deep for a diagnostic description of the studied area. In an office one managed to identify most of arboreal species in order to carry out the statistical analyzes formulated for estimation of biomass, indexes of diversity, effort of sampling, curve of accumulation of species among other tests and related calculations to the investigation. Finally, it was determinated that Laquipampa Wildlife Refuge has a biomass of 285.58 (t/ha), being the transitional forest of the "El Shambo" sector, located between 1000 and 1500 m.a.s.l. , which presented a higher biomass with 805.70 (t/ha).

Keywords: Biomass, carbon valuation, diversity, conservation, Laquipampa Wildlife Refuge, Peru

I. INTRODUCCIÓN

En el 2016, la Organización Meteorológica Mundial (OMN) declaró que la concentración de dióxido de carbono (CO₂) logró superar las 400 ppm. Este incremento del CO₂ atmosférico representa, a nivel global, un daño irremediable e irreversible. Como consecuencia de las actividades humanas, los procesos biológicos naturales se han alterado, lo que ha provocado anomalías y descontrol en el sistema climático. Prueba de ello, en el 2015, se logró alcanzar un nuevo record en relación al aumento de la temperatura media mundial según el Centro Hadley de Servicio Meteorológico del Reino Unido. Esto se debe a que se desencadenaron una serie de procesos principalmente provocados por el hombre, como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que se sumaron a los episodios del fenómeno El Niño.

La 21^{ra} Conferencias de Partes (COP 21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) acordó reforzar la amenaza del cambio climático resumiendo los 29 artículos presentes en 5 puntos: mitigar los gases de efecto invernadero, mantener el aumento de la temperatura media anual muy por debajo de 2 °C, promover el desarrollo sostenible a través del crecimiento económico, alentar y acelerar innovaciones tecnológicas que permitan respuestas eficaces a largo plazo al cambio climático y por ultimo reunir esfuerzos para erradicar la pobreza.

Es evidente la preocupación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) por reducir el impacto ambiental negativo que las acciones humanas han venido acumulando en los últimos decenios. Retrato de esto es lo que el planeta Tierra viene padeciendo continuamente por fenómenos estocásticos de amplia magnitud. La principal causa de esta situación es la involución moral y la destreza de sobrevivencia que opaca por completo la “evolución” de Darwin. Si bien es cierto que cada vez estamos más cerca de un colapso en la red climática, al mismo tiempo tratamos de atenuar dicho impacto con la creación de tecnologías limpias que promueven un desarrollo sostenible, en alianza con políticas nacionales comprometidas que asumen la responsabilidad de trabajar íntegramente con la población, sin perjudicar los espacios ecosistémicos, los que han venido siendo explotados

en los últimos años de manera irregular para la extracción de recursos biológicos, lo cual ha afectado el crecimiento exponencial de las especies victimizadas e incluso su extinción.

La sobreexplotación de recursos naturales produce a su paso la inestabilidad en la resiliencia de las comunidades y el medio de vida, actos perturbadores que debilitan la confianza mutua entre el gobierno y los gobernados. Estos hechos injuriosos incitan a la población a luchar contra los diferentes sectores que aceleran el impacto ambiental negativo, tales como el sector minero, el sector pesquero, el sector agrícola y el sector forestal. Este último, no obstante, viene siendo dirigido por los países desarrollados, ya que estos juegan un rol protagónico en cuanto a fuentes limitantes de oxígeno atmosférico (O₂). El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) resalta la importancia de los bosques de los trópicos y subtropicales en la mitigación de los GEI. Además estima que el 20% de emisiones globales de gases nocivos se debe a la deforestación.

América del Sur cuenta con 831,5 millones de hectáreas de bosques forestales, de las 4000 millones de hectáreas superficiales forestales que recubre todo el mundo, señaló la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el 2009. Gran parte de esta área se encuentra ubicada en la cuenca amazónica, donde prevalece el deseo de conservar estos bosques intangibles, ya que suministran uno de los principales elementos de la vida. Es por eso que la ONU formalizó, en 2007, un mecanismo de mitigación bajo la estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD), la cual tiene como objetivos conservar, gestionar los bosques de manera sostenible y aumentar las reservas forestales de carbono.

El Perú, como un país megadiverso y miembro de la CMNUCC, al igual que Brasil, Colombia, Ecuador y Venezuela, ha asumido el compromiso, ratificado en 1993, de iniciar la construcción del marco institucional y legal para la gestión del cambio climático, el cual está a cargo del Ministerio del Ambiente (MINAM) y tiene como principal fuente de orientación la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (ENCC), que se encarga de ordenar políticas ambientales cooperando con entidades internacionales comprometidas con el cambio climático como REDD+.

Para lograr una mayor efectividad, el MINAM creó organizaciones capaces de administrar ecosistemas naturales y protegerlos, es así que surgen nuevas entidades como el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), que gestiona las Áreas Naturales Protegidas (ANP) bajo jurisdicción del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP).

Uno de los objetivos principales del SERNANP es encargarse de garantizar la conservación de la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país, según detalla el Informe Nacional de Áreas Naturales Protegidas en el 2005.

El Perú cuenta con 77 ANPs de administración nacional, de las cuales dos se encuentran en la región Lambayeque y una de ellas es el objeto de estudio de la presente investigación. El Refugio de Vida Silvestre Laquipampa (RVSL) alberga en su interior una muestra de la diversidad vegetal más representativas del bosque estacionalmente seco de montaña. A pesar de ser fuente de paisajes inconfundibles y refugio de endemismo, no ha sido estudiada completamente y carece de información acerca de la composición vegetal y biomasa arbórea. Brown *et. al.* (1996), señalan que la determinación adecuada de la biomasa de un bosque es un elemento de gran importancia, debido a que ésta permite determinar también los montos de carbono y la valoración del mismo. Por ende nos planteamos la interrogante ¿cuál es la estimación de la biomasa arbórea del RVSL? En ese sentido, el objetivo principal de esta investigación es determinar la biomasa existente en el RVSL, y que los resultados sean de utilidad para formular nuevas hipótesis y soluciones a los problemas ambientales por los que atraviesa nuestro país. Esperamos que la aplicación de estos resultados en proyectos ofrezca a la sociedad una mejor calidad de vida, bajo las normas del estado e iniciará un proceso de adopción de medidas estratégicas, que correspondan a un compromiso con la educación ambiental, la concientización y el acceso al público a la información verídica sobre el cambio climático.

II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Los ecosistemas forestales son específicamente conocidos por regir un papel fundamental en la mitigación del cambio climático. En estos se presentan procesos naturales que van desde la absorción del carbono atmosférico, transformándolo en fitomasa viviente, hasta la incorporación de materia orgánica al suelo tras su descomposición.

El principal problema de los ecosistemas forestales es la deforestación. El uso inadecuado de los recursos biológicos trae consigo consecuencias negativas, que reduce el promedio de vida de las especies estrechamente relacionadas con el medio. La oportunidad de combatir el cambio climático con el uso de políticas para mitigar las emisiones derivadas de la deforestación, causa revuelta en los grandes centros de combate frente al cambio climático.

Con respecto a las políticas para reducir emisiones globales, Harris *et al.* (2012), enfatizaron que el cambio de estas debe concretizarse, puesto que día a días la deforestación gana mayor terreno en los trópicos. Frente a ello, publicó un mapa de distribución de las emisiones de carbono anuales a partir de la pérdida de cobertura forestal entre 2000 y 2005, donde la región más afectada fue la de los bosques amazónicos.

En lo referente al uso de modelos alométricos, Brown *et al.* (1989), afirmaron que la eficiencia de las estimaciones de biomasa depende directamente del número de transectos, por ello, recomienda trabajar con informaciones de inventarios forestales, puesto que estos logran cubrir la mayor parte de superficie para representar el área en evaluación. A partir de estos métodos de evaluación forestal, se puede obtener con diferentes cálculos alométricos una estimación de biomasa más precisa.

Por su parte Chave *et al.* (2014), proponen un nuevo modelo que utiliza ecuaciones alométricas pantropicales para determinar la biomasa arbórea, basados en Chave *et al.* (2005). Estos nuevos modelos tuvieron como objetivo contribuir con las evaluaciones en campo sin tener que destruir ningún hábitat, sin embargo, el estudio estuvo sujeto a datos de

cosechas destructivas directas. El principal inconveniente en el trabajo, se refirió a la importancia en la medición de la altura arbórea, puesto a que la altura ha sido ignorada en programas de conteo de carbono. Los métodos de medición de altura son menos precisos dependiendo del tipo de bosque. Se podría estimar la biomasa con mayor precisión si la altura se encontrase disponible. Es por eso que el autor propone trabajar para bosques donde la medición de la altura del árbol es de difícil acceso, con las ecuaciones alométricas de Feldpausch *et al.* (2012).

Asimismo, Feldpausch *et al.* (2012), trazaron un nuevo modelo de ecuación alométrica para estimar la altura, partiendo del diámetro arbóreo como principal componente de la ecuación. Limitando a la utilización de la misma en bosques tropicales, sin embargo, Chave *et al.* (2014), especifican que la relación diámetro-altura depende linealmente de un compuesto bioclimático, que refleja el efecto de la tolerancia a la sequía, y a la variabilidad de la temperatura.

La investigación de Lloyd y Farquhar (2008) concluye que la temperatura actúa como principal factor en la fisiología de los árboles en los bosques secos o bosques con carencia hídrica. Esto no permite desarrollar en su totalidad la altura total comparada con sus similares en otras regiones del trópico. A pesar de su poco desarrollo, y el poco CO₂ concentrado que logran receptor, han logrado incluir en su fisiología diversos mecanismos de retención de agua logrando mantenerse vivos a pesar del cambio de clima por estaciones.

En el ámbito internacional se han realizado diversas investigaciones para estimar la captura de carbono y biomasa de algunas especies, haciendo uso de modelos alométricos. Muestra de ello Díaz y Velásquez (2015), determinaron el carbono orgánico en seis especies forestales del Parque Ecológico La Poma en Colombia, donde cada una de las especies fue evaluada en pie tomando todas las variables dasométricas, utilizando modelos alométricos de crecimiento en altura y diámetro para todas las especies, además de realizarse un análisis diferencial del carbono contenido en cada una de las partes de la planta. Concluyendo, que *Alnus acuminata* es quien presenta mayor captura de carbono en un corto período de tiempo,

asimismo se evidenció la importancia de las especies estudiadas dentro de la consolidación de bosques importantes.

Por otro lado, Ledesma *et al* (2010), ajustaron y seleccionaron modelos para estimar la biomasa foliar de *Prosopis flexuosa*, a partir de variables dendrométricas, encontrando el área de albura como la mejor variable predictora de biomasa foliar. Resultando que para la estimación no destructiva de la biomasa foliar de plantas adultas de *Prosopis flexuosa* es recomendable utilizar el modelo basado en el diámetro distal de las ramas primarias.

A su vez Fonseca *et al* (2009), construyeron modelos para estimar la biomasa del árbol en bosques secundarios, en la zona Caribe de Costa Rica. Para ello utilizaron un muestreo destructivo, separando cada componente del árbol y tomando una muestra de campo para determinar la materia seca y estimar la relación de biomasa radical respecto a biomasa aérea total y biomasa del fuste.

En cuanto al ámbito nacional, se han realizado estimaciones de la biomasa y stock de carbono en algunas ANPs, además de investigaciones donde se estudió la relación del suelo con la composición florística.

El Ministerio del Ambiente del Perú (2014), en el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático, publicó la estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú. En este se recomienda priorizar los estudios referentes al tema de biomasa y existencias de carbono en diferentes bosques sobre todo en zonas semidesérticas como el bosque seco, donde la densidad de muestreo fue escasamente distribuida, siendo aún fuente de error e incertidumbre.

También, el Ministerio del Ambiente del Perú (2011) en su publicación El Perú de los Bosques, indicó que los bosques secos de la costa norte ocupa 4,41 % de superficie de bosques totales del país. Estos en su mayoría son representados forestalmente por algarrobos, faiques, hualtacos, palos santos y sapotes. Asimismo, su principal función en materia de rentabilidad económica es la extracción de su madera para distintos usos. Estos recursos

naturales de gran importancia, además de tener un valor económico para el norte del Perú, tienen un valor significativo aún más grande, ya que formaban parte de culturas precolombinas como Chimú y Moche, que utilizaban su madera para la construcción, combustión, textilería y confección de herramientas.

De igual manera, el Instituto Nacional de Recursos Naturales del Perú (2001), en cooperación con el Grupo Internacional de Recursos (IRG), publicaron una serie de investigaciones referentes a la valoración económica de la diversidad biológica y servicios ambientales del Perú, donde hacen énfasis al valor de los certificados de reducción de emisiones globales, y parten de proyectos visionados en los recursos forestales más importantes del país, estos se centran en la valoración económica de los bosques, destacando como centros de forestación el centro y norte del Perú.

Por su parte Caballero (2016), estimó los stocks de carbono y tipos de vegetación de los bosques húmedos del Parque Nacional del Manu, utilizando imágenes satelitales de alta resolución registradas por el sensor OLI del satélite Landsat-8 y datos SRTM, encontrando 97.6 % de los stocks de carbono en los bosques de colina de la llanura amazónica y bosques maduros de tierras inundables.

De igual manera Pallqui *et al* (2014), evaluaron los cambios en la biomasa aérea almacenada y su dinámica en el tiempo, además de la composición florística en 9 parcelas ubicadas en el bosque húmedo tropical de la Reserva Nacional de Tambopata. Utilizando la metodología estandarizada RAINFOR para la toma de datos en campo y la biomasa se estimó usando la ecuación para bosques húmedos tropicales de Chave *et al.* (2005). Se halló una composición florística muy similar con excepción de la parcela de pantano. Además de encontrarse cambios en la biomasa relacionados a la sequía.

Es sabido que la calidad del suelo está relacionada con la diversidad vegetal. Por esto, Rasal *et al.* (2011) realizaron un análisis de suelo y un inventario de la composición florística y estructura de la vegetación del bosque montano neotropical de Lanchurán, provincia de Ayabaca, región Piura. El análisis reveló niveles bajos de materia orgánica,

nitrógeno y potasio y niveles medios de fósforo asimilable y encontrando, además de hallarse una alta diversidad florística. Corroborando la hipótesis que plantea que el número de especies aumenta en proporción inversa con la calidad del suelo.

Continuando con los estudios del suelo en la costa norte del país Rasal *et al.* (2011), determinaron las características edáficas y la composición florística del bosque estacionalmente seco La Menta y Timbes ambos en la región Piura. El análisis de suelo reveló niveles bajos de materia orgánica, nitrógeno y potasio y medios de fósforo asimilable, clasificando estos suelos en el orden Entisoles y suborden Orthents.

El gobierno regional de Lambayeque (2015), zonificó, en el ámbito ecológico y económico, a la región en 94 zonas como base para el ordenamiento territorial. Todas ellas fueron agrupadas en cinco grandes zonas, de las cuales la zona de protección y conservación ecológica, que cubre 19443.96 ha (13.089 %), comprende las Áreas Naturales Protegidas, áreas de protección por suelos y zonas con alto valor bioecológico de flora y fauna. Todo comprendido a través de la Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales N° 27867, donde define como funciones en el sector ambiental y ordenamiento territorial la formulación e implementación de planes y políticas, proponer la creación de áreas de conservación, la administración y la conservación de estas. En base a los problemas sociales y políticos, promoviendo la impulsión de la investigación y el desarrollo de las regiones.

Asimismo, el Gobierno Regional de Lambayeque (2012), a través del estudio sobre zonas de vida con fines de zonificación ecológica-económica, estableció catorce zonas de vida Holdrige para Lambayeque, siguiendo un diagrama bioclimático basado en parámetros establecidos, tales como la altitud, la temperatura media anual, la precipitación media anual y la composición florística. Dentro de las referentes zonas de vida, cinco se logran ubicar dentro del área estudiada, caracterizadas generalmente por tener un ambiente heterogéneo en toda su proporción, prevaleciendo como un bosque que alberga la flora más representativa de la región.

En cuanto a la conservación de nuestros bosques, Cuentas (2015), identificó y planteó estrategias adecuadas para conservar y gestionar los bosques secos de Lambayeque,

ubicados en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, el ACP Chaparrí y el ACR Huacrupe La Calera, de manera que se valoricen los recursos y servicios que ofrecen estos ecosistemas, utilizando una metodología basada en biogeografía de la conservación.

Mientras que Díaz *et al.* (2015), en su trabajo “Valoración de la captura de carbono en el Santuario Histórico del Bosque de Pómac y su incidencia en las políticas públicas medioambientales”, estimaron el contenido de carbono de la biomasa de los árboles de dicho bosque, siendo este el único trabajo referente al tema de estudio, realizado en la región Lambayeque.

En torno al Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, Servan y Angulo (2006), hicieron una breve caracterización florística del mismo con el objetivo de identificar las especies vegetales con las que se relaciona la pava aliblanca (*Penelope albipennis*), donde destacan importantes especies forestales que conforman la alimentación y descanso de la misma dentro de su hábitat, tales como: faique (*Acacia macracantha*), huayrul (*Eritrina smithiana*), pasayo (*Eriotheca ruizii*), angolo (*Pithecellobium multiflorum*) y hualtaco (*Loxopterygium huasango*).

Finalmente, el Plan Maestro del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa (2015), partiendo de un enfoque participativo ambiental, económico, social y cultural, ha sido articulado y conciliado con el comité de gestión y los actores relacionados a los objetivos estratégicos organizados como grupos de interés, con la finalidad de lograr una gestión eficiente y fomentar el desarrollo local en el área aledaña y la interacción de los sectores públicos y privados. En base a la determinación del refugio como una unidad ecológica que presenta una importante riqueza patrimonial y un alto valor histórico cultural con un gran potencial forestal y turístico que aprovecharse.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Material de campo

Para la realización de esta investigación se utilizó instrumentos de manejo forestal y botánico tales como: tijera telescópica, tijera botánica de mano ERCO, clinómetro, brújula SUUNTO, arnés de seguridad Black Diamond, cascos de seguridad, crampones para arboles "Patás de loro", cinta métrica, cinta diamétrica, GPS (System Global Positions), cámara fotográfica Cannon Power Shot SX60, rollos de pabilo, espátula, machete, libreta de mano, prensa de madera, papel periódico, cintas adhesiva, formularios de campo, linternas y provisiones de camping.

3.1.2. Material biológico

Conformado por ejemplares arbóreos de 10 cm de diámetro, depositados en el Herbario Antenor Orrego (HAO). El material corresponde a las colectas realizadas entre octubre y diciembre de 2016.

3.2. Métodos

3.2.1. Población y muestra de estudio

La población objeto de estudio estuvo constituida por todas las especies arbóreas con un diámetro mayor a 10 cm que se encontraron dentro de cada transecto. La muestra, fue conformada por los individuos que entraron en los transectos establecidos en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa.

3.2.2. Tipo de estudio y diseño de investigación

La investigación es de tipo descriptiva, dividida en dos fases. La primera fase se realizó en campo con levantamiento de datos y la segunda fase corresponde al análisis estadístico de los mismos, correspondiendo así al diseño de contrastación de hipótesis de una sola casilla, de acuerdo a Goode y Hatt (1990).

3.2.3. Área de estudio

El Refugio de Vida Silvestre Laquipampa fue establecido como Área Natural Protegida el 07 de julio de 2006, mediante Decreto Supremo N°045-2006-AG, con una extensión de 8328,64 ha. Su nombre “Laquipampa” proviene del vocablo quechua, que significa pampa de los llantos. Está situada entre las coordenadas geográficas 658971 – 669416 E y 9291527 – 9307205 N en el distrito de Incahuasi, provincia de Ferreñafe, región Lambayeque (**Figura 1**). Presenta una gradiente altitudinal que va desde los 200 m en el matorral desértico Tropical hasta los 2600 m en el bosque seco Montano Bajo Tropical.

El refugio cuenta con una división estratégica comprendida en cuatro sectores, establecidos con la finalidad de identificar la distribución hidrográfica y priorizar las rutas turísticas, estos son: La Calera, Negrahuasi, Piedra Parada y El Shambo, las cuales son adyacentes a las comunidades de La Calera, Puchaca Bajo, Puchaca Alto y Laquipampa respectivamente. A su vez, considerando la diversidad de especies florísticas, la temperatura, la humedad relativa, la fisiografía y otros factores, se le han asignado cinco zonas de vida Holdrige, las cuales son: matorral desértico Tropical (md-T), matorral desértico Premontano Tropical (md-PT), monte espinoso Premontano Tropical (mte-PT), bosque seco Premontano Tropical (bs-PT) y bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT). Finalmente, basados en datos ecológicos de parámetros ambientales, el SERNANP lo han estratificado en: Bosque seco de colina, Bosque montano bajo y Matorral montano espinoso.

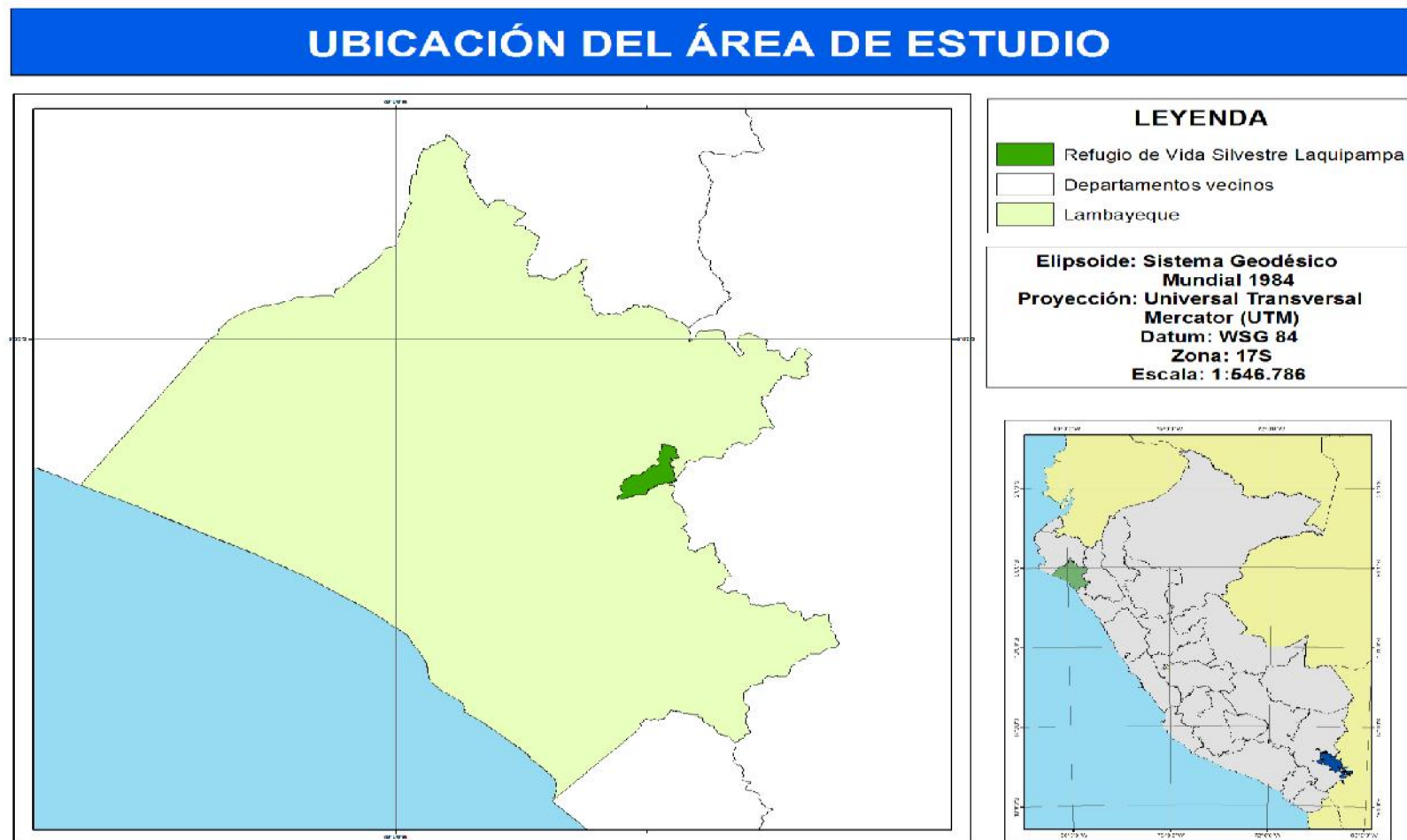


Figura 1. Ubicación del área de estudio (RVSL) donde se estimó la biomasa arbórea.

Con la finalidad de simplificar y reordenar las zonas del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, se ha optado por una clasificación alterna, teniendo en cuenta los criterios sucesores, índices ecológicas y especies representativa de flora. Estos son:

3.2.3.1. BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO

Ubicado en la parte baja del RVSL y recibiendo pequeños cursos de agua estacionales, alberga una extensa proporción del área que comienza cerca a los campos de cultivos en la Huaca Rajada a 200 m y asciende hasta la parte alta del sector Negrahuasi a 1000 m. De acuerdo a la guía explicativa del mapa Ecológico del Perú (1995), está situada en el matorral desértico Tropical, el matorral desértico Premontano Tropical y parte del monte espinoso Premontano Tropical, representando 47,5% del área. Con un relieve discontinuo que trasciende desde plano en la parte inferior, pasando por lomas y colinas bajas, hasta pendientes accidentadas en la parte superior montañosa. Presenta un déficit de precipitaciones anuales, por lo cual la mayor parte del año la vegetación se encuentra aparentemente escasa, salvo el caso de las cactáceas que retienen agua en su interior, y los arboles caducifolios. Con un clima exuberantemente árido, perárido y hasta semiárido, presenta suelos que van de franco arcillo arenoso hasta franco arenoso. Entre las especies arbóreas más representativas encontramos Palo Santo (*Bursera graveolens*), hualtaco (*Loxopterygium huasango*), pasallo (*Eriotheca ruizii*), sapote (*Capparis scabrida*), huayrul (*Erythrina smithiana*), faique (*Acacia macracantha*), higuérón (*Ficus cuatrecasasiana*), palo blanco (*Celtis iguanea*), algarrobo (*Prosopis pallida*), chaquirón (*Pithecellobium excelsum*), cerezo (*Muntingia calabura*) y sune (*Capparis mollis*). También encontramos una vegetación con representatividad de especies tales como: *Acnistus arborecens*, *Alternanthera halimifolia*, *Armatocereus cartwrightianus*, *Armatocereus oligogonus*, *Asclepias curassavica*, *Bacharis trinervis*, *Bidens pilosa*, *Borreria laevis*, *Boerhavia coccinea*, *Bougainvillea pachyphylla*, *Buddleja americana*, *Cercidium praecox*, *Cestrum auriculatum*, *Chromalaena odorata*, *Cordea lutea*, *Cordia macrocephala*, *Croton alnifolius*, *Dicliptera peruviana*, *Galium obovatum*, *Galvezia fruticosa*, *Haageocereus decumbens*, *Heliotropium arborecens*, *Hyptis pectinada*, *Jatropha nudicaulis*, *Melocactus peruviano*, *Neoraimondia*

arequipensis, *Ochroma pyramidale*, *Ophyrosporus peruvianus*, *Opuntia quitensis*, *Peperomia dolabriformis*, *Piper aduncum*, *Plumbago scandens*, *Pluchea chingoyo*, *Praecereus euchlorus*, *Psittacanthus divaricatus*, *Ruellia schlechtendaliana*, *Salvia occidentalis*, *Scoparia dulcis*, *Scutia spicata*, *Solanum americanum*, *Taraxacum officinale*, *Tetramerium nervosum*, *Tillandsia coerulea*, *Tillandsia multiflora*, *Vasconcella monoica*, *Vallesia glabra* y *Wedelia latifolia*.

3.2.3.2. BOSQUE DE TRANSICIÓN

Ubicado en los sectores de Piedra Parada y parte de El Shambo, conforma una zona bajo andina, con gradiente altitudinal que asciende desde 1000 m hasta 1500 m. De acuerdo a la guía explicativa del mapa Ecológico del Perú 1995, está situada en el monte espinoso Premontano Tropical, representando 28,5% del área natural. Presenta un relieve predominado por vertientes montañosas y colinas altas. Cuenta una presencia climatológica semiárida y con suelos francos que permiten la absorción de nitratos y donde se desarrollan especies arbóreas pluvifolias como cune (*Beilschmiedia sulcata*), choloque (*Sapindus saponaria*), angolo (*Pithecellobium multiflora*), guaba (*Inga spp.*), chirimoya (*Annona sp.*), tunque (*Myrcia mollis*) y añarque (*Coccoloba gracilis*). También encontramos una vegetación con representatividad de especies tales como: *Abutilum reflexum*, *Alternanthera porrigens*, *Antericum latifolium*, *Baccharis salicifolia*, *Bastardia viscosa*, *Bocconia integrifolia*, *Calceolaria pinnata*, *Capparis ovalifolia*, *Cestrum auriculatum*, *Condalia weberbaueri*, *Cortaderia jubata*, *Diodia teres*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Fuertesimalva limensis*, *Gouania lupuloides*, *Heliotropium lanceolatum*, *Heliotropium peruvianum*, *Irecine difusa*, *Irecine angustifolia*, *Justicia sessifolia*, *Koanophyllum sp.*, *Klapotria fasciculata*, *Lantana svensonii*, *Ledemburgia peruviana*, *Nasa urens*, *Perimenium jelskii*, *Phyloglossa pterocarpa*, *Piper acutifolium*, *Plumbago coerulia*, *Pseudoabutilon umbellatum*, *Pseudogynoxis cordifolia*, *Schoepfia flexuosa*, *Scallonia micrantha*, *Senna bicapsularis*, *Sida decandra*, *Sida rhombifolia*, *Solanum amotapense*, *Spostoa lanata*, *Stercularia sterculioides*, *Fleishmania sp.*, *Wissadula excelsior*, *Tibouchina laxa*, *Tillandsia usneoides*, *Tillandsia rauhii*, *Tourretia lappaceae*, *Tropaeolum fintelmannii* y *Verbesina ampliatiifolia*.

3.2.3.3. BOSQUE MONTANO

Representa la parte más verde del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, se ubica en el sector El Shambo, abarca desde 1500 m hasta 2400 m. De acuerdo a la guía explicativa del mapa Ecológico del Perú 1995, esta comprende el bosque seco Premontano Tropical, representando un 17,9% del refugio. Presenta un relieve accidentado con acceso limitado en las laderas de las colinas. Cuenta también con un clima subhúmedo mesotérmico y con suelos arcillosos los cuales permiten el crecimiento de especies forestales de gran importancia económica. Encontramos árboles maderables representativos como coplo (*Tecoma weberbaueriana*), paipai (*Caesalpineia paipai*) y lanche (*Myrcianthes discolor*). También encontramos una vegetación con representatividad de especies tales como: *Ageratina sp.*, *Aphelandra difusa*, *Barnadesia dombeyana*, *Baccharis latifolia*, *Berberis multiflora*, *Browallia americana*, *Browallia jubata*, *Browningia microsperma*, *Capparis petiolaris*, *Chromolaena laevigata*, *Chusquea scandens*, *Cybianthus pastensis*, *Cytharexylum sp.*, *Duranta sprucei*, *Elephantopus mollis*, *Hypericum silenoides*, *Liabum solidagineum*, *Lobelia decurrens*, *Lupinus paniculatus*, *Melothria pendula*, *Minthostachys spicata*, *Myrcine sessiliflora*, *Oreopanax eriocephalus*, *Pasiflora peduncularis*, *Pasiflora punctata*, *Peperomia galioides*, *Phytolacca weberbaueri*, *Prestonia mollis*, *Puya ferruginea*, *Tillandsia coerulia*, *Tournefortia scabrida*, *Tripodanthus acutifolius*, *Tristeris sp.*, *Verbena litoralis* y *Zanthoxylum rigidum*.

3.2.3.4. PRADERAS EXPUESTAS

Comprende la parte más alta del área natural protegida, se establece desde 2400 m hasta 2600 m. De acuerdo a la guía explicativa del mapa Ecológico del Perú 1995, está situada en el bosque seco Montano Bajo Tropical, representando 6.1% del refugio. Con un relieve accidentado, es una zona de difícil acceso, donde se presentan laderas con pendientes firmemente inclinadas. Presenta un déficit hídrico anual, esta zona está casi todo el año sin precipitaciones, por lo que es muy susceptibles a incendios forestales. Con un clima

subhúmedo y suelos fértiles de textura franco arcilla arenoso que permiten el próspero desarrollo de las poáceas y pequeños bosques. Entre las especies arbóreas más representativas tenemos tara (*Caesalpinea spinosa*), guayacán (*Tecoma stans*) y cedro de altura (*Cedrela fissilis*). También encontramos una vegetación con una menor composición de especies tales como: *Dicliptera procumbens*, *Fuchsia sp.*, *Jarava ichu*, *Monnina sanmarcosana*, *Nassella mucronata*, *Rubus sp.*, y *Vulpia myurus*

Además de la representatividad de especies florísticas, existe una amplia información de la fauna que refleja la particularidad del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa. Sin aun tener un registro completo de distribución de los animales, destaca entre la fauna silvestre oso andino (*Tremactos ornatus*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), puma (*Puma concolor*), gato silvestre (*Leopardus colocolo*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), ardilla (*Sciurus stramineus*), zorro de sechura (*Lycalopex sechurae*) y murcielago frutero (*Artibeus fraterculus*). En la avifauna tenemos la pava aliblanca (*Penelope albipennis*) como la especie endémica más resaltante del bosque seco de montaña, por lo cual se encuentra en peligro crítico de amenaza. Así como también entre las aves del refugio tenemos al condor andino (*Vultur gryphus*), halcón (*Falco peregrinus*), pava barbada (*Penelope barbata*), paloma de vientre ocráceo (*Leptotila ochraceiventris*), cotorra de cabeza roja (*Aratinga erythrogenys*), mosquerito de pecho gris (*Lathotriccus griseipectus*), hoja-rasquera de capucha rufa (*Hylocryptus erythrocephalus*), pitajo de piura (*Ochthoeca piurae*), tangara negra y blanca (*Conothraupis speculigera*), pitajo de tumbes (*Tumbezia salvini*), carpintero guayaquileño (*Campephilus guayaquilensis*), estrellita chica (*Chaetocerus bombus*), chilala (*Furnarius leucopus*), urraca (*Cyanocorax mystacalis*) y gavián de garganta blanca (*Buteo albigulata*) como especies más representativas. La herpetofauna aún un poco desconocida representada por la ranita (*Hylolaxus elachyhistus*), iguana marrón (*Dipsosaurus dorsalis*), cañan (*Dicrodon guttulatum*) y macanche (*Boa constrictor ortonii*). Finalmente, entre la piscifauna se encuentra el life (*Trichomycterus punctulatus*), cascafe (*Brycon dentex*), cachuelo (*Bryconamericus simus*) y chalcoca (*Lebiasina bimaculata*).

3.2.4. Fase de campo

Se realizó cinco visitas al área natural protegida entre los meses de octubre y diciembre de 2016. En cada salida se procedió a trabajar entre dos a tres transectos, estratificados en cinco pisos altitudinales. Se elaboró diez transectos Whittaker de 50 x 20 m (1 hectárea). Cada transecto fue subdividido y se obtuvieron diez cuadrantes, esto con la finalidad de facilitar el desplazamiento y el levantamiento de datos (**Figura 2**).

Dentro de cada transecto se evaluó las variables caracterizadas por árboles con diámetro mayor o igual a 10 cm. Se procedió a medir con una cinta diamétrica cada individuo a partir del Punto Óptimo de Medición (POM) en la línea de 1,30 cm. Para medir la altura del árbol se usó un clinómetro, tomando datos de la altura del referente (persona encargada del uso del clinómetro), la distancia del árbol hasta el mismo y los ángulos de su proyección. También se tomó en cuenta los individuos que se encontraron en los límites del transecto, siempre y cuando este proyectaba más del 50 % de su área dentro del transecto. El registro de los datos se tomó en forma ordenada y partiendo del punto 0,0 en base a las coordenadas X y Y, respectivamente. Además, se realizó el mapeo de ubicación de los individuos, tomando en cuenta la dirección registrada por la brújula y la distancia desde el punto 0 de cada cuadrante hasta el árbol (**Figura 3**). Todos los transectos fueron debidamente georreferenciados con coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator).

Las colectas botánicas fueron posibles con ayuda de una tijera telescópica. Para los individuos más altos, se empleó equipos para trepar árboles, y para los individuos más bajos se utilizaron tijeras de mano. Las colectas botánicas fueron estrictamente seleccionadas, por lo cual solo se colectó los individuos de dudosa identificación. Las especies identificadas en campo no fueron colectadas (dentro de estas se encuentran también individuos caducifolios). Finalmente, se procedió a coleccionar muestras de suelo, para un posterior análisis en laboratorio. Para una descripción más detallada del RVSL se fotografiaron e identificaron *in situ* la flora coadyuvante a cada transecto.

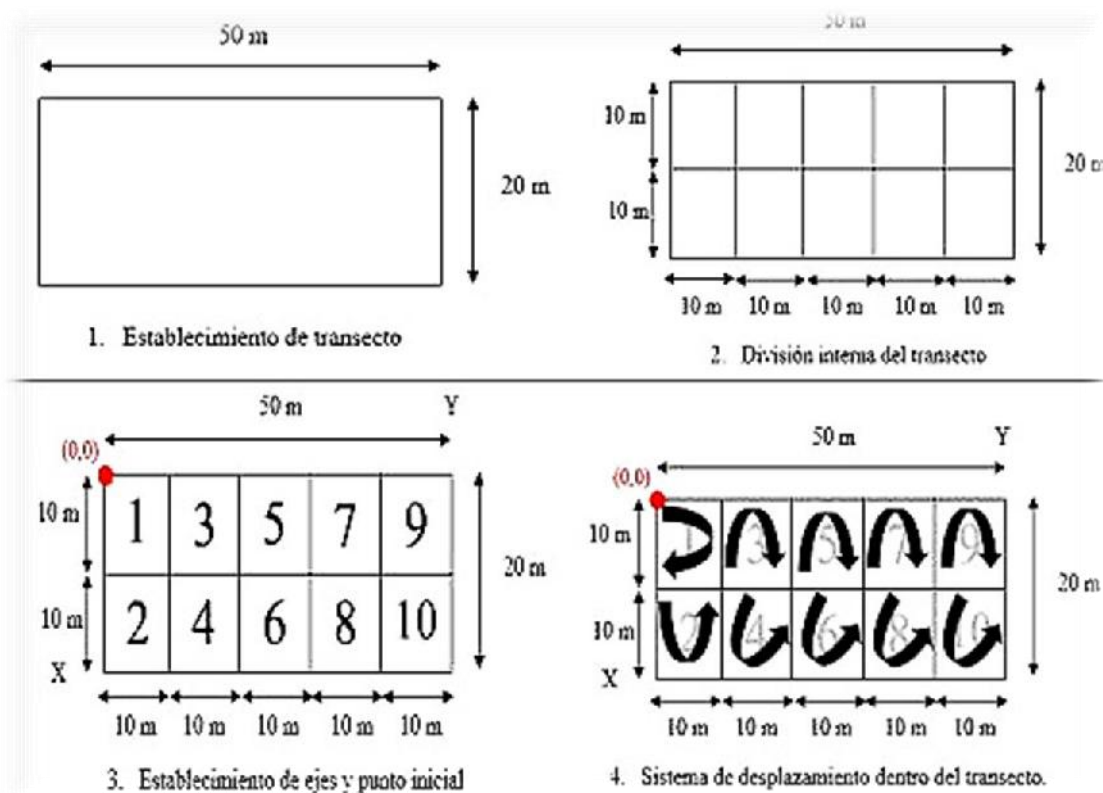


Figura 2. Técnica de muestreo con transectos Whittaker en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

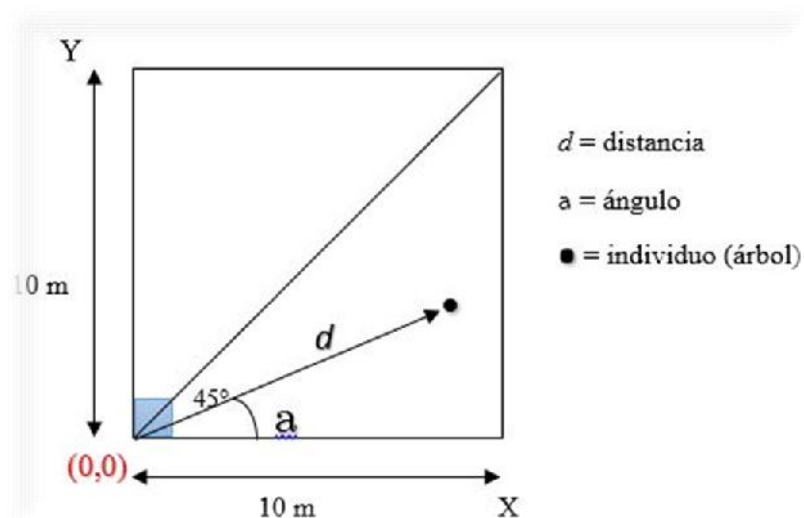


Figura 3. Técnica de mapeo de árboles utilizada en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

3.2.4.1. Colecta de material biológico

El material biológico colectado fue seleccionado y trabajado conforme a las técnicas de muestreo correspondientes, separando en campo, pequeñas porciones de ramas, flores y frutos, etiquetándose y envolviéndose en papel periódico, donde posteriormente se le añadió una mezcla de agua con alcohol etílico 70° (50:50) para la preservación del mismo, hasta el momento del prensado.

3.2.4.2. Colecta de suelos

Se realizaron 5 muestreos, uno por piso altitudinal donde la tierra se extrajo dentro de los transectos, en zonas mayormente con inclinación, para el fácil trabajo de excavación. Se extrajo aproximadamente 1 kg en una profundidad de 40 cm. Posteriormente las muestras fueron embolsadas y etiquetadas para el análisis.

3.2.5. Fase de gabinete

Se trabajó los datos extraídos en campo y las colectas biológicas entre los meses de junio y diciembre de 2017. Se realizó los análisis estadísticos y los resultados fueron evaluados para su discusión. Además, se elaboró mapas del área de estudio utilizando el programa QGIS 2.18 a partir de *shapes* descargados gratuitamente de la página web del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

3.2.5.1. Identificación de especies

El material colectado se identificó por morfoespecies, géneros y familias, apoyados por consultas a especialistas, revisión bibliográfica de floras y flóruas. Además, de visitas a los herbarios PRG (Lambayeque), HAO (Trujillo) y la información proporcionada por páginas web de confianza tales como: Trópicos, The Plant List y Field Museum. Para el

empleo correcto de los taxones se procedió a utilizar la clasificación filogenética de angiospermas (APG IV).

3.2.5.2. Estimación de biomasa

La biomasa fue estimada siguiendo un patrón alométrico para arboles tropicales en función del diámetro, altura y densidad de madera por árbol. Para el cálculo se utilizó la fórmula de Chave *et al.* (2014):

$$B = 0.0673 * (De * (Di)^2 * A)^{0.976}$$

Donde,

B = Biomasa (t/ha)

De = Densidad (g/cm³)

Di = Diámetro (cm)

A = Altura (m)

Para la densidad de cada árbol se utilizó la base de datos presente en The World Agroforestry Centre (ICRAF). Cuando no se obtuvo datos a nivel de morfotipo o especie, se procedió a utilizar resultados a nivel de género o familia. Finalmente cuando no se logró obtener ningún dato se usó una media global de 0.62 g/cm³.

Los datos de altura se obtuvieron con la ayuda de un clinómetro, sin embargo, para una comparación de resultados, se procedió a estimar la altura de cada árbol a partir de la fórmula de Feldpausch (2012):

$$A = 46.263 * (1 - \text{EXP} (-0.0876 * (Di)^{0.6072}))$$

Donde,

A = Altura (m)

Di = Diámetro (cm)

3.2.5.3. Análisis de biodiversidad

El análisis de diversidad biológica se aplicó en dos componentes: alfa y beta. La diversidad alfa para referirse a la variedad dentro de una comunidad particular, en este caso dentro de cada transecto y la diversidad beta, para referirse al grado de diferenciación o similitud de las diversidades entre comunidades en el área de estudio, en este caso entre transectos. Para la diversidad alfa se utilizó los índices de riqueza específica (S), número de individuos (N), dominancia (D), Shannon (H') y equidad (J). Para la diversidad beta se utilizó el índice de similitud de Jaccard (Ij). Todos los análisis de diversidad se realizaron con el software PAST versión 3.18.

Además, se utilizó para estimar el número de especies esperadas de cada transecto en función del número acumulado de muestras a partir de valores extrapolados, la curva de acumulación de especies con el software EstimateS version 9.1.0.

3.2.5.4. Valoración del carbono

Para el cálculo del valor monetario se utilizó la conversión de carbono a partir de la biomasa total obtenida y empleando la fórmula de Brown & Lugo (1992):

$$C = B \times 0.5$$

Donde,

C = Carbono (tC/ha)

B = Biomasa (t/ha)

Posteriormente, para definir el valor del carbono se empleó la fórmula descrita por Mogas y Riera (2004), ajustando al valor actual del mercado de CO₂:

$$1 \text{ Tonelada C} = 3.667 \text{ Toneladas de CO}_2$$

Ahora; 1 Tonelada de CO₂ = 5.3 – 8.6 dólares / hectáreas

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación de transectos

Los transectos fueron realizados en un orden altitudinal descendiente, comenzando desde la parte más alta del refugio con el Transecto 1 (T1) a 2468 m hasta el transecto 10 (T10) a 227 m, tal como se puede observar en la **Cuadro 1**.

Las coordenadas obtenidas fueron tomadas al iniciar cada transecto, referenciadas en la zona 17S y con proyección UTM. Se prefirió usar estas medidas puesto que los mapas realizados facilitaban en el sistema geodésico mundial la utilización alterna de herramientas para esta parte del continente, la misma que es observable en la **Figura 4**.

Se optó por tomar una coordenada por transecto en el punto inicial y no una en cada punto del transecto, puesto que la incertidumbre del GPS indicaba un margen de error desde ± 2 m en áreas con bosques ralos hasta ± 7 m en zonas boscosas con pendientes afirmadas.

Cuadro 1. Ubicación de transectos en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

Transectos	Abreviatura	Coordenada Este	Coordenada Norte	Altitud
Transecto 1	T1	669630	9305892	2468 m
Transecto 2	T2	670827	9305592	1884 m
Transecto 3	T3	671155	9305505	1805 m
Transecto 4	T4	669702	9303884	1386 m
Transecto 5	T5	669988	9304027	1346 m
Transecto 6	T6	666988	9297228	661 m
Transecto 7	T7	667554	9297536	635 m
Transecto 8	T8	663369	9295969	542 m
Transecto 9	T9	663383	9295791	504 m
Transecto 10	T10	660468	9291712	227 m

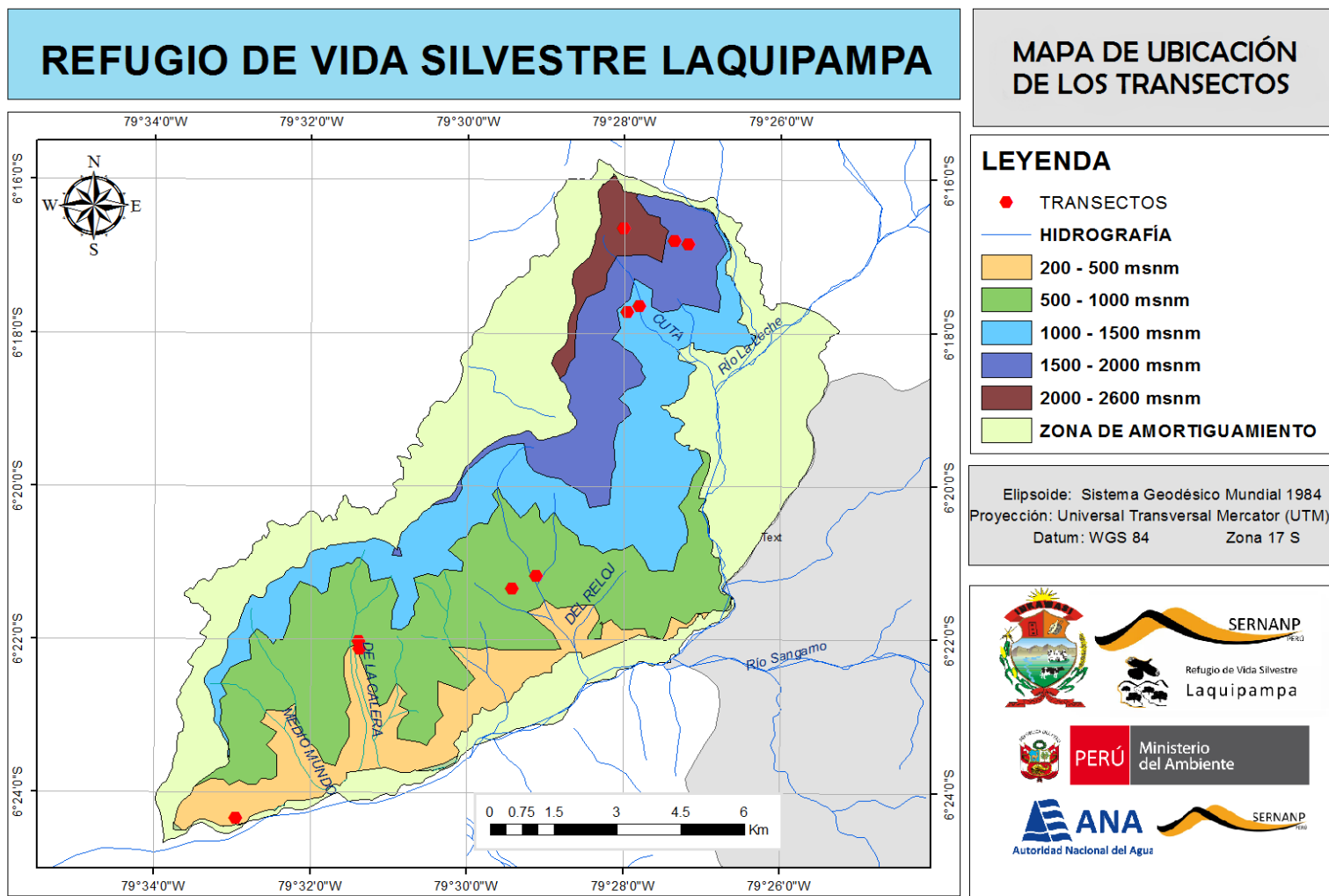


Figura 4. Ubicación de los transectos en el RVSL.

4.2. Diversidad arbórea

Se encontraron en los 10 transectos 19 familias y 62 morfoespecies, siendo las familias más abundantes Fabaceae con 66 individuos, seguido de Malvaceae con 42 y Anacardiaceae con 41 (**Figura 5**). Asimismo, los géneros más representativos en abundancia fueron *Caesealpineia*, *Eriotheca* y *Loxopterigyum*, equivalentes a las familias mencionadas anteriormente.

El transecto 7 acaparó el mayor número de individuos (63), seguido del transecto 2 con 39 y el transecto 1 con 33. El transecto 10 fue el que presentó el menor número de individuos (7).

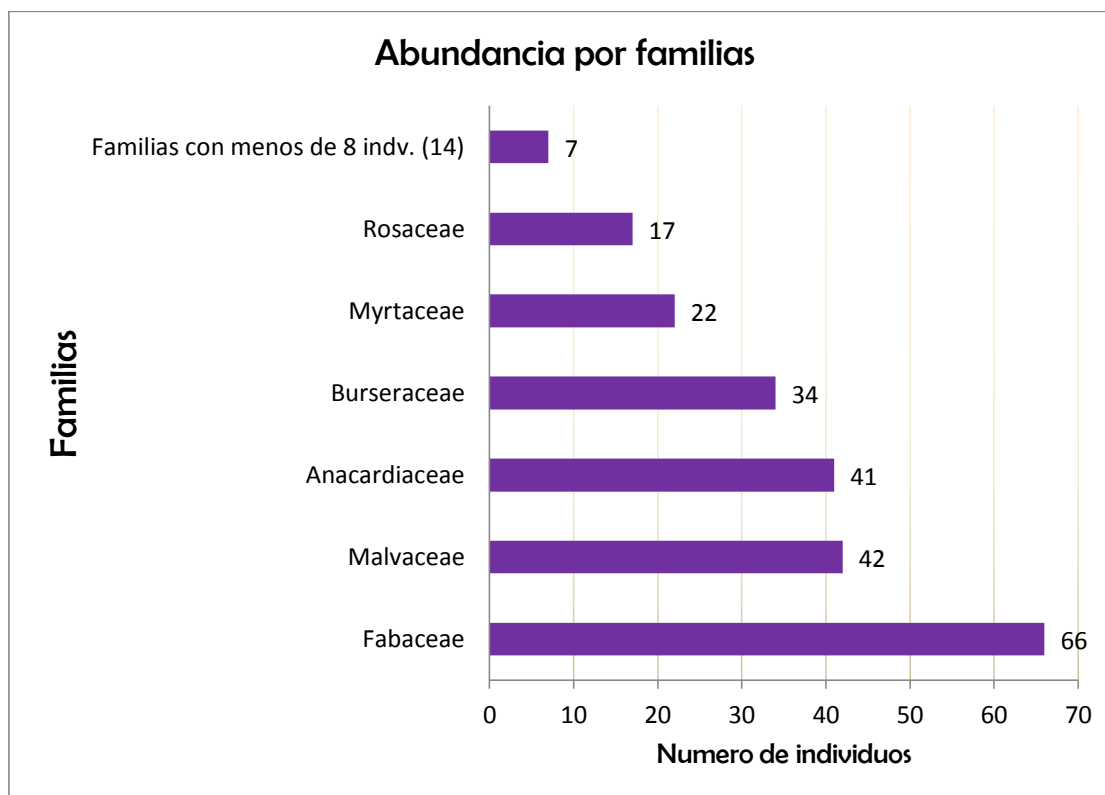


Figura 5. Abundancia de individuos por familias en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

4.3. Ubicación espacial de los arboles por transecto

TRANSECTO 1

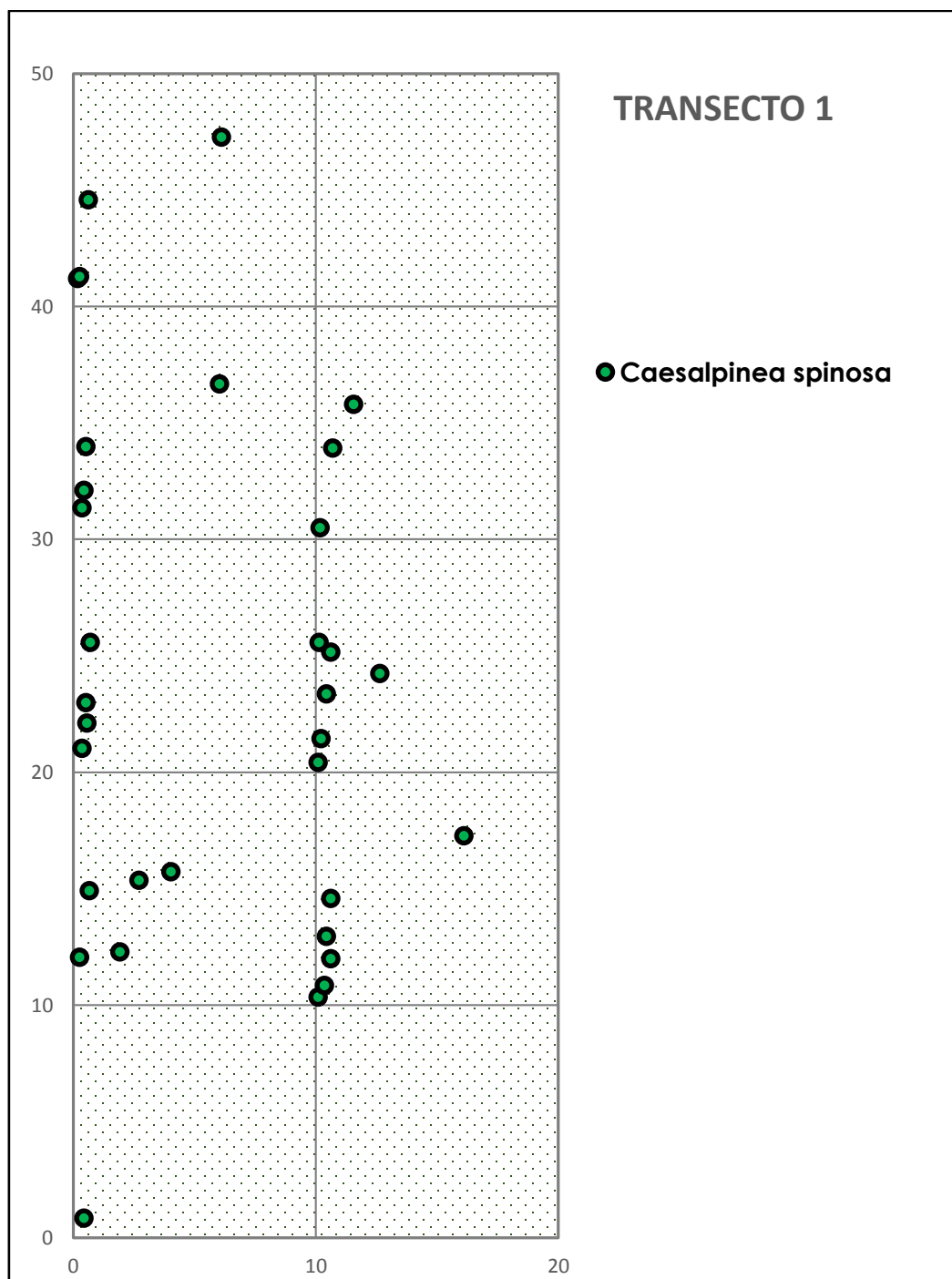


Figura 6. Ubicación de los individuos del T1 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 2

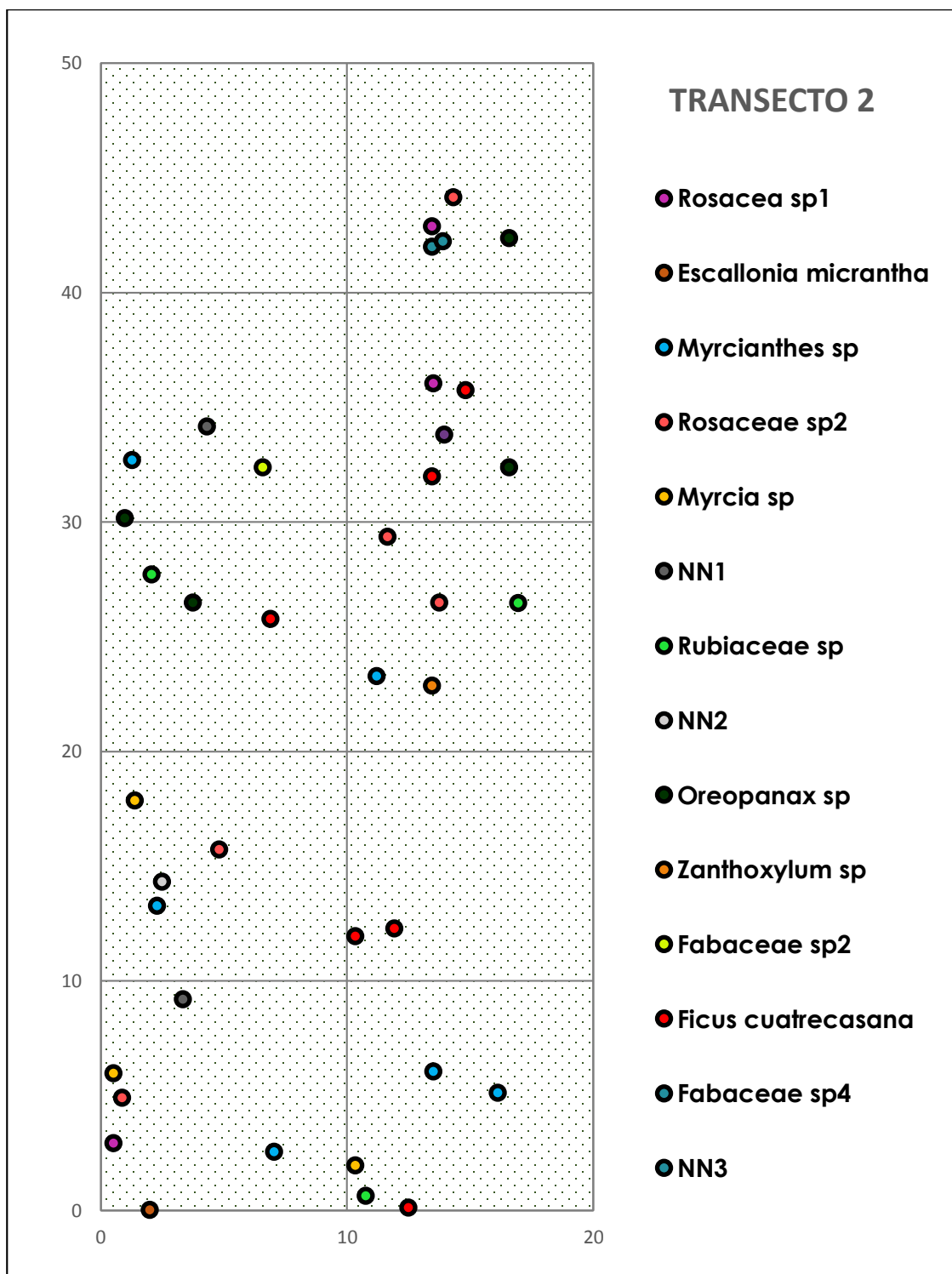


Figura 7. Ubicación de los individuos del T2 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 3

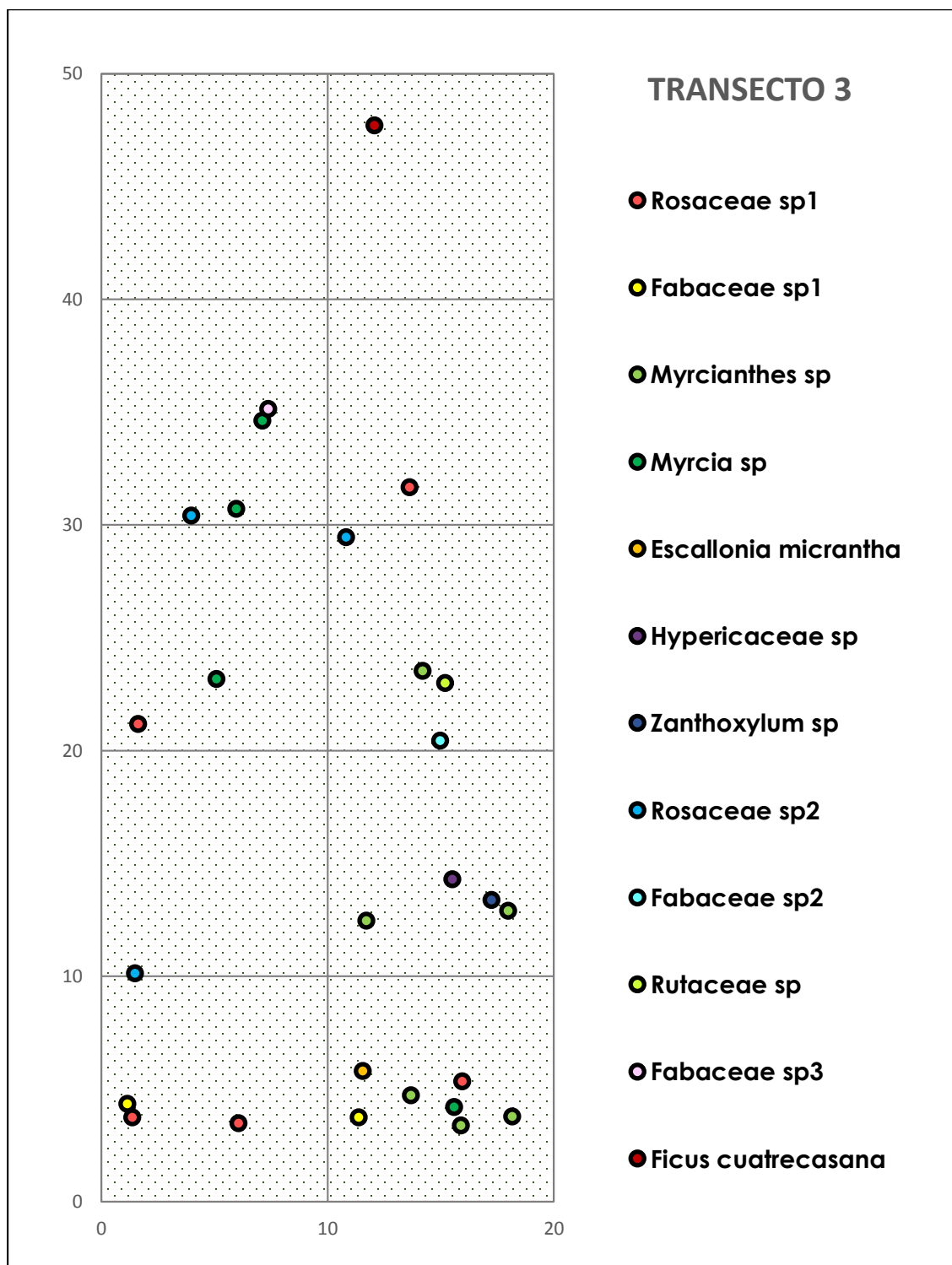


Figura 8. Ubicación de los individuos del T3 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 4

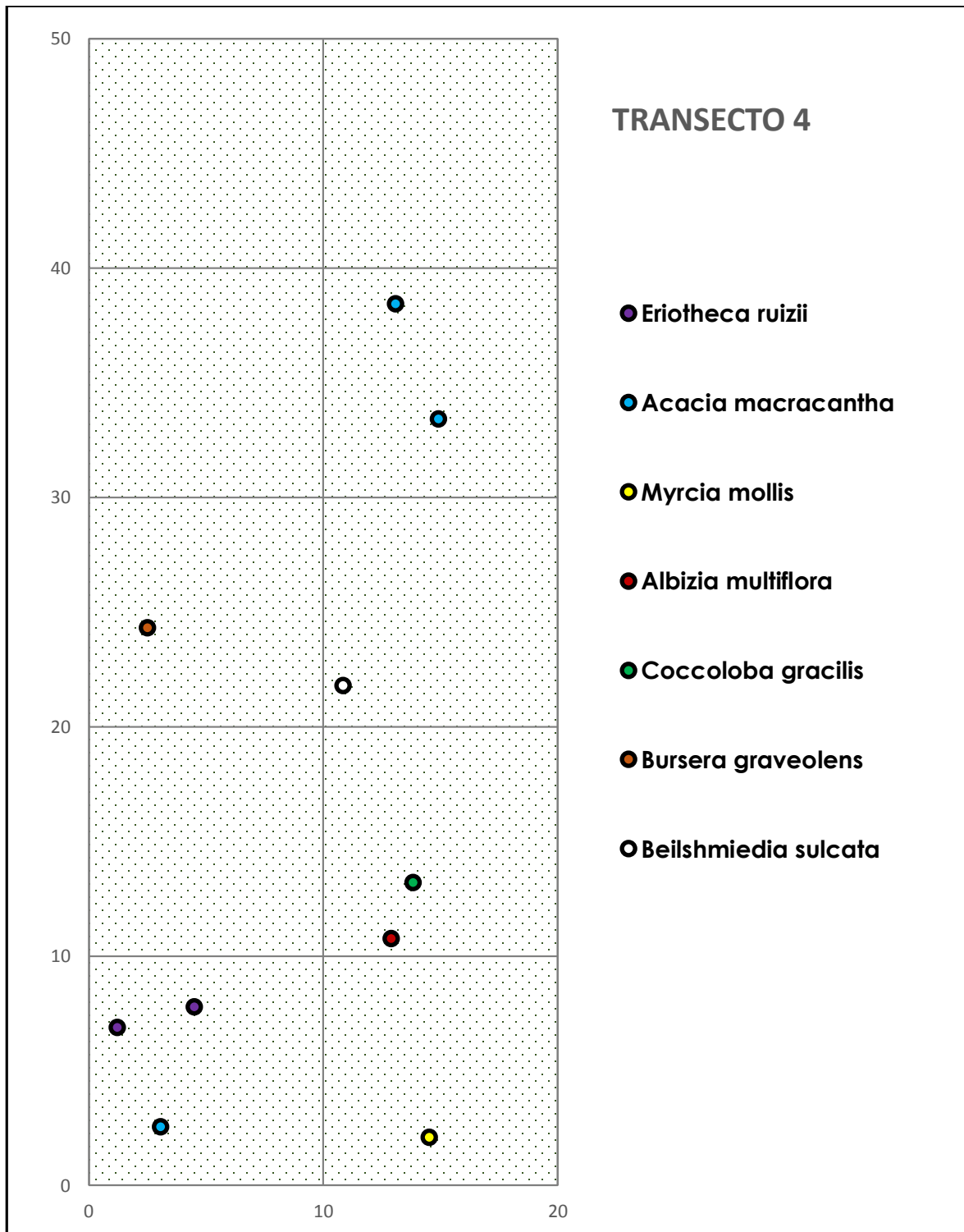


Figura 9. Ubicación de los individuos del T4 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 5

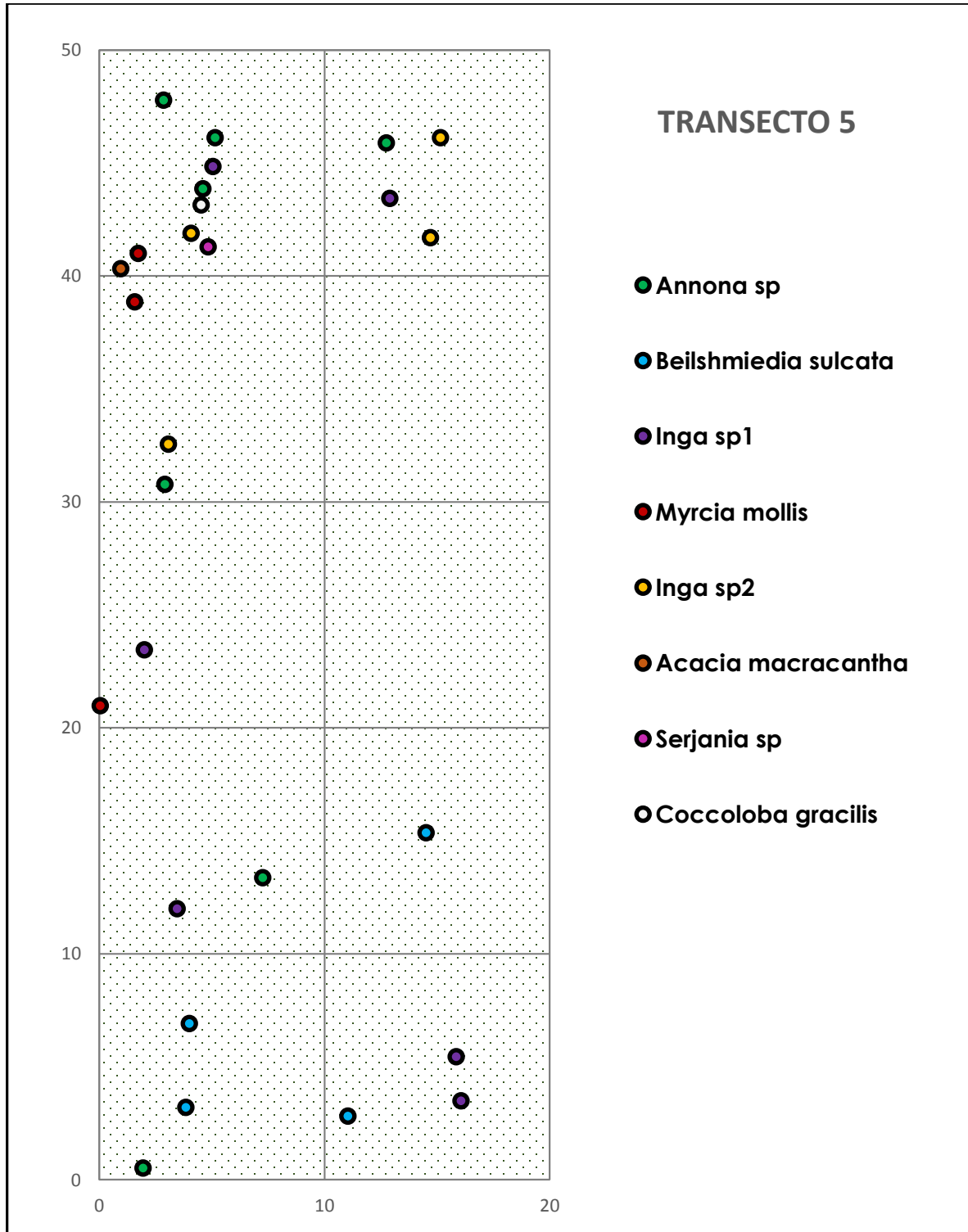


Figura 10. Ubicación de los individuos del T5 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 6

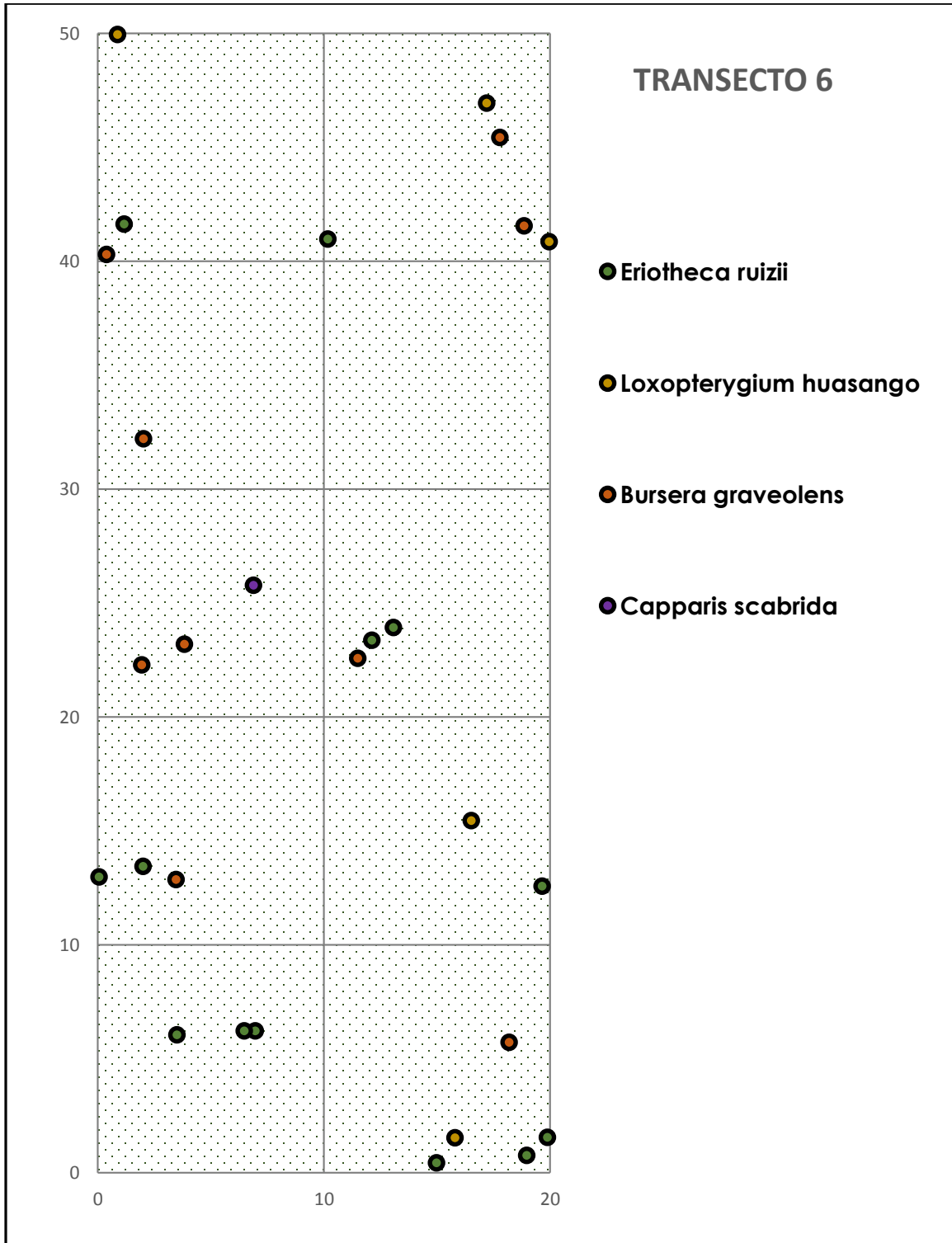


Figura 11. Ubicación de los individuos del T6 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 7

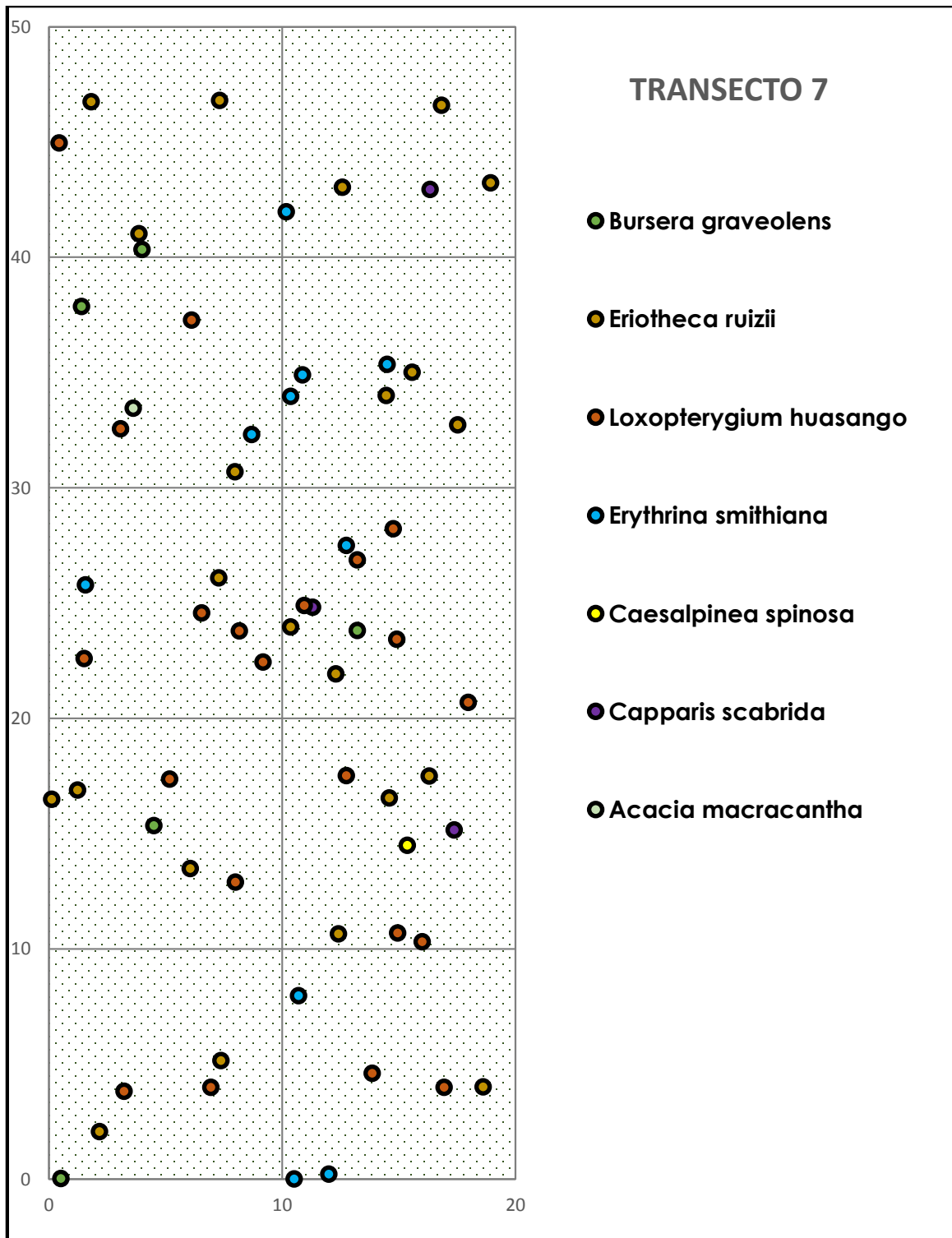


Figura 12. Ubicación de los individuos del T7 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 8

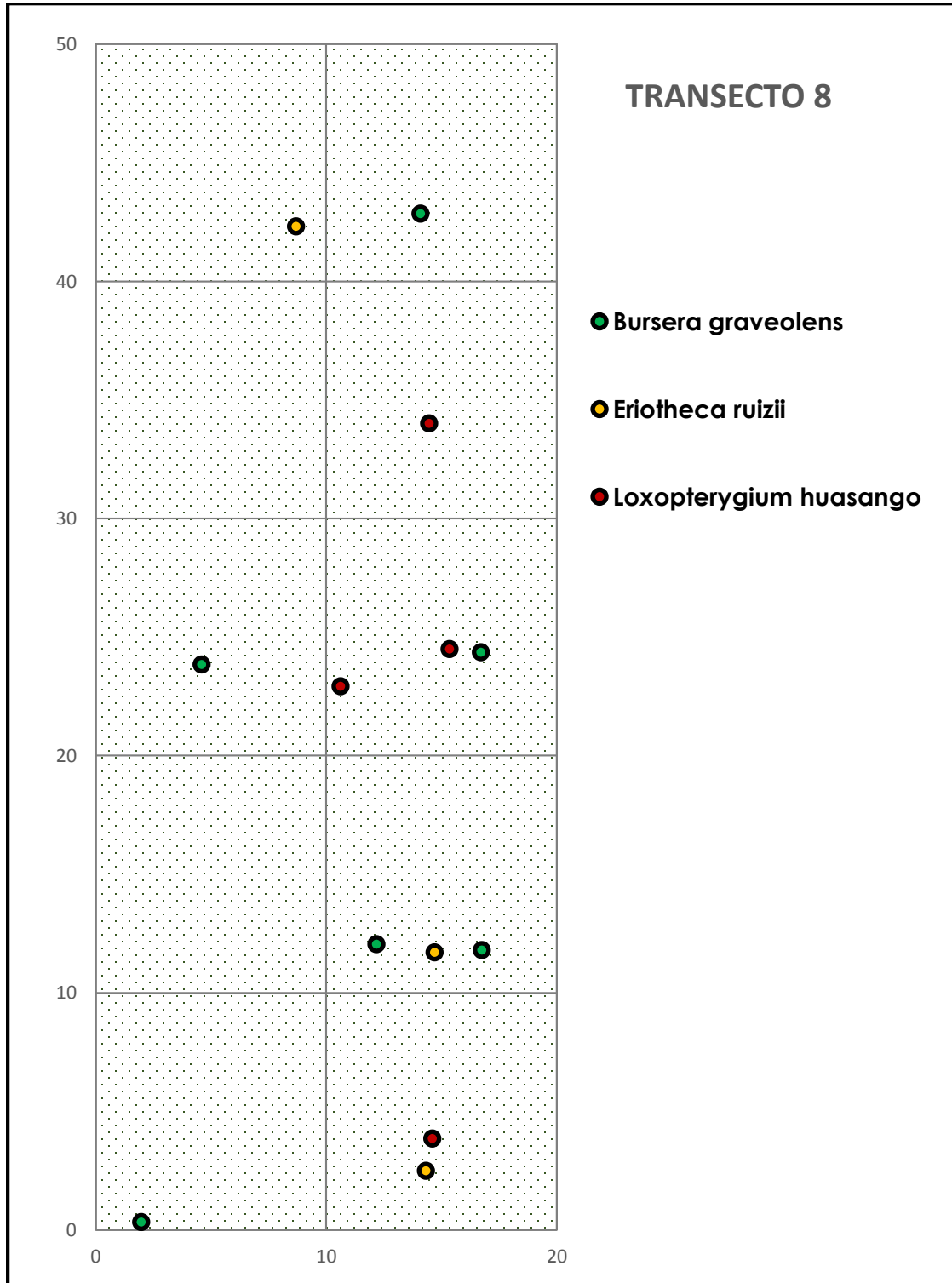


Figura 13. Ubicación de los individuos del T8 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 9

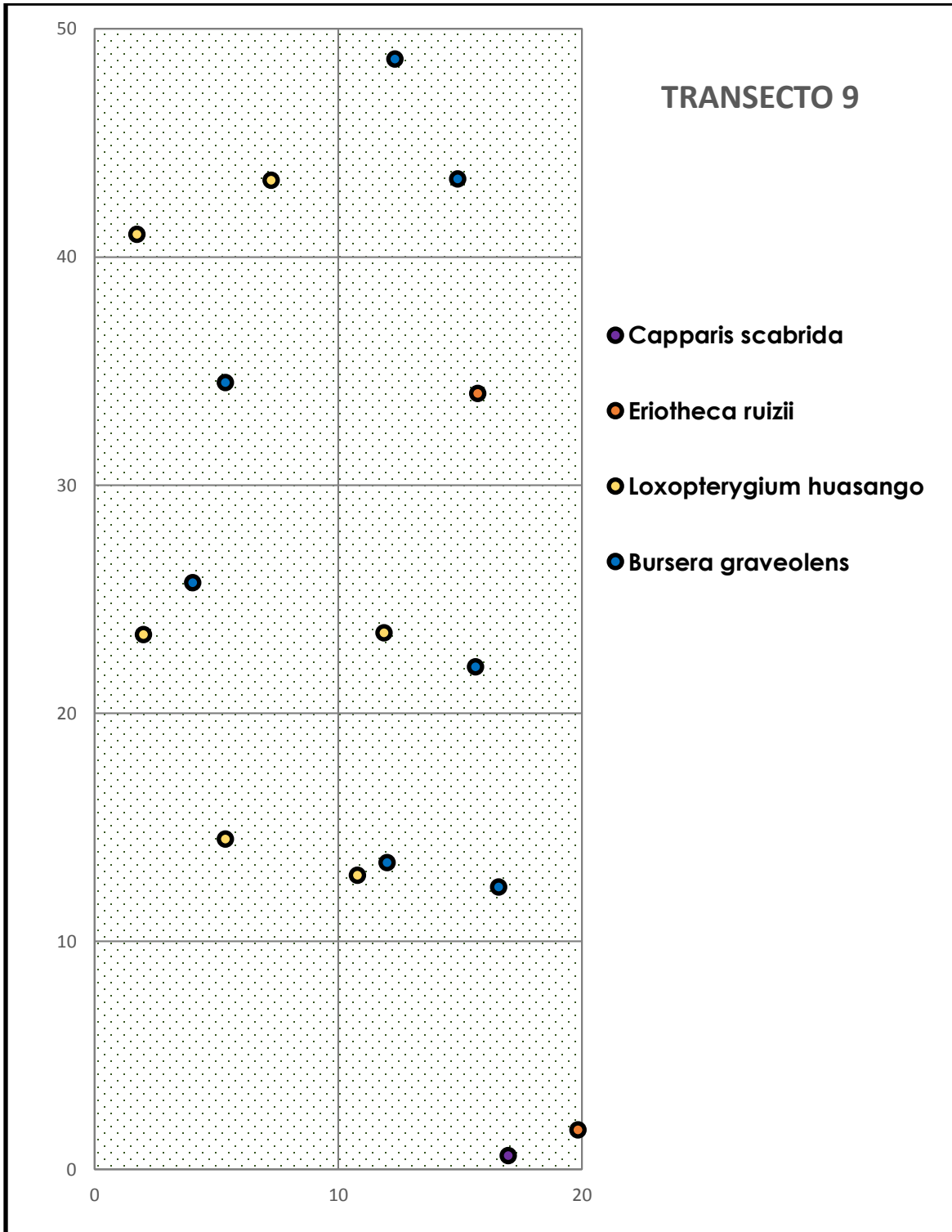


Figura 14. Ubicación de los individuos del T9 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

TRANSECTO 10

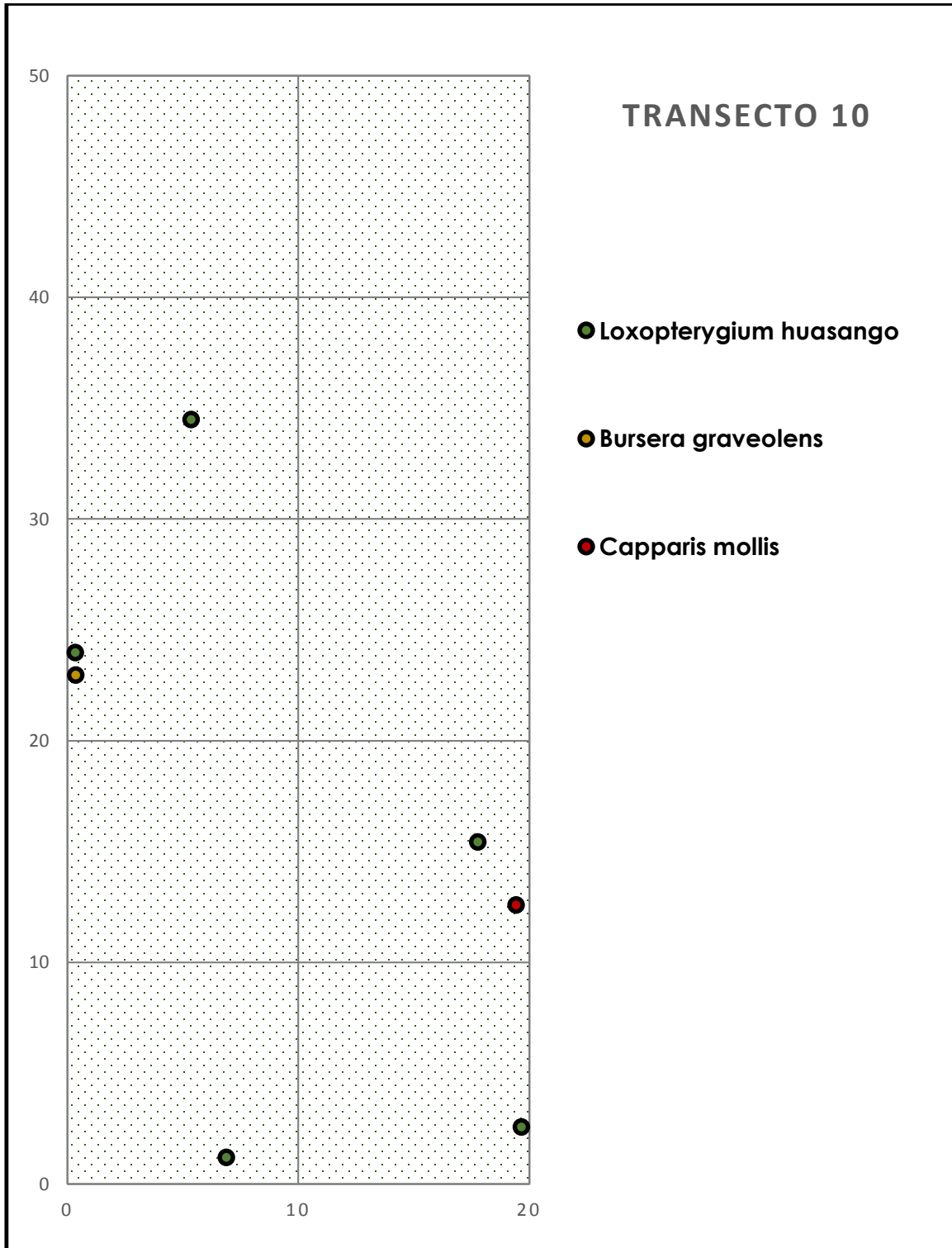


Figura 15. Ubicación de los individuos del T10 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

Índices de biodiversidad

Cuadro 2. Índices de biodiversidad en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

	S	N	D	H'	J
Transecto 1	1	33	1	0	----
Transecto 2	14	39	0.0979	2.451	0.928
Transecto 3	11	27	0.1358	2.169	0.9047
Transecto 4	7	10	0.18	1.834	0.9427
Transecto 5	8	27	0.1824	1.838	0.8841
Transecto 6	4	28	0.352	1.148	0.8279
Transecto 7	7	63	0.2673	1.503	0.7726
Transecto 8	3	13	0.3609	1.058	0.9629
Transecto 9	4	16	0.3516	1.163	0.8387
Transecto 10	3	7	0.551	0.7963	0.7248
Total	62	263			

Se observa para los índices analizados (S: riqueza específica, N: número total de individuos, D: dominancia de Simpson, H': diversidad de Shannon y J: equidad de Pielou), una riqueza de 62 morfoespecies y 263 individuos; además, se exhibe para el índice de Simpson que no existe una dominancia de especie en los transectos, a excepción del transecto 1 que tiene el máximo valor para dominancia, es decir, que todo el transecto está dominado por una especie particular (*Caesealpinea spinosa*). El índice de Shannon muestra que la diversidad específica se presenta en mayor cantidad en los transectos 2 y 3, asumiendo así los mayores valores en comparación a los otros transectos. Finalmente, el índice de equidad de Pielou arrojó valores mayores a 0.5, los cuales expresan una equitatividad en relación a la diversidad encontrada expresada en su máximo valor alcanzado cuando las muestras presentan semejantes abundancias, a excepción del transecto 1, que no presenta una diversidad específica.

4.4. Análisis de similitud

Para el análisis de similaridad, se empleó el coeficiente de similitud de Jaccard, el cual expresa el grado en que las muestras en estudio son semejantes por las especies encontradas en ella. Es así que se puede observar que los transectos 6 y 9 comparten 100% de especies. Los transectos 2 y 3 comparten 50% de sus especies al igual que los transectos 7 y 10. El que menos comparte especies en común es el transecto 1, debido a que este solo presenta una especie (*Caesealpinea spinosa*), la cual está registrada con la unidad mínima solamente en el transecto 7 (**Figura 16**).

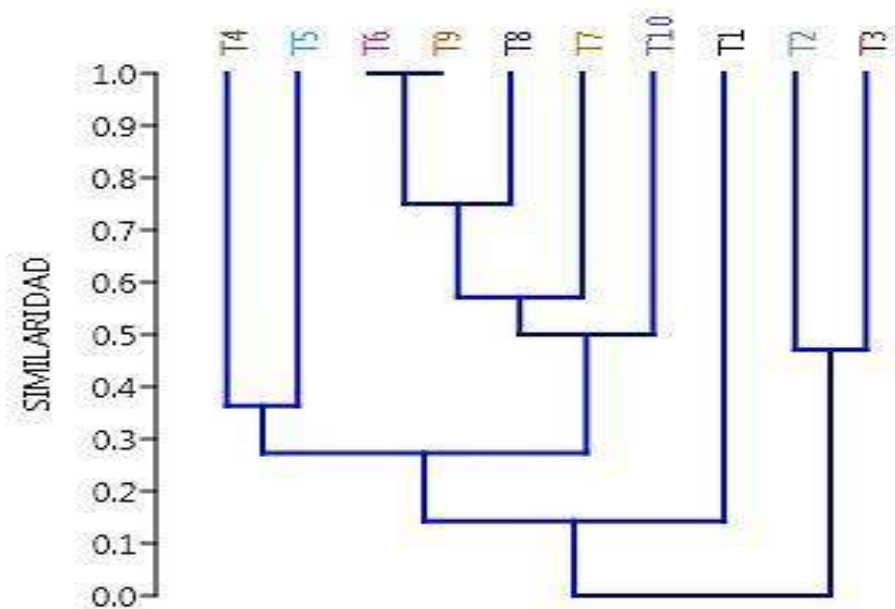


Figura 16. Cluster de similitud de Jaccard en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

4.5. Esfuerzo de muestreo

El trabajo realizado en campo se hace visible en la **Figura 17**, la cual demuestra, a partir de una curva de acumulación de especie realizada por el software EstimateS, el esfuerzo realizado por transectos en base al número de especies nuevas. La curva realizada de color azul, representa el valor real de especies encontradas durante el tiempo de muestreo por transecto, al contrario de la curva anaranjada, que ilustra cómo debió ser el muestreo real. Se puede observar en la comparación de ambos que el esfuerzo de muestreo real estuvo cerca de alcanzar al esfuerzo de muestreo esperado, casi encontrándose entre los transectos 3 y 4, que representaron entre 20 y 25 especies. Esto nos dice que para los 10 transectos se registraron una muestra significativa y bien representada por transecto.

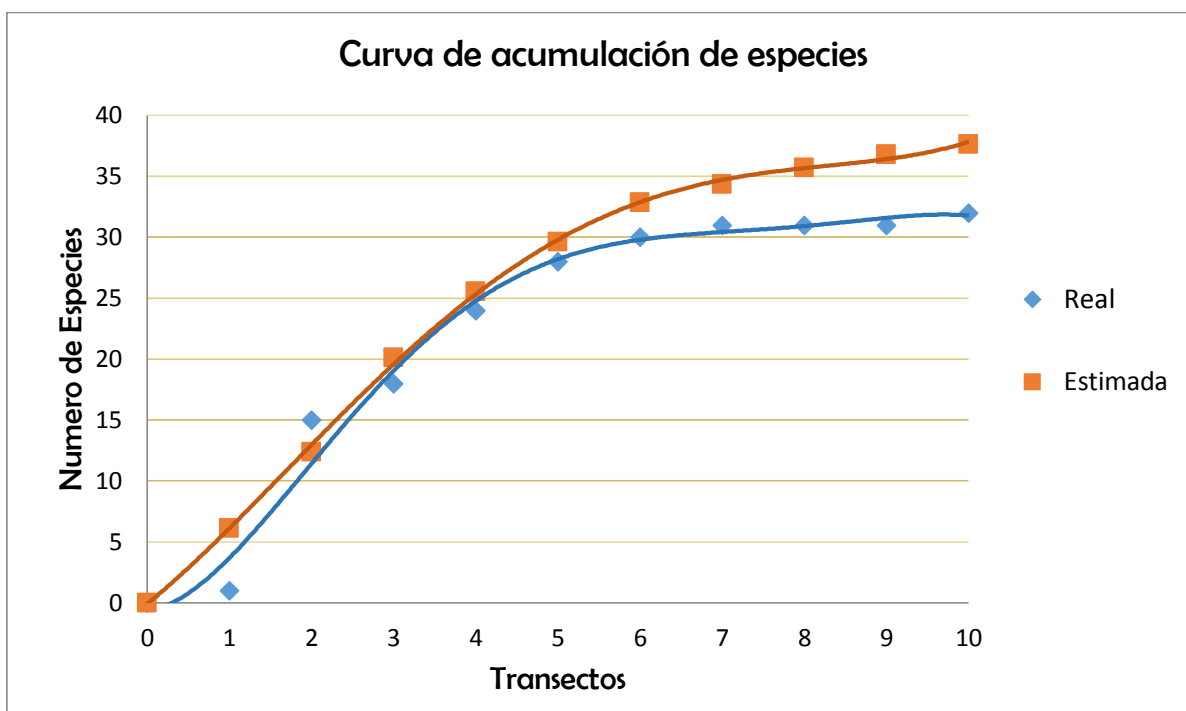


Figura 17. Curva de acumulación de especie en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

4.6. Biomasa arbórea

Se encontró en las unidades de muestreo un promedio de 285.58 t/ha (**Cuadro 3**), que abarcan rangos desde 64.72 t/ha en el transecto 3 hasta 1372.73 t/ha en el transecto 5 (**Figura 18**).

La estimación de biomasa realizada a partir de las alturas estimadas con la fórmula de Feldpausch (2012), muestran que los valores superaron por encima de 50% a los valores con las alturas reales (**Figura 19**). Es por eso que se observa un promedio de 691.98 t/ha, contando con 406.40 t/ha de más en comparación al estimado con altura real.

Asimismo, se observa las familias que aportan mayor biomasa al RVSL (**Figura 20**), las cuales están representadas en mayor proporción por Lauraceae con 2768 t/ha, seguido de Moraceae con 722 t/ha y Annonaceae con 572 t/ha, dejando a las demás familias con un aporte por debajo de 503 t/ha.

Entre las especies que aportan mayor biomasa por transecto, podemos observar que se encuentran en el transecto 5, alcanzando valores que sobrepasan las 1000 t/ha y con una media aproximada de 400 t/ha (**Figura 21**). Esto es debido a que en el transecto 5 se encuentran árboles que sobrepasan alturas de 15 m, alcanzan más de 130 cm de diámetro y presentan altas densidades de madera, como es el caso de *Beilshmedia sulcata* e *Inga spp.* Se observa también que el transecto 2 a pesar de tener una alta diversidad, es el que aporta la menor cantidad de biomasa por especies.

Con referencia a la estratificación en pisos altitudinales, se registró que el nivel altitudinal que se encuentra entre los 1000 a 1500 m, es el que más biomasa aporta (805.70 t/ha) seguido del piso que está entre 200 a 500 m (353.7 t/ha) dejando a los demás niveles altitudinales por debajo de 177 t/ha de aporte de biomasa (**Figura 22**). Para comprobar si existía una relación entre la altitud y la biomasa se realizó una regresión lineal la cual indicó que no existe relación entre el nivel altitudinal y el aporte de biomasa (**Figura 23**), con un R^2 de 0.0388 que demuestra no tener significancia.

La biomasa de especies según el nivel altitudinal realizada en el programa R 3.14 muestra que el nivel de 200-500 m y 1000-1500 m comparten resultados similares con medias por especies de 325 t/ha aproximadas. Siendo el piso entre 1500-2000 m el nivel que menos aporte por especie mostró con una media de 40 t/ha (**Figura 24**).

Finalmente, se elaboró una gráfica pie de proporción de biomasa aportada según el tipo de bosque que hemos decidido clasificar en el presente estudio. Los mismos arrojaron porcentajes indicando que el Bosque Transicional (BT) aporta 60% de la biomasa total, seguido del Bosque Estacionalmente Seco (BES) con 18%, las Praderas Expuestas (PE) con 13% y el Bosque Montano (BM) con 9% (**Figura 25**). Este porcentaje es debido a que para el número de transectos realizados no se tomó en cuenta la estratificación por tipo de bosque, si no por nivel altitudinal. Sin embargo, el nivel altitudinal va acorde en su mayoría con el tipo de bosque, reflejando similitudes en los resultados de tipo de bosque con los resultados de biomasa promedio de los niveles altitudinales.

Cuadro 3. Biomasa total estimada del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa.

Transectos	Biomasa (t/ha)	Biomasa con altura estimada Feldpausch 2012
Transecto 1	176.10	594.92
Transecto 2	163.02	364.55
Transecto 3	64.72	140.05
Transecto 4	234.74	635.75
Transecto 5	1376.73	3531.93
Transecto 6	101.95	158.86
Transecto 7	126.51	226.21
Transecto 8	161.71	326.22
Transecto 9	96.65	252.56
Transecto 10	353.71	688.80
TOTAL	285.58	691.98

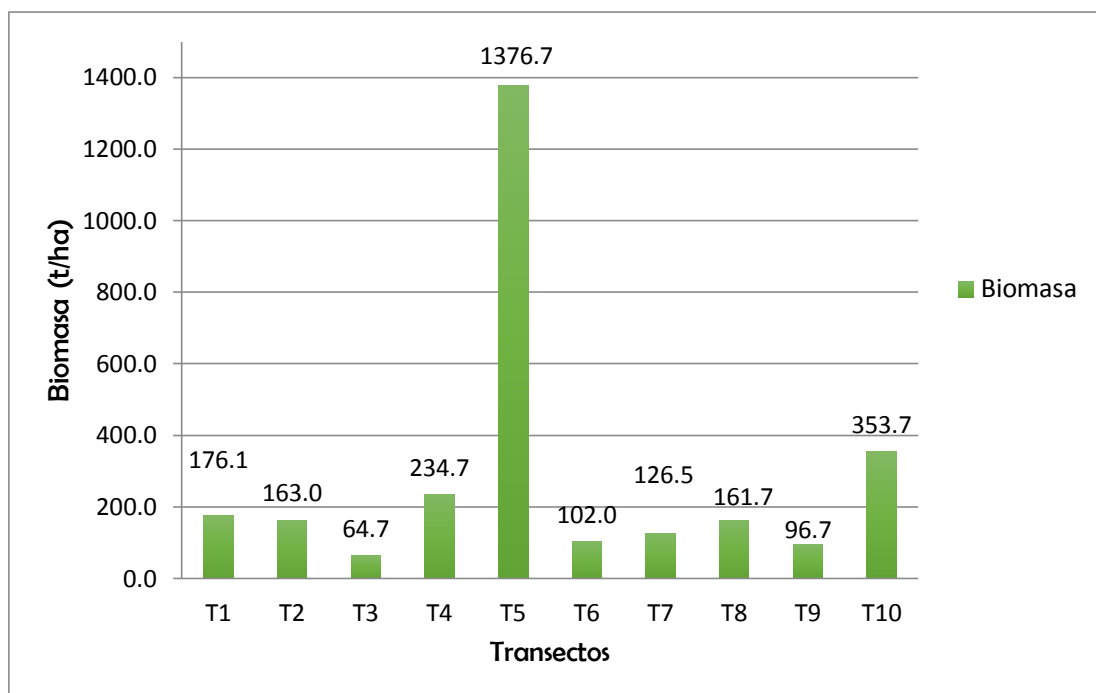


Figura 18. Estimación de biomasa por transecto en el RVSL.

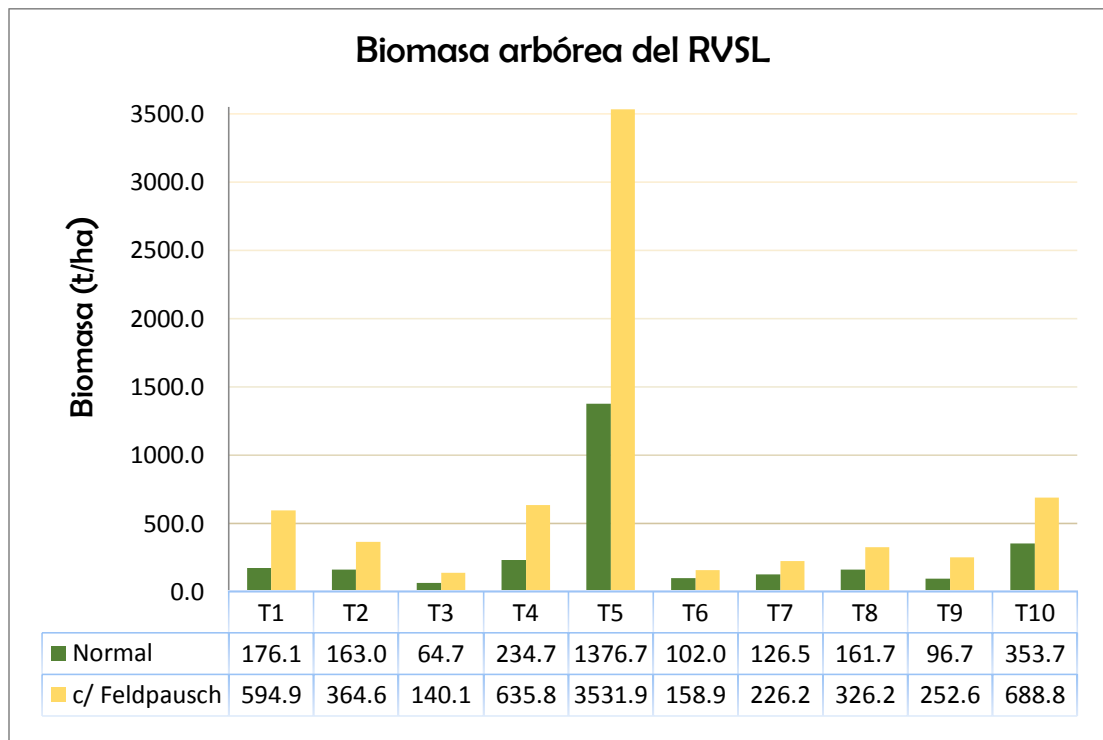


Figura 19. Comparación de biomazas por transectos entre estimación con altura Feldpausch (2012) y altura real en el RVSL.

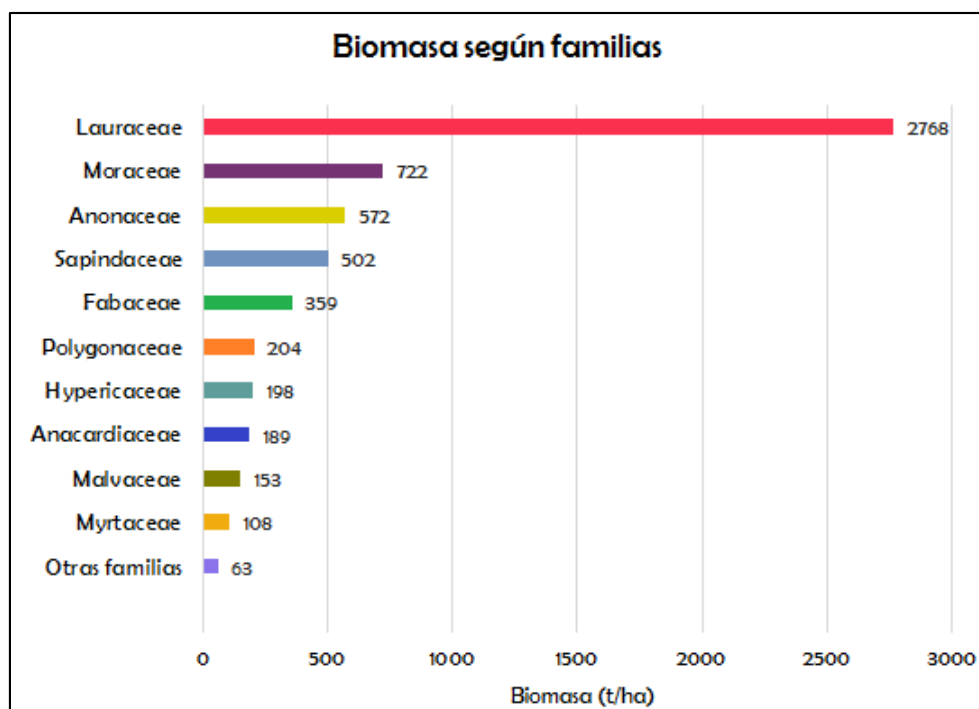


Figura 20. Familias que aportan mayor biomasa al RVSL.

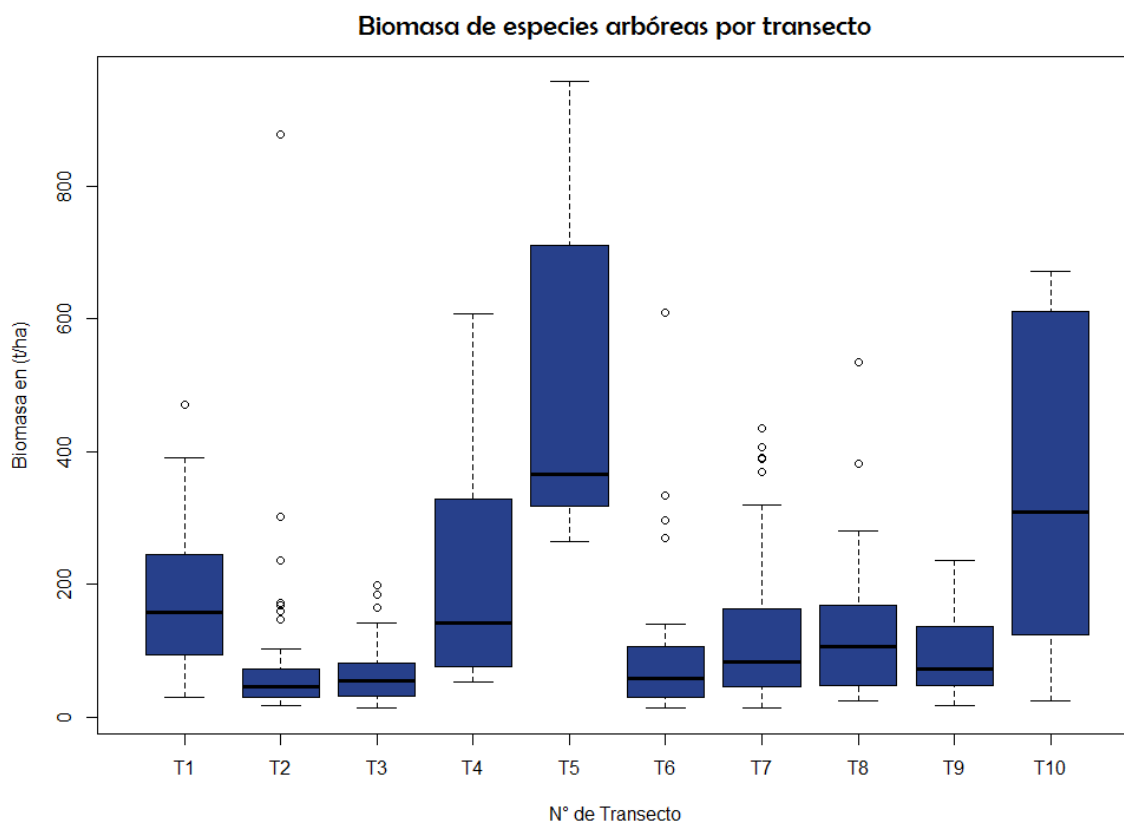


Figura 21. Biomasa de especies por transecto en el RVSL.

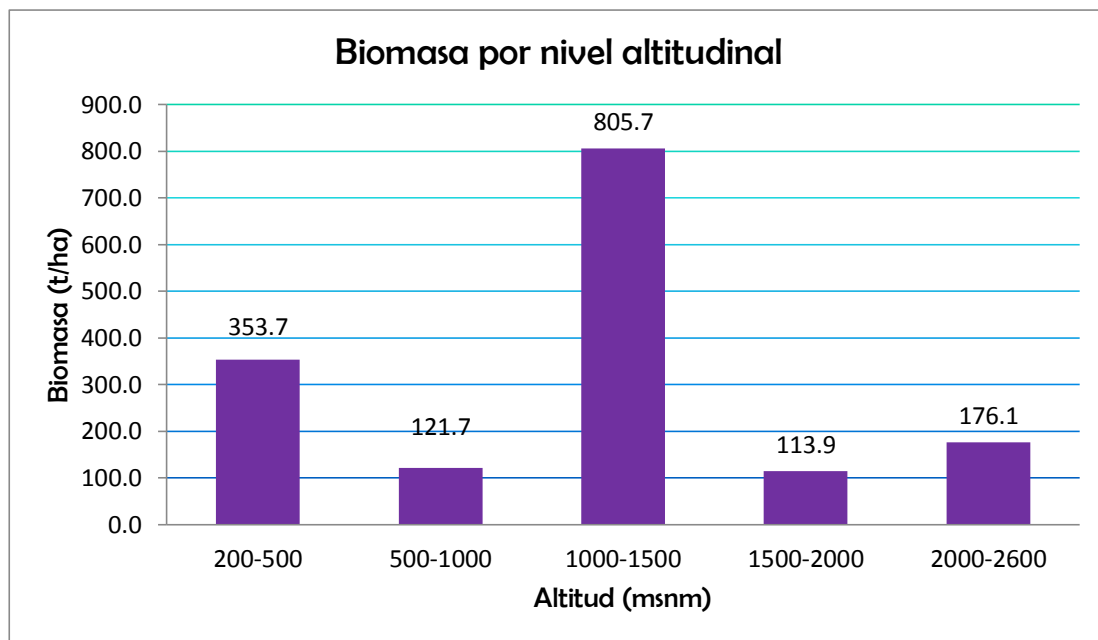


Figura 22. Estimación de biomasa por piso altitudinal en el RVSL.

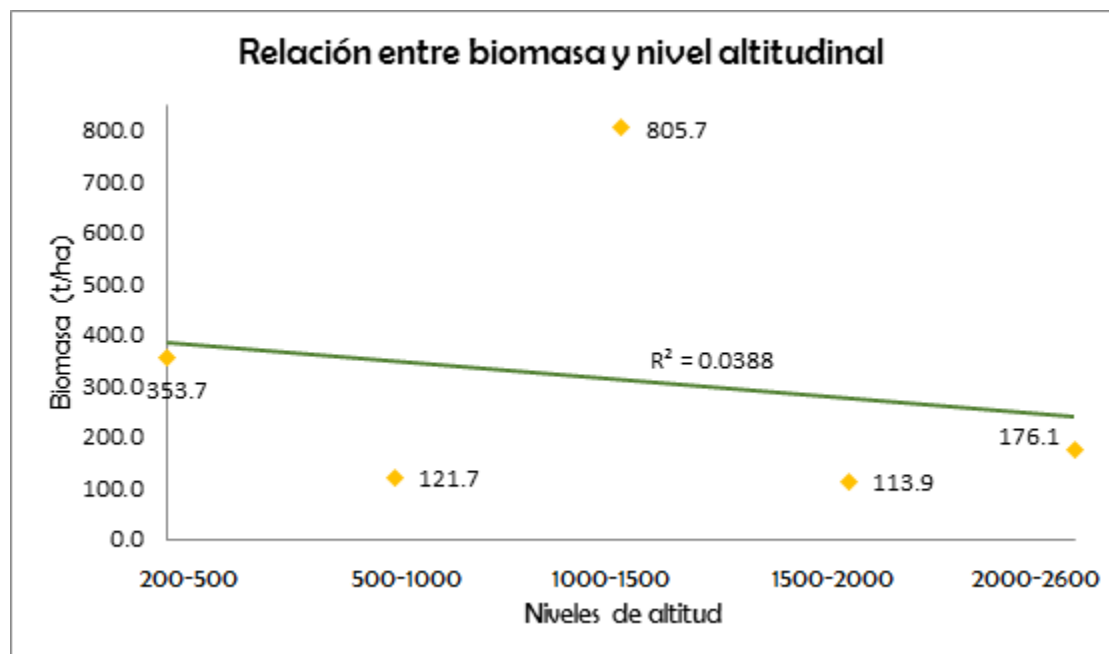


Figura 23. Regresión lineal entre biomasa y nivel altitudinal en el RVSL.

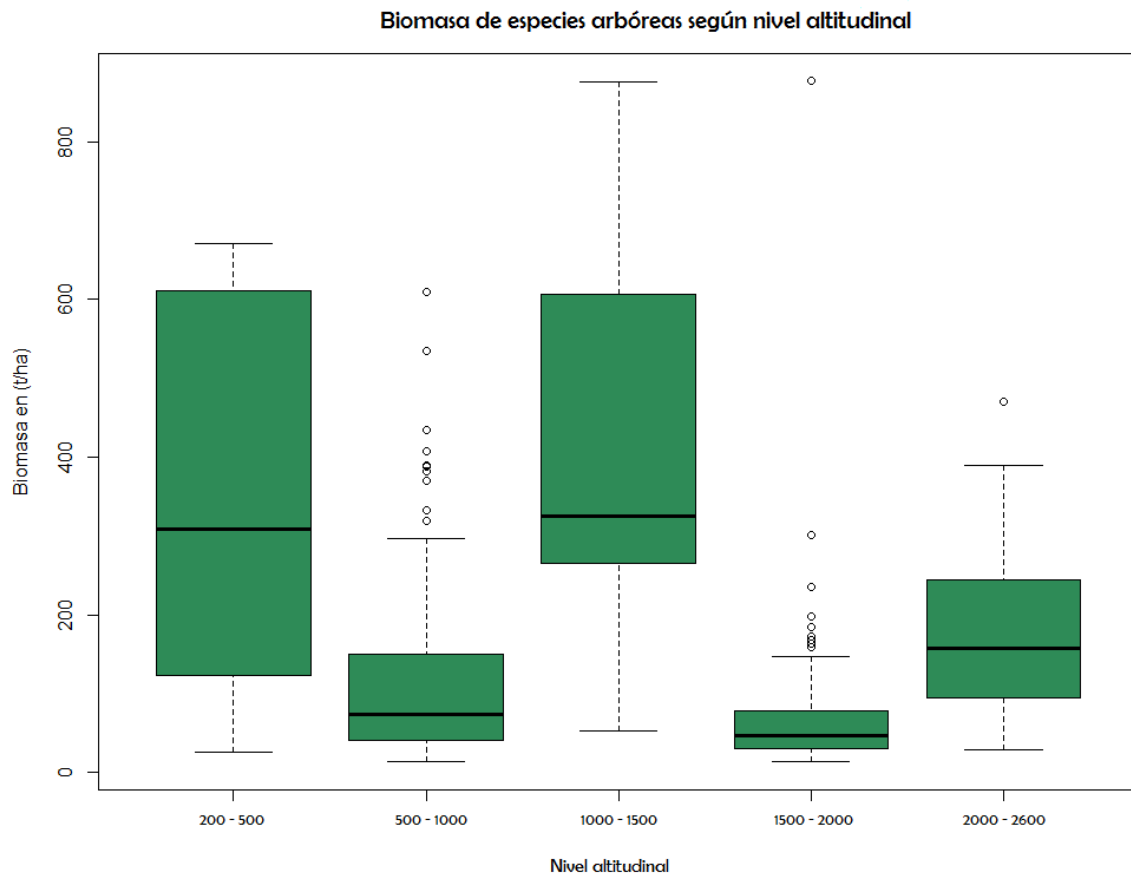


Figura 24. Boxplot de biomasa según el nivel altitudinal en el RVSL.

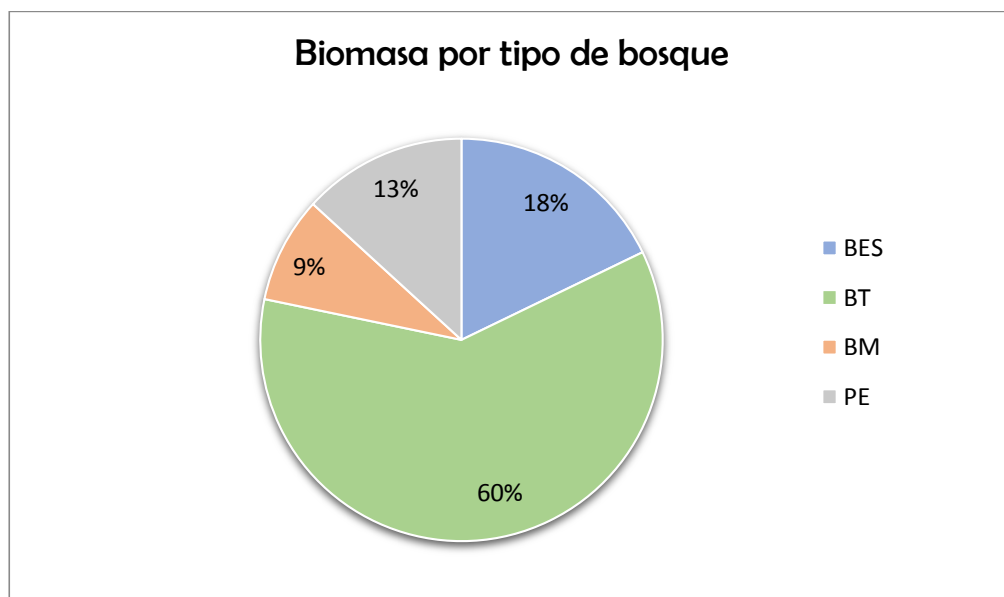


Figura 25. Porcentaje de biomasa aportada según el tipo de bosque en el RVSL.

4.7. Suelos

Los análisis de suelos del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa mostraron significativos resultados, tanto en la parte física como química. Se interpretan a continuación a partir del **ID_Muestra** presentado en las tablas por las letras AAA, BBB, CCC, DDD y EEE. Los cuales representan los puntos de muestreo colectados dentro de los transectos a diferentes pisos altitudinales. Es así que se tiene: AAA equivalente a la colecta de suelo en el transecto 1 a 2468 m, BBB del transecto 3 a 1805 m, CCC del transecto 5 a 1346 m, DDD del transecto 7 a 635 m y EEE del transecto 10 a 227 m.

4.7.1. Análisis físico

El análisis mecánico del suelo fue realizado por el método de Bouyoucos o del Hidrómetro. El mismo que hace referencia a las partículas y las clasifica de acuerdo a su tamaño, obteniendo finalmente su clase textural. Las partículas son clasificadas en Limo (Lo) cuando estas no sobrepasan los 2 mm, Arcilla (Ar) cuando son mayores de 2 mm y menores de 1 cm, y Arena (Ao) cuando son mayores de 1 cm.

Cuadro 4. Resultados de los análisis físicos del suelo del RVSL en la estimación de biomasa arbórea.

ID_Muestra	Distribución de Partículas			Clase Textural
	%Ao	%Ar	%Lo	
AAA	47.84	29.04	23.12	Franco arcillo arenoso
BBB	35.98	43.04	20.97	Arcilla
CCC	52.13	17.04	30.83	Franco
DDD	49.98	24.04	25.97	Franco arcillo arenoso
EEE	63.70	18.72	17.58	Franco arenoso

Se puede observar en el análisis físico que la muestra EEE tiene un mayor porcentaje de arena (63.70%) en comparación a las demás muestras estableciendo una clase textural franco arenosa. En tanto la muestra BBB tiene un mayor porcentaje de arcilla (43.04%) a diferencia de las demás, asumiendo así una clase textura arcillosa. Finalmente, la muestra

que obtuvo mayor porcentaje de limo fue la muestra CCC con 30.83%, que en conjunto con un alto porcentaje de arena (52.13 %) se clasificó en referencia al triángulo de clases texturales adoptado por la USDA (USDA 1986) como un suelo franco.

4.7.2. Análisis químico

Los análisis químicos fueron ejecutados por diferentes metodologías de acuerdo al fin propuesto. Es así que tenemos para conductividad eléctrica (CE_e) el método por extracto de saturación, para la reacción del suelo (pH_e) medidas en el potenciómetro y para materia orgánica (Mo) el método por calcinación.

Tabla 5. Resultados de los análisis químicos del suelo en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

ID_Muestra	CE_e dS/m	Clasificación	pH_e	Clasificación	Mo (%)	Clasificación
AAA	0.30	No salino	6.90	Neutro	7.00	Alto
BBB	0.29	No salino	7.00	Neutro	5.00	Alto
CCC	0.75	No salino	6.70	Neutro	7.60	Alto
DDD	0.91	No salino	7.10	Neutro	5.00	Alto
EEE	0.42	No salino	6.80	Neutro	6.60	Alto

Todos los análisis presentaron resultados por debajo de 1 para la conductividad eléctrica, lo cual se identifican como suelos no salinos, donde la mayoría de plantas frecuentemente se pueden adaptar y crecer de forma regular.

En la reacción del suelo se estableció un rango entre 6.70 a 7.10, clasificándose como suelos neutros. Estos resultados significantes asumen parcialmente la selección de que especies vegetales pueden crecer en este tipo de suelo.

Se observa en los análisis de Mo que presenta suelos ricos en materia orgánica con porcentajes iguales o mayores a 5%. Esto significa que se puede incrementar fácilmente la fertilidad edáfica de los bosques, los cuales favorecen la absorción de nutrientes para el crecimiento regular de las plantas.

4.8. Valoración económica del RVSL

La valoración económica se determinó a partir de las formulas descritas en la sección 3.2.5.4 de la metodología. Esta indica que existe 142.79 tC/ha en el RVSL en base a la transformación de toneladas de biomasa en toneladas de carbono. Así mismo se constató que existe 523.61 tCO₂/ha, el cual al ser multiplicado por el valor actual del mercado de CO₂ que está entre 5.3 y 8.6 USD/tCO₂, dio como resultado valores entre 2775.13 y 4503.04 USD/ha respectivamente.

V. DISCUSIÓN

Para el establecimiento de la metodología por transectos Whittaker se tomó en cuenta la geografía del área y una previa evaluación de la estructura boscosa. Se prefirió la presente metodología ya que en ella se puede marcar una ubicación espacial de los árboles y tiene una mayor efectividad en comparación con el transecto Gentry modificado como señala *Zuñe et al.* (2017), donde además abarca un mayor número de individuos por transecto. La metodología Witthaker por ende provee una mayor significancia en los resultados de biomasa. Es así que por ello la distribución aleatoria de los transectos se realizó de acuerdo al porcentaje de área que ocupaba cada nivel de muestreo, donde se tiene algunos niveles altitudinales con un solo transecto (entre 200-500 m y 2000-2600 m), otras con 2 transectos (entre 1500-2000 m y 1000-1500 m) y una con 4 transecto (500-1000 m). Esta eventual distribución fue tomada en cuenta para tener una mayor confianza en los resultados de biomasa, asimilando una igualdad en el muestreo y estableciendo la ocupación indiscriminada de todo el refugio.

La determinación de la biomasa puede realizarse por metodologías directas o destructivas e indirectas o no destructivas. El uso de metodologías destructivas, tiene un alto costo en tiempo y recursos, además del impacto negativo que ejerce sobre el área de estudio, ya que es necesaria la tala de las especies arbóreas para determinar su biomasa en peso seco. Pese a esto los resultados tienen una mayor precisión. Por su parte, el uso de metodologías no destructivas, tiene un costo menor y no es necesaria la colecta ni depredación de especies, ya que se centra en realizar estimaciones y cálculos a partir de datos estructurales obtenidos del área de estudio. Por consiguiente y debido a que nuestro sitio de muestreo se encontró dentro de un Área Natural Protegida por el estado, se utilizó ecuaciones alométricas para el cálculo de la biomasa, de tal manera que los métodos no fueron destructivos. Montero y Montagnini, (2005) señalan que el uso de ecuaciones alométricas basado en variables como el diámetro, puede ser utilizado para el cálculo de biomasa de una especie si se extrapola a situaciones de crecimiento similares. Sin embargo, no existen funciones para todas las especies de árboles, lo que dificulta el uso de ecuaciones alométricas. Puesto que debe ser considerado que los datos para la aplicación de estas ecuaciones se aplican a situaciones de

crecimiento similares, es posible que estas también dependan de la estructura del bosque (Chave et al., 2003). Por lo que, se busca que la ecuación a ser aplicada, se hubiera desarrollado en un bosque similar al de nuestro estudio. La ecuación utilizada para el cálculo de la biomasa fue la de Chave et al. (2014), la que es más adecuada para el estudio de bosques secos, que la ecuación de Chave et al. (2005), ya que se incrementó el esfuerzo de muestreo en dicho tipo de bosque, pasando de solo 3 muestras de bosque seco en la ecuación de Chave et al. (2005) a 22 muestras de bosque seco en la ecuación aplicada en este estudio, motivo por el cual se consideró la más apropiada para nuestra área de estudio.

Siendo el sitio de estudio un área protegida, una de las mayores prioridades es comparar los resultados obtenidos con los de otras áreas protegidas nacionales e internacionales, para tener una idea más amplia del estado e importancia de dichas áreas protegidas, por ello es que el MINAM (2014) estimó la biomasa de las ecozonas del país, reportando 17,09 (t/ha) en la ecorregión de la Costa, mientras que en el trabajo de Schlegel (2001) se demostró que la cantidad de carbono almacenado en los bosques siempreverdes de la Cordillera de la costa es de 140 (t/ha). Asimismo, de acuerdo con la tesis doctoral de Díaz, *et al* (2015), se calculó que la cantidad de carbono fijada en el Santuario Histórico Bosque de Pómac es de 255.09 (t/ha). Por su parte, un informe conjunto del Observatorio Aéreo Carnegie y el MINAM en el 2014, generó información sobre la densidad de carbono en las Áreas Naturales Protegidas, en el mismo se determinó que la media de carbono en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa es de 2 tC/ha. Estos datos contrastan con nuestros resultados donde la biomasa encontrada indica la presencia de 285.58 t/ha o 142.79 tC/ha, cantidad que supera a lo registrado en los informes del MINAM. Esto se debe a que los datos registrados por el MINAM tienen una alta incertidumbre, por encima de 30%, alcanzando 80%, puesto que el muestreo no fue representativo, por tal motivo el MINAM promueve el desarrollo de proyectos de investigación en esta línea, en lugares donde la información es escasa.

En lo que respecta a otros estudios de estimación de biomasa en el país, Lapeire *et al* (2004) realizaron un estudio para determinar las reservas de carbono a través de la biomasa aérea en el departamento de San Martín, en dicho estudio se puede apreciar la gran diferencia entre el carbono en la biomasa de un bosque primario con un promedio de 485 tC/ha y los

bosques secundarios con promedios entre 62.1 tC/ha y 234.3 tC/ha. Con estos datos queda claro la reducción drástica del valor de un bosque primario si se deforesta, y recuperar el estado inicial del mismo tomará muchos años, como en el caso de uno de los bosques secundarios que con 50 años alcanza solo 48% de lo que tenía en reservas un bosque primario. Pese a que el valor de acumulación de carbono en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa es menor con 142.79 tC/ha, es inevitable pensar en lo mucho que se reduciría este valor si es que el bosque es perturbado, una muestra clara de esto es algunas zonas del sector “Corral Grande” donde el pastoreo ha sido la causa de una gran degradación no solo de las especies vegetales sino también del suelo, lo que dificultaría la recuperación de estas zonas.

Otras investigaciones también realizadas a nivel nacional y en diferentes tipos de bosques discrepan en sus resultados, debido a los diferentes cálculos realizados y a los diferentes individuos evaluados. Tales investigaciones como la de Tello y Flores (2010), que realizaron un estudio en un bosque de llanura aluvial del río Nanay, se encontró 313,22 t/h y 156,62 tC/ha, estimando que son ricos en biomasa y en carbono. Asimismo, Pallqui et al. (2014), realizando el estudio en 39 parcelas permanentes de la Reserva Nacional de Tambopata, estimaron un promedio de 296.2 t/ha, valores relativamente altos comparado a otros bosques amazónicos. Ya en bosques con características climatológicas similares al estudiado, se encontró en un área privada en la caatinga de Piauí en Brasil un total de 170 t/ha, según señala Brand (2017). No muy lejos del Perú, trabajos realizados en Colombia y Ecuador, revelaron que, para bosques secundarios, rurales y forestales, estimaron biomásas de 9.56 t/ha, según Ordoñez et al. (2006) y 223 t/ha según Lopez et al. (2002). Estos resultados contrastan con lo reportado en nuestro estudio debido a las diferentes formas de trabajo y únicamente al tipo de vegetación, pudiendo confirmar así que la biomasa esperada para cada área va a depender directamente del trabajo de campo y la metodología empleada en el estudio en conjunto con el nivel de respuesta del ambiente.

Años atrás, en 1988, Janzen manifestaba el grave estado de conservación de los bosques tropicales estacionalmente secos como consecuencia de la alta presión antrópica y de la existencia de procesos de deforestación acelerados, hecho que puede ser constatado con facilidad en la costa norte del Perú. Espinoza et al (2012) afirma que estos bosques son

reconocidos como los ecosistemas más amenazados del mundo, es por ello la importancia del estudio de su diversidad biológica.

En referencia a los estudios de diversidad arbórea, mientras que Gentry (1995) señala a Fabaceae y Bignoniaceae como las dos familias de plantas que tienden a dominar los bosques tropicales estacionalmente secos, Marcelo et al (2007) reportaron que, en este tipo de bosques en Jaén, las familias que dominan son Boraginaceae, Malvaceae y Cactaceae. Asimismo, en este estudio la familia dominante fue Fabaceae, concordando con los resultados de Espinoza et al (2012), quienes, además, afirmaron que este tipo de bosques presenta una menor diversidad en relación a los bosques lluviosos a excepción de la familia Fabaceae, la cual muestra una alta diversidad en géneros. En consecuencia con lo afirmado y comprendiendo una sustentable gama de especies arbóreas, se reportó 62 especies leñosas para el bosque estacionalmente seco del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, en las cuales se encuentran incluidos árboles de gran densidad poblacional, tales como *Caesalpinia spinosa*, *Acacia macracantha*, *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii*, *Erythrina smithiana* y *Loxopterigyum husango*. Similar a lo reportado por Aguirre et al (2006), LLatas et al. (2005), Juarez et al. (2005), Rasal et al. (2011), Tejada (2012) y Diaz et al. (2015), quienes aluden en sus trabajos las mismas especies, todas reportadas para bosques de la costa norte del Perú.

Con respecto a la altura de las especies, Aguirre et al (2006) reportaron especies de árboles que alcanzan más de 20 m de altura, localizados en altitudes entre 200 y 900 msnm. Concordando con lo reportado en ese estudio, a este nivel altitudinal, en nuestro estudio se reporta árboles que alcanzan una altura máxima de 16 m; esta altura puede deberse al ambiente en el que se desarrollan estos árboles (Koch, 2004), donde el estrés es mayor debido al déficit hídrico y esto conlleva a un crecimiento menor. Concordando con lo expresado por Espinoza et al (2012), sobre la estructura dasométrica en los bosques tropicales estacionalmente secos, se ha indicado que presentan un área basal menor y una menor altura de los árboles que en los bosques húmedos lo que se asocia al mayor estrés hídrico. Con el objeto de estimar la altura de los árboles, fórmulas como la de Feldpausch (2012) son aplicadas, no obstante, en ciertas ocasiones estas estimaciones sobrepasan las alturas reales, lo que conlleva a que los resultados de los cálculos de la biomasa difieran significativamente.

En el caso donde se trabajó con alturas tomadas con clinómetro la biomasa calculada fue de 285.58 (t/ha), a diferencia de la biomasa calculada con las alturas estimadas con la fórmula de Feldpausch (2012) que fue de 691.98 (t/ha). Una de las causas de esta diferencia es que para el planteamiento de la fórmula de Feldpausch (2012), se tomaron datos de árboles de bosques tropicales, usualmente de climas con una alta humedad, donde los árboles pueden alcanzar un mayor desarrollo, puesto que el estrés es menor, y la competencia por alcanzar lugares con luz es mayor, lo que contribuye al crecimiento; en estos ecosistemas los árboles pueden llegar a alcanzar alturas mayores a 50 m, hecho que contrasta con el ecosistema donde se realizó este estudio, en el que las condiciones para el crecimiento de estos árboles son muy diferentes y resultan en un crecimiento mucho menor al estimado.

Este tipo de crecimiento, está relacionado directamente con la edafología del área. Si bien es cierto el territorio lambayecano está compuesto en su mayoría por suelos homogéneos en 75%, también es posible encontrar una diversidad de suelos a medida que se interioriza y se aumenta el nivel altitudinal dentro de la región (Gobierno Regional de Lambayeque, 2013). Estas observaciones se pueden constatar en este estudio, donde concuerda en parte con los resultados expuestos en los Estudios de Suelos con fines de Zonificación Ecológica Económica de Lambayeque (2012). En este estudio, usando metodologías de extracción y análisis protocolares similares a las realizadas en el presente trabajo, se presentaron resultados de 154 puntos de extracción, de los cuales 3 fueron realizados en terrenos cercanos a los puntos de colectas de este estudio. Tales puntos denominados Huaca Rajada, Piedra Parada y Laquipampa indicaron en regular proporción una particular similitud con el bosque estacionalmente seco y el bosque de transición del refugio. El Ph, en conjunto con la materia orgánica son determinantes específicos del tipo de nutrientes que se podrían encontrar, es así que los resultados presentados indican que el RVSL presentaría una mayor disponibilidad de nitrógeno (N), el cual es fuertemente asimilado por las raíces de las fabáceas (Gentry, 1995). También, alto contenido de azufre (S), calcio (Ca) y molibdeno (Mo). Una regular disponibilidad de magnesio (Mg), potasio (K), hierro (Fe) y cobre (Cu) y, una baja disponibilidad de boro (B), fósforo (P), manganeso (Mn) y zinc (Zn).

Rasal et al. (2011) realizó un estudio edáfico en el bosque La Menta y Timbes que comparten con el RVSL características ecológicas similares como el monte espinoso Premontano Tropical (mte-PT) y una altitud que asciende de 350 hasta 1350 m. El estudio constató que el bosque posee un suelo con pH neutro, conductividad eléctrica no salina, y textura franco arcillosa, resultados parecidos al realizado en este estudio, discrepando solamente al porcentaje de materia orgánica. En cuanto el RVSL este posee un alto porcentaje de Mo, mientras que en el bosque La Menta y Timbes ocurre lo contrario, posiblemente por los efectos de su vegetación en el suelo piurano. En confrontación a eso la zonificación ecológica económica de Lambayeque denota que en el territorio los suelos que fueron extraídos por encima de los 500 m tendían a presentar un alto porcentaje de materia orgánica. En síntesis, los análisis realizados en el RVSL concuerdan en gran parte con otros estudios realizados en áreas con características similares, dejando en evidencia que el noroccidente del Perú sigue una serie de patrones edáficos directamente vinculados con la variación altitudinal, la vegetación y el clima.

VI. CONCLUSIONES

1. El valor promedio de biomasa arbórea estimado para el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa fue de 285.58 t/ha , un valor alto en comparación a lo registrado en otros bosques de la costa norte del Perú y regiones con climas semiáridos. Esto se debe a que el refugio presenta una estructura boscosa diversamente adaptada para cada zona de vida, lo que hace variar la altura, el diámetro y la densidad de los individuos.
2. A excepción del primer transecto, no existe una dominancia total de una especie en cada uno de los transectos realizados. Aunque sí se presentan en mayor proporción familias que tienen un elevado número de individuos por transectos, coincidiendo así con el cluster de similitud, donde muestran la distribución de individuos en mayoría en solo algunos puntos de muestreo.
3. Los suelos del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, se muestran aptos para el crecimiento vegetal de la mayoría de especies silvestres e introducidas, debido a que este presenta suelos fértiles y de fácil adaptación, siendo el único impedimento el déficit hídrico y la competencia intraespecífica.
4. Finalmente, la valoración económica del bosque prueba que por hectárea el refugio exhibe regulares valores monetarios de entre 2775.13 y 4503.04 USD/ha en comparación a lo estimado para este bosque en otros estudios, siendo directamente proporcional a las toneladas de madera que este alberga en su interior.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda establecer una parcela permanente en el bosque estacionalmente seco, entre los 700 m a 1000 m, con la finalidad de monitorear la cantidad de biomasa de las especies forestales más representativas del RVSL.

2. Replicar el estudio utilizando otras metodologías y otras fórmulas, con la finalidad de optimizar el nivel estimado de biomasa y poder establecer una línea base de investigación forestal.

3. Realizar investigaciones de generación arbórea, con el entendimiento de seguir a los brinzales, los latizales y los fustales de los individuos más representativos en el bosque de transición y el bosque montano.

4. Identificar todas las especies arbóreas presentadas en este trabajo, con un mayor esfuerzo de muestreo.

5. El establecimiento de barreras vivas, con la finalidad de imposibilitar la entrada del ganado al bosque montano y permitir la regeneración de la flora endémica, así como la contratación de un mayor número de guardaparques.

6. Acceso a la información generada por trabajos de investigaciones que se realizaron en el área de estudio.

7. La creación de nuevas rutas turísticas en la zona alta de las praderas expuestas, donde puede observarse la secuencia montañosa que alberga el refugio, como también la diversidad de especies florales que conforman el paisaje.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG IV.** (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. The Linnean Society of London, Botanical Journal of the Linnean Society.
- Asner, G. P., Knapp, D. E., Martin, R. E., Tupayachi, R., Anderson, C. B., Mascaro, J., ... & Farfan, W.** (2014). La geografía del carbono en alta resolución del Perú. Institución Carnegie para la Ciencia y Ministerio del Ambiente del Perú. Lima, Perú. 69pp.
- Brako, L. & Zarucchi, J.** (1993). Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Missouri Botanical Garden, St. Louis, U.S.A.
- Brand, M.** (2017). Potencial de uso da biomassa forestal da caatinga, sob manejo sustentavel, para geracao de energia. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 117-127, jan.-mar., 2017
- Brown S.; Gillespie A. J.; Lugo. A. E.** (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*, Vol. 35, No. 4.
- Brown S. y Lugo A. E.** (1992). Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia*, Vol. 17, No. 1.
- Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M., & Kauppi, P. E.** (1996). Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management. *The Commonwealth Forestry Review*, 75(1), 80–91.
- Caballero, J. A.** (2016). Stocks de carbono y tipos de vegetación de los bosques húmedos de la Amazonia suroccidental del Parque Nacional del Manu, Perú.

- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers J. Q., Eamus, D., Folster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J. P., Nelson B. W., Ogawa, H., Puig, H., Rie'ra, B. & Yamakura, T.** (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145:87-99.
- Chave, J; Rejou, M; Burquez, A; Chidumayu, E.** (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* (2014) 20, 3177–3190.
- Christen, J. A. and Nakamura, M.** (2000). On the Analysis of Accumulation Curves. *Biometrics*, vol. 56, no. 3, 748–754
- Colwell, R. K.** (2013). EstimateS: Statistics Estimation of Species Richness and Share Species from Samples. <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Cuentas, M. A.** (2015). Revalorizando el bosque seco de algarrobo: estudio y análisis de la biodiversidad, distribución y conservación de los bosques secos en Lambayeque (Doctoral dissertation, Tesis de Licenciatura. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú).
- Diaz, W., Garcia, V., Guillermo, N.** (2015). Valoración de la captura de carbono en el Santuario Histórico Bosque de Pómac y su incidencia en las políticas públicas medioambientales. Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales. Escuela de post grado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Dillon, M. O.** (1994). Bosques Húmedos del Norte del Perú. *Arnaldia* 2(1): 29-42.
- Dillon, M.O., Sagástegui A., Sánchez, I., Llatas S., & Hensold, N.** (1995). Floristic inventory and biogeographic analysis of montane forests in northwestern Peru. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. New York Botanical Gardens, Bronx.

- Espinosa, C. I., De la Cruz, M., Luzuriaga, A. L., & Escudero, A.** (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2).
- FAO.** (2002). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000: Informe principal. Roma
- Feldpausch, T. R., Lloyd, J., Lewis, S. L., Brien, R. J. W., Gloor, M., Monteagudo Mendoza, A.,...Phillips, O. L.**(2012). Tree height integrated into pantropical forest biomass estimates, *Biogeosciences*, 9, 3381-3403, doi: 10.5194/bg-9-3381-2012.
- Ferreyra, R.** (1977). Endangered species and plant communities in Andean and coastal Peru. *Extinction Is Forever*. New York Botanical Gardens, Bronx.
- Fonseca, W., Alice, F., & Rey, J. M.** (2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *Bosque (Valdivia)*, 30(1), 36-47.
- Gentry, A.** (1992). Diversity and floristic composition of Andean forests of Peru and adjacent countries: implication for their conservation. *Memorias del Museo de Historia Natural, UNMSM (Lima)* 21: 11-29.
- Gentry, A.** (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En: S.H Bullock, H.A. Mooney & E. Medina (editores). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University, Cambridge, Reino Unido. Pp 146-194.
- Gobierno Regional de Lambayeque.** (2012). Estudios de Suelos con fines de Zonificación Ecológica Económica. Oficina de Planificación, estrategia y ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible. 2012.
- Gobierno Regional de Lambayeque.** (2013). Zonificación Ecológica Económica Base para el Ordenamiento Territorial del departamento de Lambayeque. Oficina de Planificación, estrategia y ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible. 2013.

- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D.** (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):9 pp.
- IPCC.** (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. Ginebra: IPCC, 104 p.
- Gobierno Regional de Lambayeque.** (2015). Zonificación ecológica y económica: Resumen ejecutivo instrumento técnico, base para el ordenamiento territorial del departamento de Lambayeque.
- Goode y Hatt.** (1990). Métodos de investigación social. 2^{da} edición en español. Editorial Trillas. Mexico, 1990, 469 pp.
- IPCC.** (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- IPCC.** (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
- Janzen, D. H.** (1988). Tropical dry forests. *Biodiversity*, 538.
- Koch, G. W., Sillett, S. C., Jennings, G. M., & Davis, S. D.** (2004). The limits to tree height. *Nature*, 428(6985), 851-854.

- Lapeyre, Tatiana, Alegre, Julio, & Arévalo, Luis.** (2004). Determination of carbon reserves of the aerial biomass in different land use systems in San Martín, Peru. *Ecología Aplicada*, 3(1-2), 35-44.
- Lloyd, J. y Farquhar, G. D.** (2008). Effects of rising temperatures and [CO₂] on the physiology of tropical forest trees. *Phil. Trans. R. Soc. B* (2008) 363, 1811–1817 doi:10.1098/rstb.2007.0032 Published online 11 February 2008.
- Lopez, M., Koning, F., Paredes, H. y Benites, P.** (2002). Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidente de Ecuador. Investigación de bosques tropicales.
- Macbride, J.** (1996). Flora of Peru Series. Field Museum of Natural History. Chicago, IL. U.S.A.
- Málaga, N., Giudice, R., Vargas, C., & Rojas, R.** (2014). Estimación de Los Contenidos de Carbono de La Biomasa Aérea en los Bosques de Perú. MINAM. Lima. Perú.
- Marcelo, J., Reynel, C., Zevallos, P., Bulnes, F., & Pérez, A.** (2007). Diversity, floristic composition and endemism in secondary tropical seasonally dry forests in Jaén, Peru. *Ecología Aplicada*, 6(1-2), 9-22.
- Mendoza, Z. A., Linares-Palomino, R., & Kvist, L. P.** (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldia*, 13(2), 324-350.
- Ministerio del Ambiente del Perú.** (2010). El Perú y el Cambio Climático, Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2010.

- Ministerio del Ambiente del Perú.** (2011). El Perú de los Bosques. MINAM
- Mogas, J. y Riera, P.** (2004). El valor de la fijación de carbono en los programas de forestación. II Simposio Iberoamericano de Gestión y Economía Forestal. Barcelona ; 19p.
- Moreno, C.** (2001). Métodos para medir la Biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA. Cooperación Iberoamericana CYTED. UNESCO Orcyt. Sociedad Entomológica Aragonesa. 1º Ed. México. 84 p.
- Mostacero, L., et al.** (2009). Fanerógamas del Perú: Taxonomía, utilidad y ecografía. Segunda edición, CONCYTEC, Trujillo, Perú.
- OMN.** (2015). Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2015.
- Ordoñez, H., Muñoz, D., Ballesteros, W. Cabrera, G. y Mosquera, J.** (2006). Estimación de la biomasa aérea y captura de carbono en árboles dispersos en potreros con motilon silvestre (*Freziera canescens*) en el Municipio de Pasto Nariño – Colombia.
- Orwa, C; Mutua, A; Kindt, R; Jamnadass, R; Anthony, S.** (2009). Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre. Kenya.
- Pallqui, N.** (2013). Dinámica de un Bosque tropical: biomasa aérea y análisis en parcelas permanentes a largo plazo, Reserva Nacional Tambopata - Madre de Dios. Tesis para optar el título de Biólogo. Facultad de Biología Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Pallqui N., Monteagudo, A., Phillips O. L., López G., Cruz, L., Galiano, W., Chavez W., Vásquez R.** (2014). Dinámica, biomasa aérea y composición florística en parcelas permanentes Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú. Revista peruana de biología 21(3): 235 - 242 (Diciembre 2014). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10897>.

- Rasal, M., Troncos, J., Lizano, C., Parihuamán, O., Quevedo, D., Rojas, C., & Delgado, G.** (2011). Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco La Menta y Timbes, Región Piura, Perú. *Ecología Aplicada*, 10(2): 61-74.
- Rasal, M., Troncos, J., Lizano, C., Parihuamán, O., Quevedo, D., Rojas, C., & Delgado, G.** (2012). La vegetación terrestre del bosque montano de Lanchurán (Piura, Perú). *Caldasia*, 34(1):1-24.
- Sagástegui, A.** (1994). Flora endémica de los Andes Norperuanos. *Arnaldoa*. 2(1):43-64.
- Schlegel** (2001). Estimación de la Biomasa y Carbono en bosques del tipo Forestal siempreverde. Universidad Austral de Chile. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales 18 al 20 de Octubre del 2001. Valdivia – Chile
- Serván M., A & Angulo P., F.** (2006). Caracterización Florística y Análisis de Diversidad en el área de distribución de la Pava Aliblanca (*Penelope albipennis* Taczanowski). *Revista Zonas Áridas* N° 10. 2006.
- Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado.** (2015). Plan Maestro del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa 2015 – 2019. Editora e imprenta internacional S.A.C. Primera edición Agosto del 2015.
- Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.** (2005). Las Áreas Naturales Protegidas del Perú. Informe Nacional 2005. APECO. Pp 27-28
- TEAM Network.** (2010). Vegetation Protocol Implementation Manual, v. 1.5 Tropical Ecology, Assessment and Monitoring Network, Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International. USA.
- Tejada, E.** (2012). Caracterización ecológica y diversidad florística del Santuario Histórico Bosque de Pómac, Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, y sus zonas de conectividad durante 2009. Tesis para optar el grado académico de Doctor en

Ciencias Ambientales. Escuela de Post grado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Tello, R. y Flores, J. (2010). Potencial de biomasa y carbono del bosque de la llanura aluvial del río Nanay, Perú. *Canonc. amaz.* 1(1):67-67[2010]

Ureta, M. (2014). Aporte de biomasa aérea de las especies arbóreas de la familia Myristicaceae en los bosques Amazónicos del Perú. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.* ISSN-0034-7744) Vol. 63 (1): 263-273, March 2015

Ulloa, C. & Jorgensen, P. M. (1993). Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. Aarhus University Press, Denmark.

Ulloa, C., Zarucchi, J. L., León, B. (2004). Diez años de adiciones a la flora del Perú: 1993 – 2003. *Arnaldoa. Edición especial*, pp 1-242

Valencia, N. (1992). Los bosques nublados secos de la vertiente occidental de los Andes del Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural, U.N.M.S.M. (Lima)* 21: 155-170.

Theplantlist.org. (2017). Home — The Plant List. [online] Available at: <http://www.theplantlist.org/> [Accessed 5 Nov 2017].

Tropicos.org. (2017). Tropicos - Home. [online] Available at: <http://www.tropicos.org/> [Accessed 5 Nov 2017].

Tovar, O. (2005). Estudios florísticos de los pastizales de la costa norte del Perú. *Rev. peru. biol.* 12(3): 397- 416 2005.

USDA. (1986). Designation for Master Horizons and Layers in Soils. SCS. Department of Agronomy, College Agriculture and Life Sciences, Cornell University. 16 p

Velásquez Camacho, L. F., & Diaz Cepeda, B. D. (2016). Análisis de Captura de Carbono en Seis Especies Forestales Nativas (3 Esciofitas-3 Heliofitas) Plantadas con Fines de Restauración en El Parque Ecológico La Poma (PEP)-Sabana de Bogotá– Colombia.

- Worldagroforestry.org.** (2017). World Agroforestry Centre | Transforming lives and landscapes with trees. [online] Available at: <http://www.worldagroforestry.org/> [Accessed 10 Nov 2017].
- Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., and Chave, J.** (2009). Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.
- Zuñe, F., Abanto, N., Arévalo, F., Salazar, C., Calderón-Urquiza, D., Perea, M., Nugkui, T., Peña, K., Quispe, A., Yaconza, R. y Tito, S.** (2016). Estudio comparativo de diversidad y biomasa del estrato arbóreo entre metodologías de transecto Gentry modificado y Whittaker en el Bosque de Protección San Matías San Carlos. *Rev. Ciencia, Tecnología y Humanidades* 7(1): 25-38, 2016. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

IX. ANEXOS

9.1. Autorización de investigación del RVSL.

PERÚ	Ministerio del Ambiente	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado	Refugio de Vida Silvestre Laquipampa
------	-------------------------	---	--------------------------------------

"Año de la consolidación del mar de Grau"

CONSTANCIA DE RECEPCION N° 002-2016-SERNANP-RVSL

Al Sr. **Luis Felipe Zuñe Da Silva**, identificado con D.N.I. N° 76805681, con domicilio en la calle Manuel María Izaga N° 408 distrito y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, en calidad de estudiante de la carrera profesional de Biología, Especialidad Botánica, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

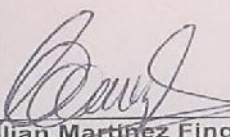

Quien ha ingresado el Expediente TUPA N° 03-2016-SERNANP-RVSL, con número de Registro 246-2016, solicitando la Aprobación Automática para realizar la investigación denominada: **"Estimación de Biomasa Arbórea del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, Lambayeque – Perú"**, por el período comprendido entre Octubre del 2016 a Marzo 2017. Asimismo forman parte del equipo de investigación:

Apellidos y Nombres	D.N.I.	Nacionalidad
Dávila Raffo, Deborah Camila	77349610	Peruana
Zuñe Da Silva Luis Felipe	76805681	Peruano
Delgado Paredes Guillermo Eduardo	16452609	Peruano

Asimismo la investigación se encuentra dentro de los supuestos contemplados en el numeral 15.2 del artículo 15 de la Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP y la documentación presentada, y con las observaciones levantadas según Informe N° 07-2016-SERNANP-DGANP-RVSL-E/EEPF, cumple con todos los requisitos previstos en los artículos 20 y 21 de la mencionada Resolución Presidencial y el Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM.

Se expide el presente documento el cual constituye la autorización de investigación dentro del **ANP Refugio de Vida Silvestre Laquipampa**, la cual caducará automáticamente al vencer el plazo concedido, por el incumplimiento de los compromisos adquiridos o por cualquier daño al patrimonio natural, sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles o penales que pudieran originarse.

Chiclayo, 21 de Noviembre del 2016.



Wilian Martínez Finquin
Jefe
Refugio de Vida Silvestre Laquipampa
SERNANP

Dirección: Calle Los Laureles N° 330. Urb. Saalaverry – Chiclayo.
E – mail: wmartinez@sernanp.gob.pe
Telf. 074-20 6466 / RPC 968 218461

9.2. Resultado de los análisis de suelos del RVSL.



GRUPO DE INVESTIGACIÓN DESERTIFICACIÓN Y SEQUÍA
LABORATORIO DE SUELOS - AGUAS - PLANTAS



RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELOS

DEPARTAMENTO: Lambayeque
PROVINCIA: Ferreñafe
DISTRITO: Incahuasi

PROCEDENCIA: Refugio de Vida Silvestre Laquipampa
SOLICITANTE: Luis Felipe Zuñe Da Silva
Deborah Camila Dávila Raffo

Id_Muestra	CE _e (dS/m)	pH _e	M.O. (%)	Distr.Partículas			Clase Textural
				%Arena	%Limo	%Arcilla	
EEE	0.42	6.80	7.00	64	18	19	Fr. Ao.
DDD	0.91	7.10	5.00	50	26	24	Fr. Ar. Ao.
CCC	0.75	6.70	7.60	52	31	17	Fr.
BBB	0.29	7.00	5.00	36	21	43	Ar.
AAA	0.30	6.90	6.60	48	23	29	Fr. Ar. Ao.

❖ Interpretación:

Clasificación de resultados en función de la Salinidad, reacción del suelo (pH) y materia orgánica.

Id_Muestra	CE _e (dS/m)	Clasificación	pH _e	Clasificación	M.O. (%)	Clasificación
EEE	0.42	No salino	6.80	Neutro	7.00	Alto
DDD	0.91	No salino	7.10	Neutro	5.00	Alto
CCC	0.75	No salino	6.70	Neutro	7.60	Alto
BBB	0.29	No salino	7.00	Neutro	5.00	Alto
AAA	0.30	No salino	6.90	Neutro	6.60	Alto

E. M. Rufasto Campos

Ing. Eleazar M. Rufasto Campos
Docente Principal - DAS - FAG
Investigador Principal

9.3. Constancia de depósito de muestras botánicas



UPAO

Museo de Historia Natural y Cultural

HERBARIO ANTENOR ORREGO (HAO)

CONSTANCIA N° 08-2018-HAO-UPAO

El que suscribe, Director del Museo de Historia Natural y Cultural de la Universidad Privada Antenor Orrego, al cual pertenece el Herbario Antenor Orrego (HAO), deja:

CONSTANCIA

Que **Luis Felipe Zuñe Da Silva**, identificado con DNI n° 76805681, bachiller en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, Perú, ha depositado en el Herbario Antenor Orrego (HAO) material botánico que corresponde a 21 muestras colectadas en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa en la región Lambayeque, producto del desarrollo de su tesis "Estimación de biomasa arbórea del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, Lambayeque-Perú", que contó con autorización de investigación en dicha área natural protegida según constancia de recepción n° 002-2016-SERNANP-RVSL.

Dichas muestras quedan registradas en el Herbario Antenor Orrego (HAO) con los códigos HAO 20009 al 20029 y se detallan en el anexo de la presente constancia.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que correspondan.

Trujillo, 08 de febrero de 2018




Segundo Lema González
DIRECTOR
MUSEO DE HISTORIA NATURAL Y CULTURAL

9.4. Mapas de ubicación de los transectos realizados en el RVSL.

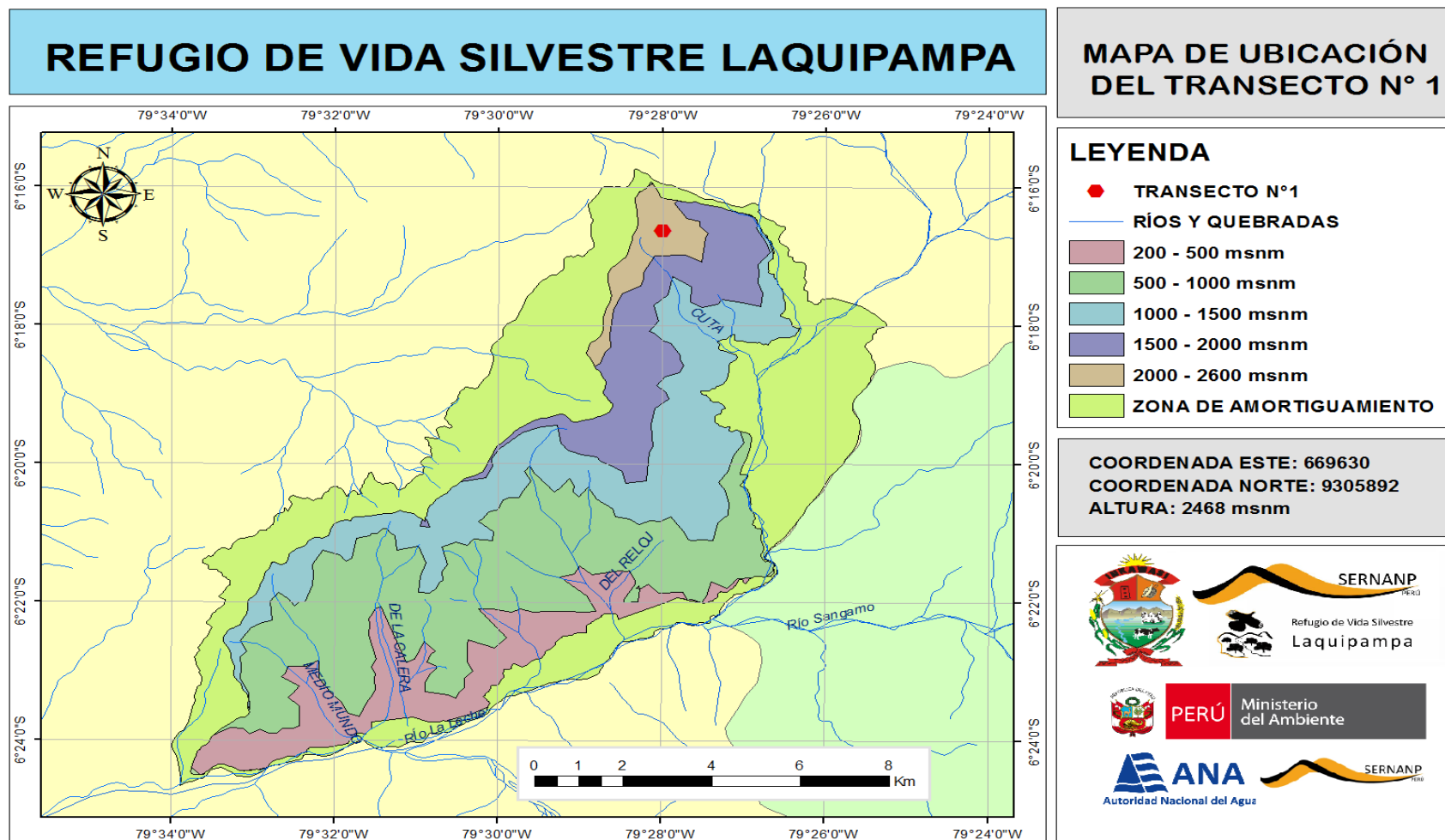


Figura 26. Ubicación del transecto 1 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

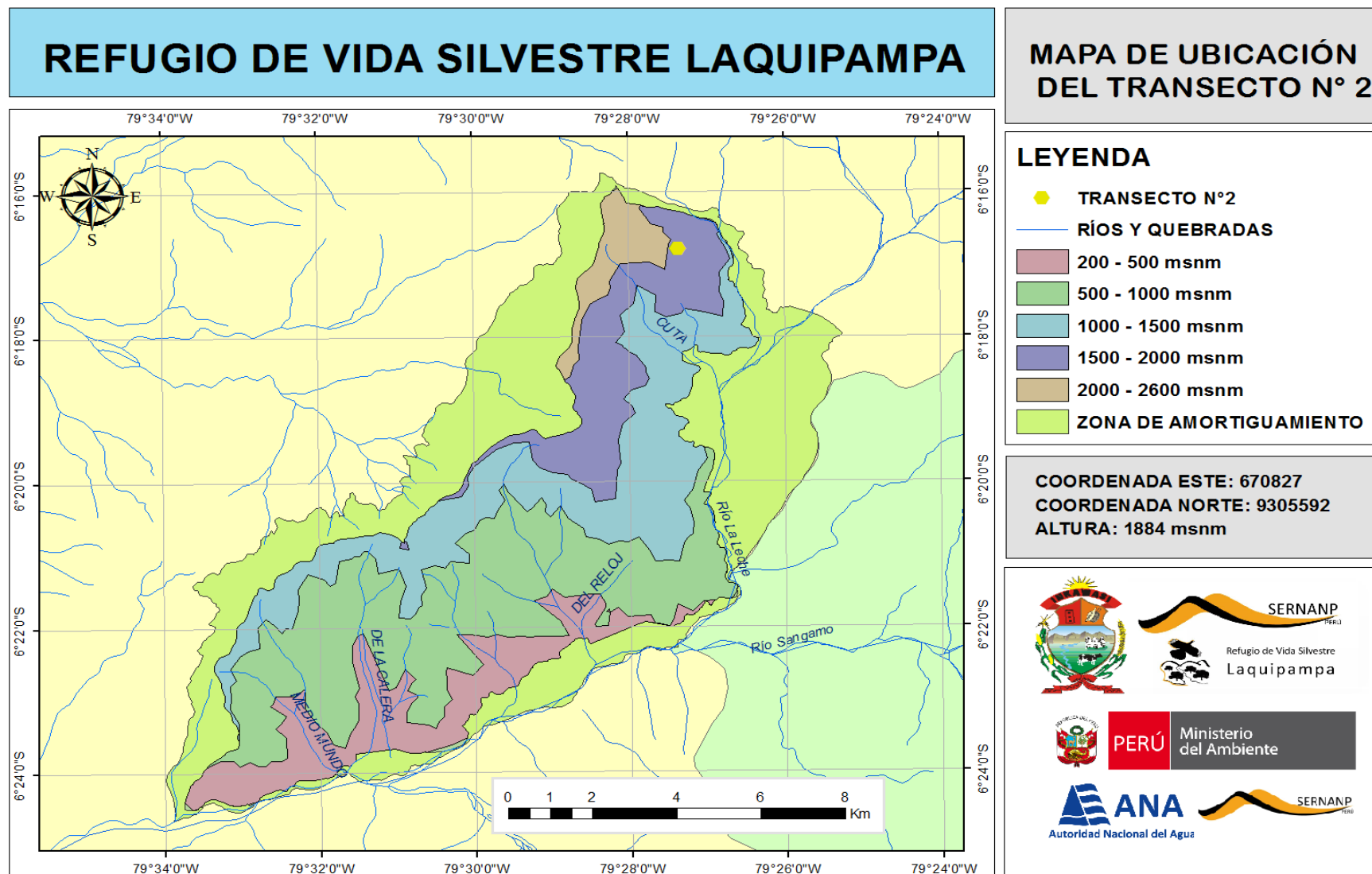


Figura 27. Ubicación del transecto 2 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

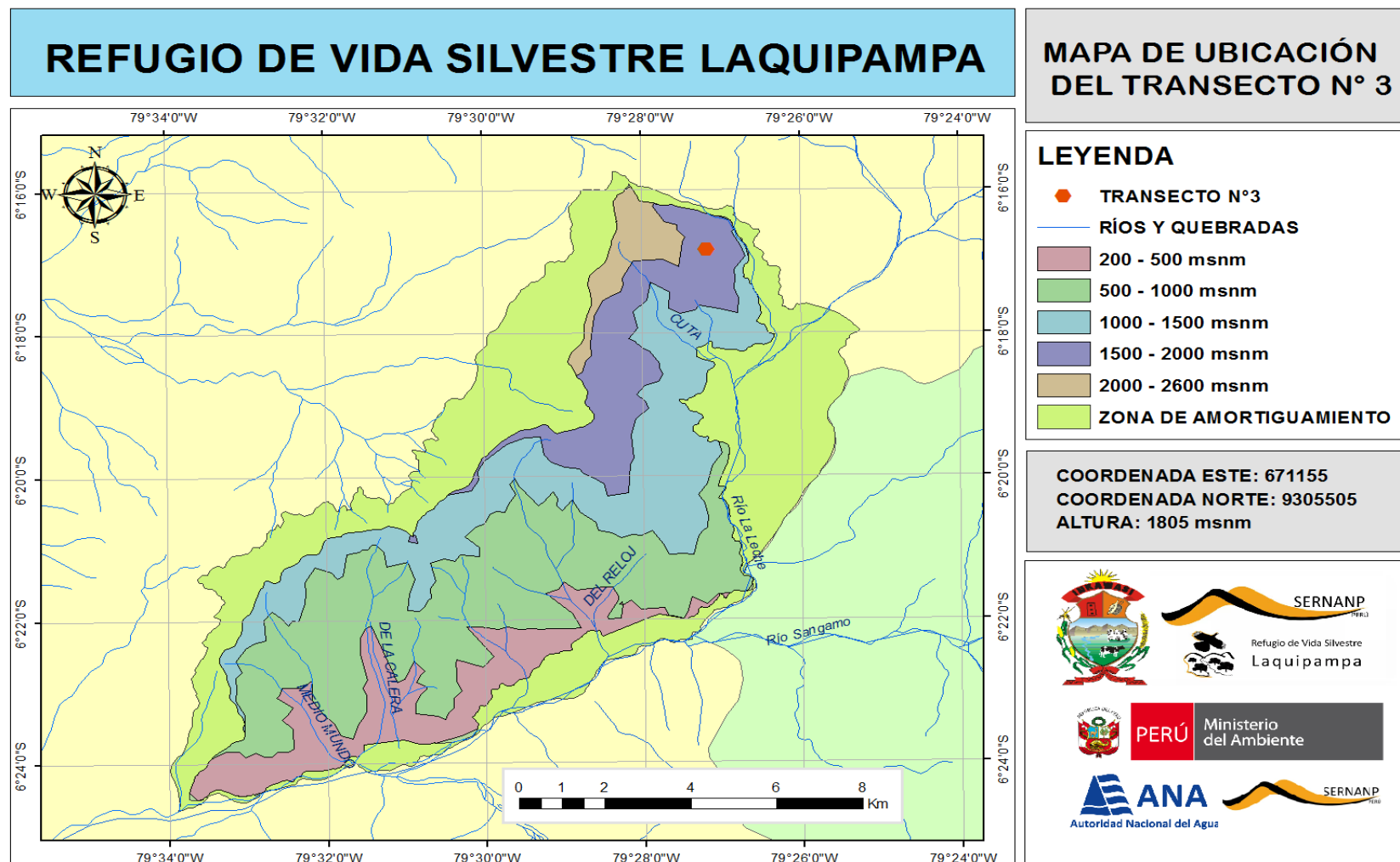


Figura 28. Ubicación del transecto 3 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

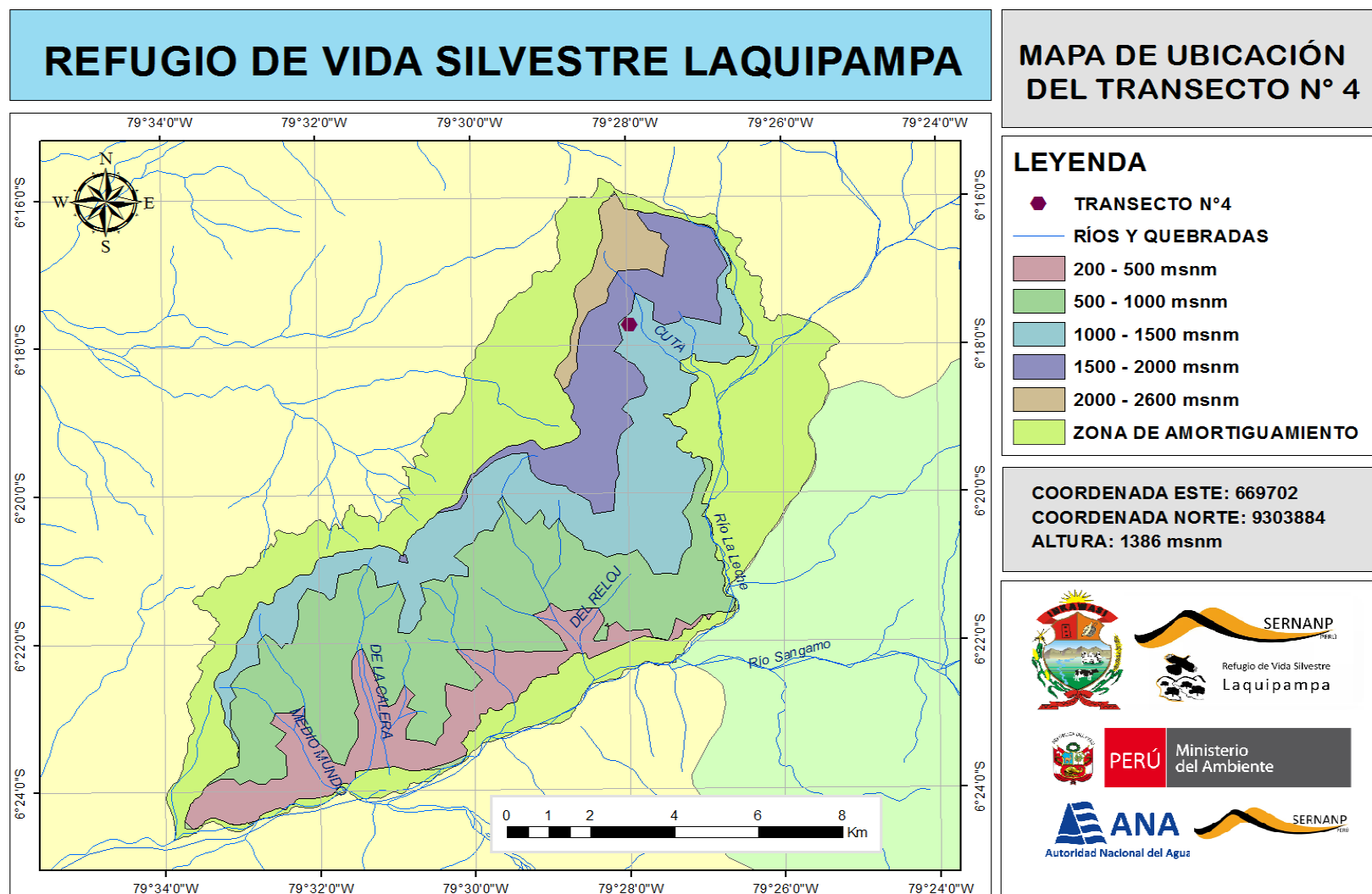


Figura 29. Ubicación del transecto 4 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

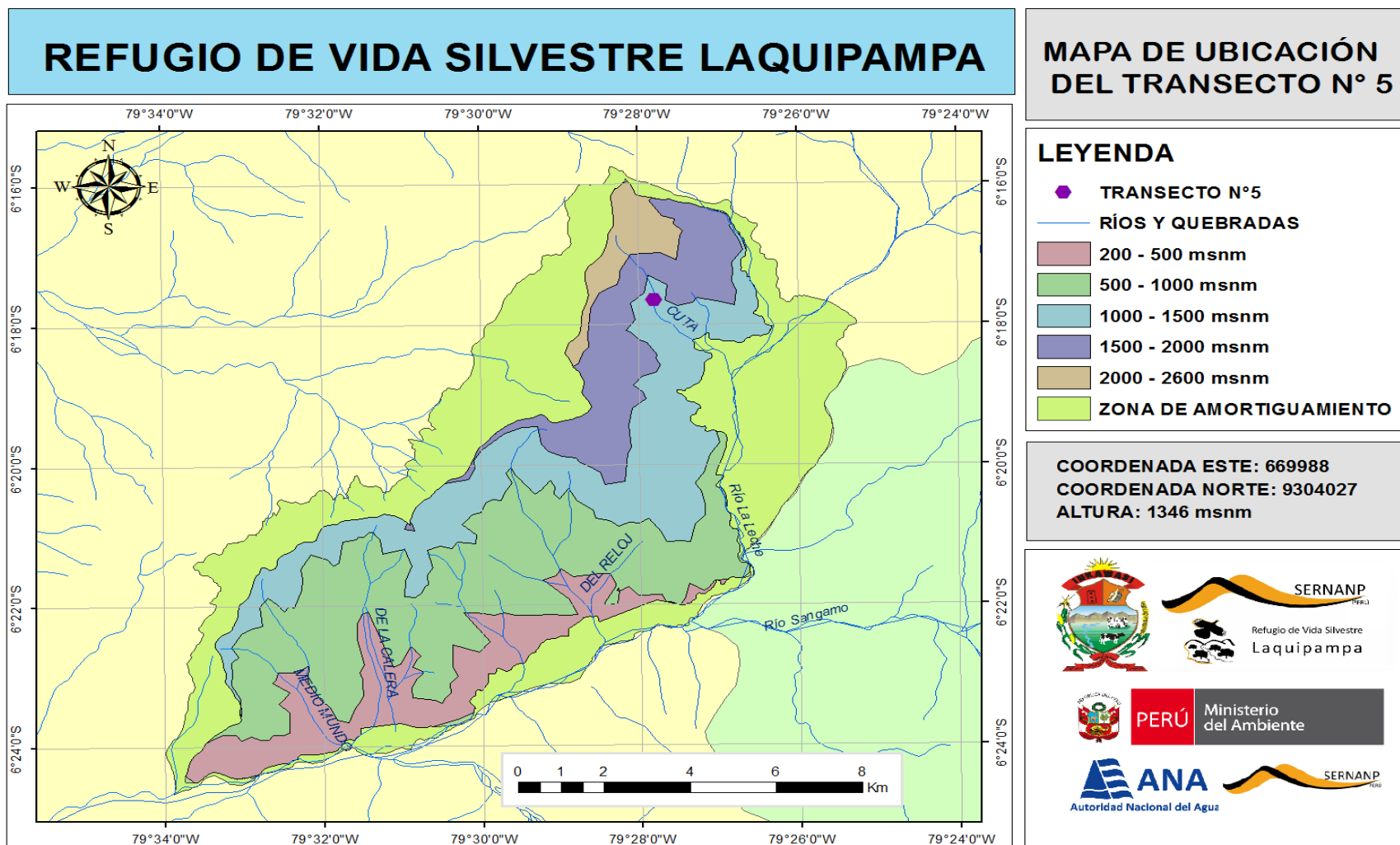


Figura 30. Ubicación del transecto 5 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

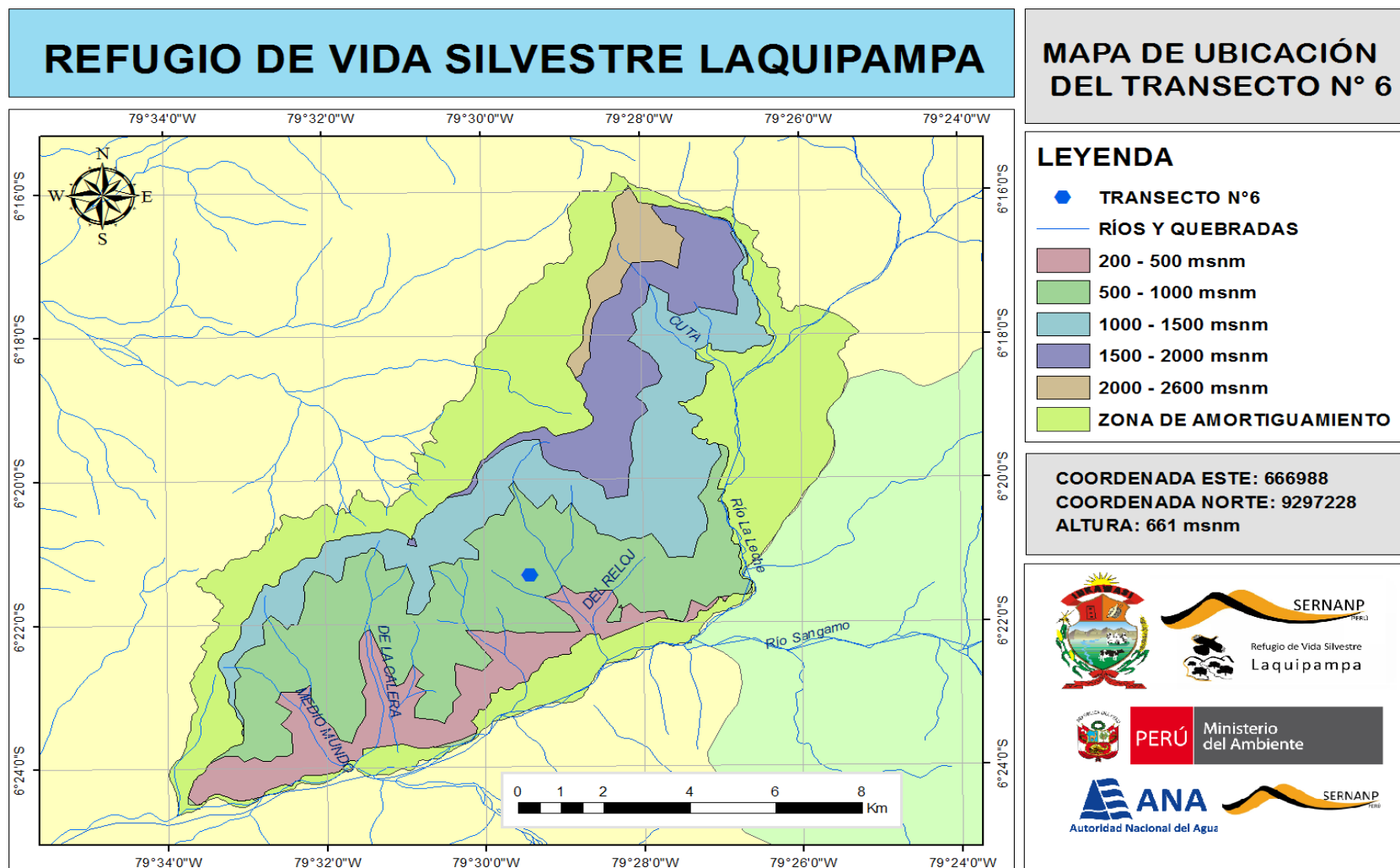


Figura 31. Ubicación del transecto 6 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

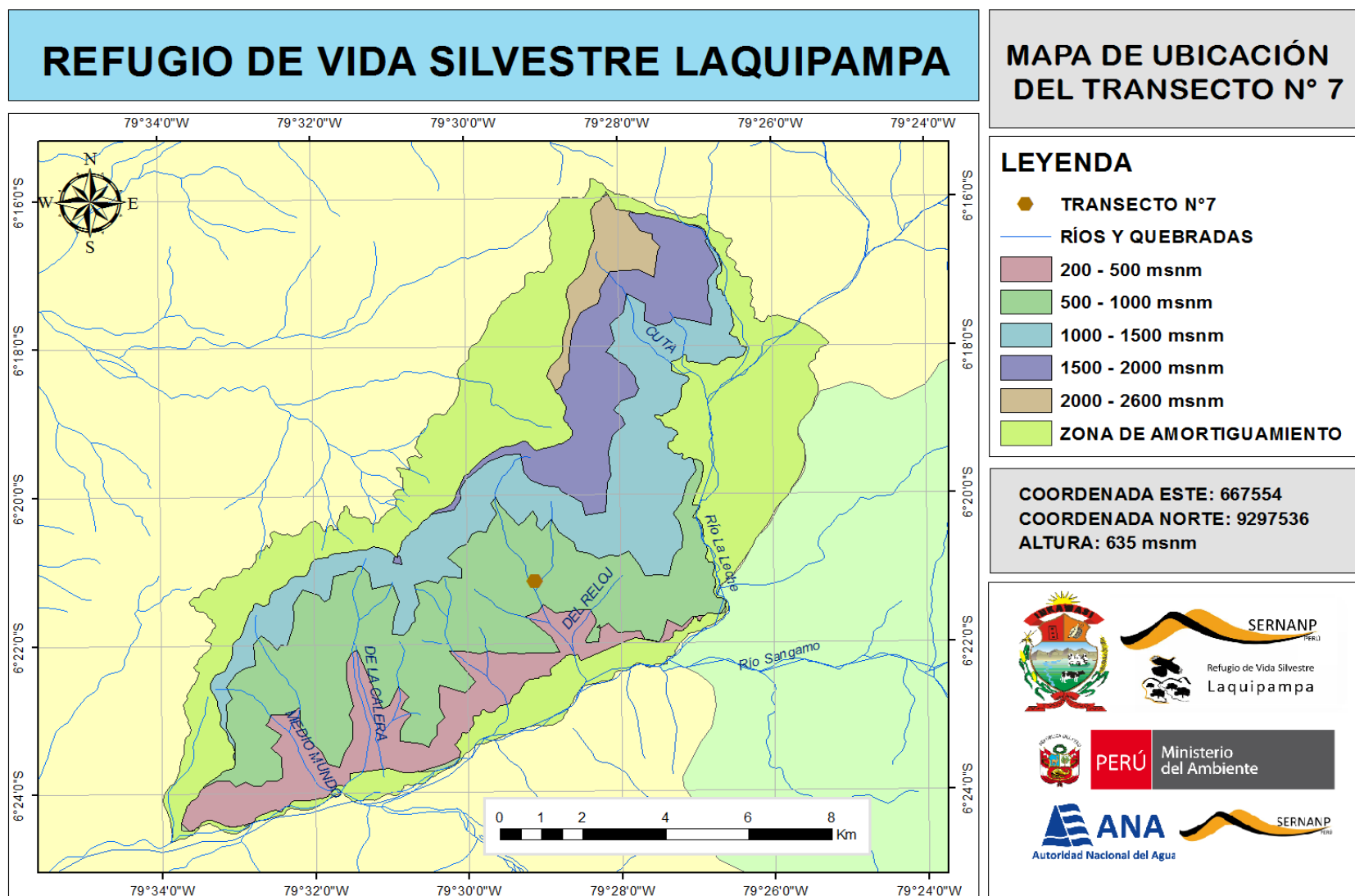


Figura 32. Ubicación del transecto 7 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

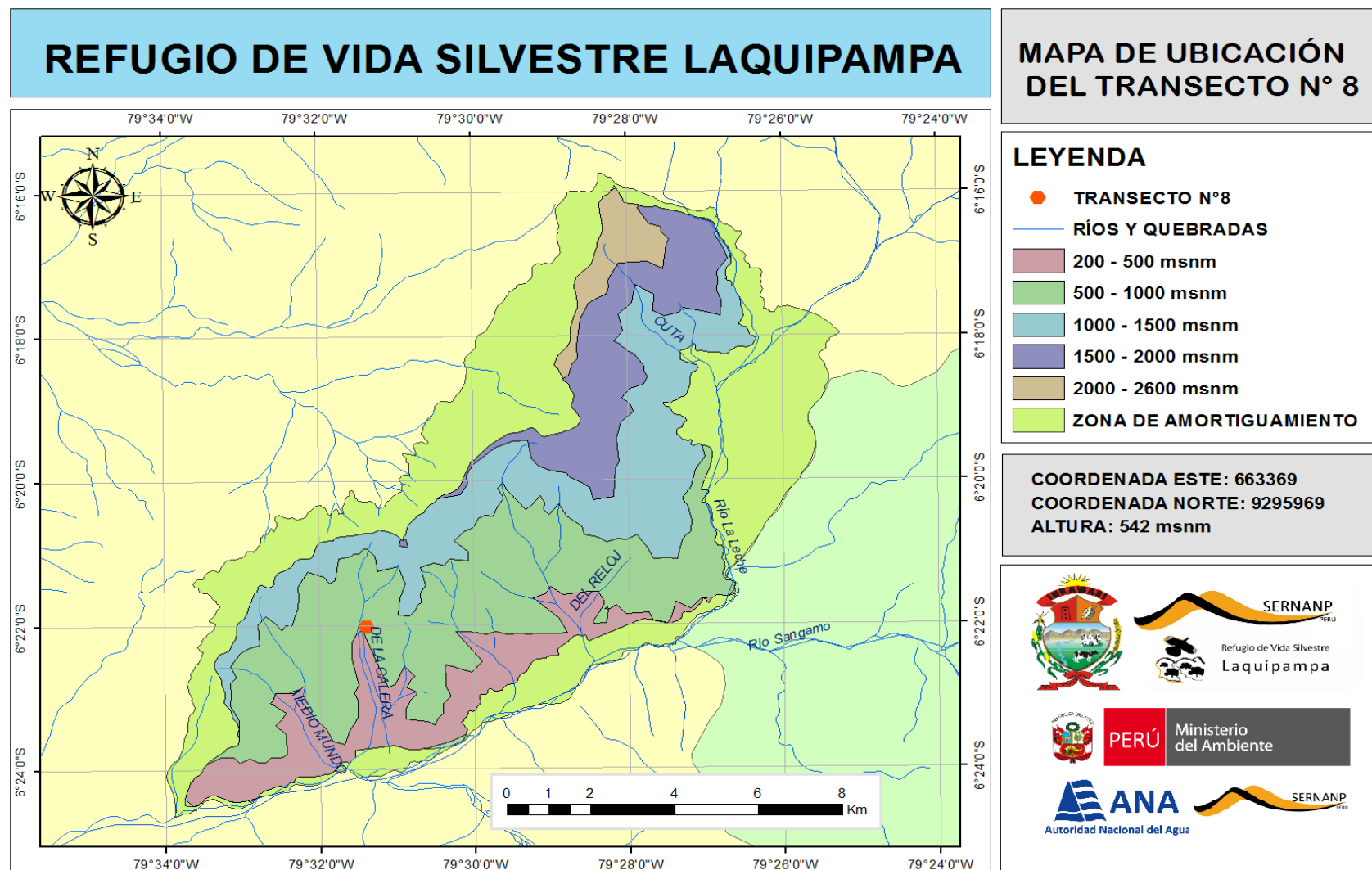


Figura 33. Ubicación del transecto 8 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

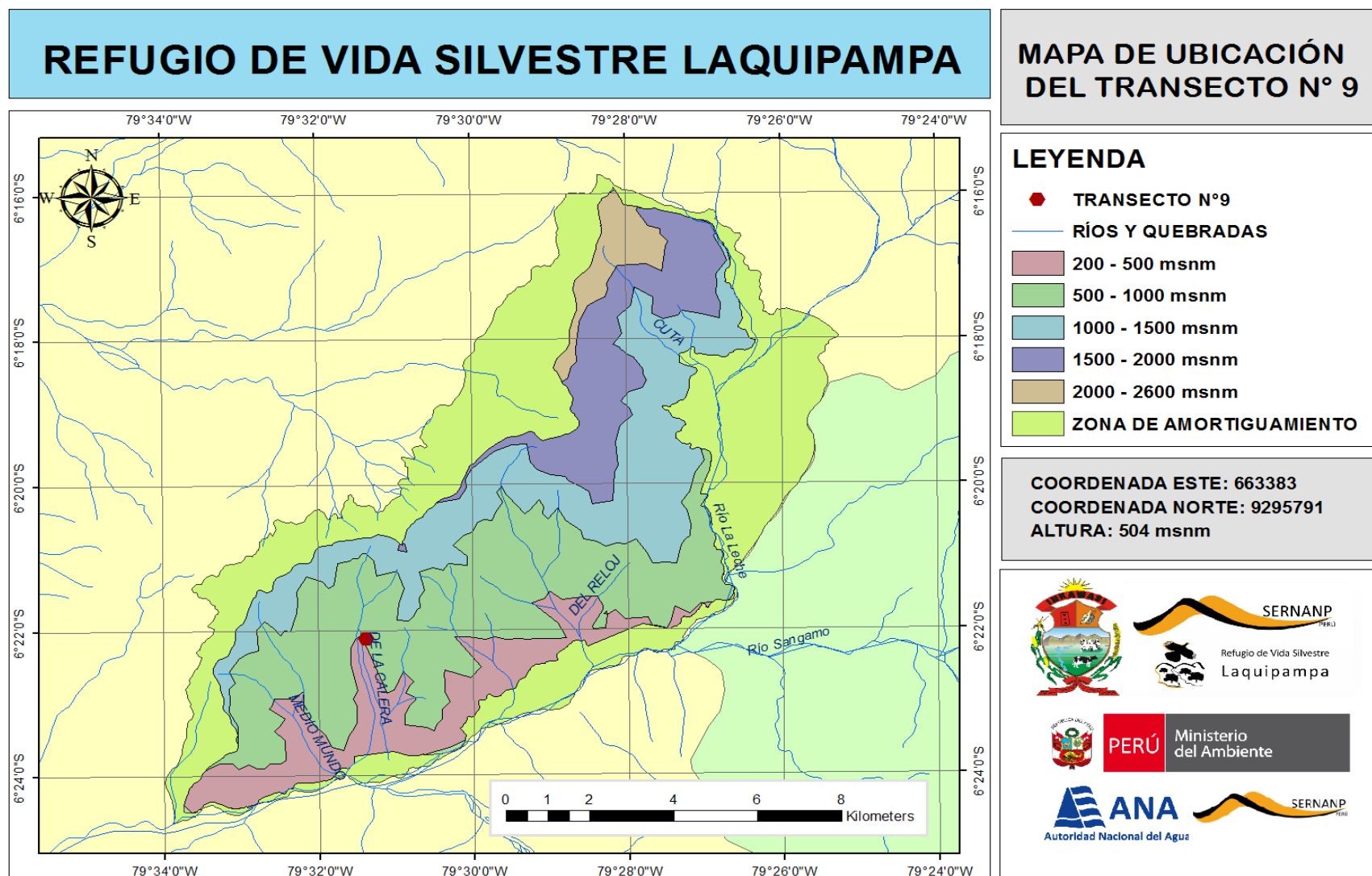


Figura 34. Ubicación del transecto 9 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

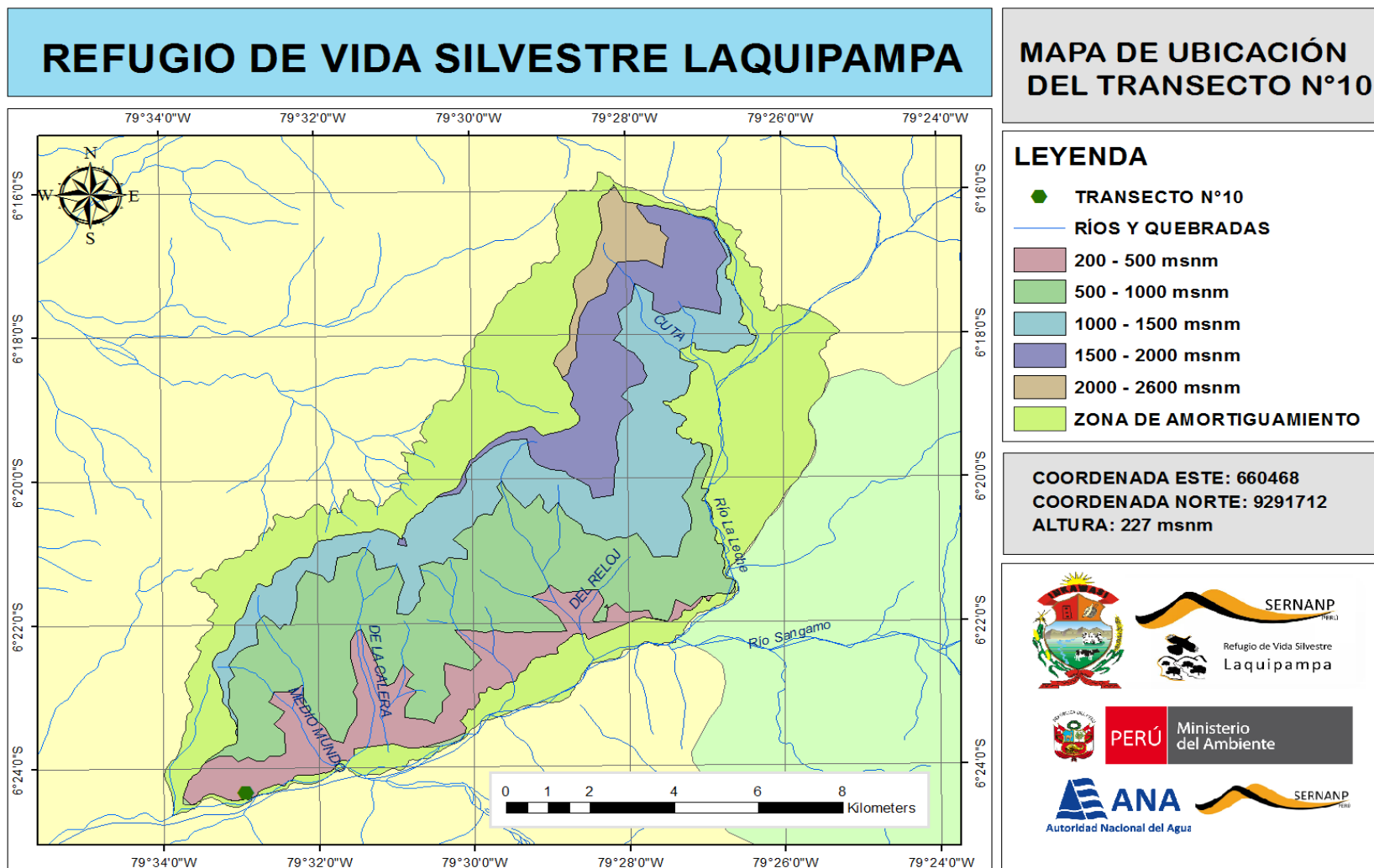


Figura 35. Ubicación del transecto 10 en la estimación de biomasa arbórea del RVSL.

9.5. Cuadro de datos utilizada en este estudio.

TRANSECTO	FAMILIA	ESPECIE	DIAMETRO (cm)	ALTURA (m)	BIOMASA (t/ha)	BIOMASA Feldpausch 2012 (t/ha)
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	12.10	4	34.15	125.63
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	21.01	7	173.15	476.40
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	16.87	6	97.06	281.12
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	15.60	5	69.73	232.70
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	18.78	6	119.66	363.96
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	15.28	5	66.96	221.33
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	31.83	7	389.57	1278.73
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	27.06	5	204.33	870.97
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	26.42	6	232.98	822.85
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	22.28	6	167.05	548.22
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	18.46	6	115.72	349.22
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	25.78	7	258.15	776.27
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	16.87	6	97.06	281.12
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	15.92	4	58.35	244.41
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	27.69	6	255.34	919.83
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	32.79	8	470.30	1371.46
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	31.19	7	374.43	1218.92
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	26.10	5	190.42	799.37
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	24.51	7	233.91	688.35
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	20.69	5	121.00	459.21
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	21.65	6	157.95	511.88
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	23.87	4	128.65	646.28
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	18.14	5	93.60	334.84
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	17.83	6	108.13	321.23
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	25.46	8	287.00	753.56
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	17.51	4	70.26	307.52
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	19.42	3	64.95	394.47
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	25.46	5	181.41	753.56
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	30.88	7	367.20	1190.52
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	27.06	6	244.12	870.97
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	28.65	7	317.22	997.19
1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	11.14	4	29.06	102.71

1	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	11.78	4	32.41	117.69
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	12.57	6	40.87	103.09
2	Grossulariaceae	<i>Escallonia micrantha</i>	11.65	6	28.80	70.03
2	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	10.12	5	22.70	61.55
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp2</i>	26.74	8	236.22	633.26
2	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	14.96	7	71.94	169.53
2	NN1	NN1	11.62	7	33.84	70.70
2	Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp</i>	13.37	7	46.61	104.15
2	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	12.41	6	42.97	107.72
2	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	13.37	9	69.38	121.32
2	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	19.42	10	159.35	298.86
2	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasana</i>	33.42	12	300.77	594.97
2	NN2	NN2	17.19	10	102.96	182.69
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp2</i>	10.82	8	40.39	71.54
2	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	12.41	7	49.95	107.72
2	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	10.50	6	29.14	67.35
2	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasana</i>	12.50	7	26.07	56.41
2	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasana</i>	63.34	10	876.94	2618.33
2	Araliaceae	<i>Oreopanax sp</i>	12.10	6	28.53	70.65
2	Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp</i>	14.32	8	60.71	123.02
2	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	9.87	4	17.39	57.89
2	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp</i>	12.41	6	32.58	81.68
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp2</i>	11.14	7	37.53	76.82
2	Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp</i>	12.10	7	38.36	81.71
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp2</i>	21.17	9	167.97	362.83
2	Araliaceae	<i>Oreopanax sp</i>	16.55	9	78.11	150.95
2	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	10.19	6	27.49	62.59
2	NN1	NN1	12.73	9	51.68	88.28
2	Fabaceae	<i>Fabaceae sp2</i>	12.41	9	55.36	93.42
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	9.87	7	29.63	57.15
2	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasana</i>	93.13	16	2944.26	6243.08
2	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasana</i>	24.19	11	147.01	276.74
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	13.05	9	65.33	112.92
2	Araliaceae	<i>Oreopanax sp</i>	11.78	8	35.85	66.19
2	Fabaceae	<i>Fabaceae sp4</i>	10.82	6	28.52	66.88
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	9.23	5	18.72	48.50
2	Rosaceae	<i>Rosaceae sp2</i>	12.73	7	48.70	106.31
2	NN3	NN3	21.33	11	172.18	306.80

2	Araliaceae	<i>Oreopanax sp</i>	18.46	6	65.07	196.39
2	NN3	NN3	9.87	8	28.04	47.46
3	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	12.10	10	62.47	93.96
3	Fabaceae	<i>Fabaceae sp1</i>	10.03	8	32.57	55.57
3	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	10.01	7	30.46	59.15
3	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	15.92	8	86.96	185.17
3	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	20.44	8	141.63	337.92
3	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	13.72	9	77.65	137.46
3	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	10.09	8	35.24	60.32
3	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	14.96	7	67.60	159.31
3	Grossulariaceae	<i>Escallonia micrantha</i>	18.14	8	90.53	204.69
3	Fabaceae	<i>Fabaceae sp1</i>	10.50	6	26.89	62.16
3	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	10.00	3	13.47	59.78
3	Hypericaceae	<i>Hypericaceae sp</i>	18.14	11	198.16	328.36
3	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp</i>	14.64	8	59.57	121.99
3	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	18.14	6	84.73	253.68
3	Rosaceae	<i>Rosaceae sp2</i>	10.00	3	13.30	59.01
3	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	13.37	7	53.59	119.76
3	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	21.33	9	183.75	398.25
3	Fabaceae	<i>Fabaceae sp2</i>	21.65	9	164.05	357.91
3	Rutaceae	<i>Rutaceae sp</i>	10.50	8	36.11	63.02
3	Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	10.19	7	31.95	62.59
3	Rosaceae	<i>Rosaceae sp2</i>	10.00	5	21.89	59.01
3	Rosaceae	<i>Rosaceae sp2</i>	10.00	6	26.15	59.01
3	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	11.14	6	34.81	82.81
3	Myrtaceae	<i>Myrcia sp</i>	13.05	7	55.10	121.73
3	Fabaceae	<i>Fabaceae sp3</i>	14.96	7	62.39	147.03
3	Rosaceae	<i>Rosaceae sp1</i>	10.19	5	22.71	61.79
3	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasana</i>	14.32	8	38.72	78.46
4	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	49.12	12	607.45	1391.13
4	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i>	32.05	8	327.65	946.71
4	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	28.45	7	123.62	387.47
4	Myrtaceae	<i>Myrcia mollis</i>	16.23	6	72.56	206.45
4	Fabaceae	<i>Albizia multiflora</i>	18.14	5	51.72	185.02
4	Polygonaceae	<i>Coccoloba gracilis</i>	25.33	6	131.18	455.08
4	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	24.43	7	75.70	222.45
4	Lauraceae	<i>Beilshmedia sulcata</i>	43.41	10	568.62	1487.04
4	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i>	23.12	7	152.03	436.25

4	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i>	27.14	8	236.83	638.89
5	Annonaceae	<i>Annona sp</i>	61.11	10	876.02	2584.86
5	Lauraceae	<i>Beilshmedia sulcata</i>	162.12	17	12495.85	28460.58
5	Lauraceae	<i>Beilshmedia sulcata</i>	75.04	12	1977.42	5214.19
5	Lauraceae	<i>Beilshmedia sulcata</i>	52.12	8	653.51	2270.51
5	Fabaceae	<i>Inga sp1</i>	112.31	13	4861.23	13259.63
5	Fabaceae	<i>Inga sp1</i>	82.16	12	2442.41	6617.48
5	Annonaceae	<i>Annona sp</i>	48.42	13	718.46	1513.87
5	Fabaceae	<i>Inga sp1</i>	86.22	12	2683.54	7373.19
5	Lauraceae	<i>Beilshmedia sulcata</i>	33.31	8	272.73	800.35
5	Myrtaceae	<i>Myrcia mollis</i>	30.23	8	323.54	912.81
5	Fabaceae	<i>Inga sp1</i>	33.34	9	317.17	829.99
5	Annonaceae	<i>Annona sp</i>	41.09	8	324.68	1034.12
5	Fabaceae	<i>Inga sp2</i>	73.54	11	1807.07	5155.28
5	Myrtaceae	<i>Myrcia mollis</i>	45.23	8	710.40	2345.31
5	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i>	34.35	7	329.28	1114.42
5	Sapindaceae	<i>Serjania sp</i>	38.12	9	501.87	1384.55
5	Lauraceae	<i>Beilshmedia sulcata</i>	46.2	10	642.14	1718.39
5	Fabaceae	<i>Inga sp2</i>	34.03	9	330.11	870.96
5	Annonaceae	<i>Annona sp</i>	36.19	9	284.27	768.51
5	Polygonaceae	<i>Coccoloba gracilis</i>	30.34	9	277.16	698.08
5	Fabaceae	<i>Inga sp1</i>	33.03	8	277.62	811.95
5	Annonaceae	<i>Annona sp</i>	46.21	14	705.03	1358.68
5	Annonaceae	<i>Annona sp</i>	34.93	9	265.27	707.19
5	Fabaceae	<i>Inga sp2</i>	38.08	8	366.49	1133.75
5	Fabaceae	<i>Inga sp1</i>	50.34	12	938.72	2168.70
5	Annonaceae	<i>Annona sp</i>	52.22	13	832.63	1802.27
5	Fabaceae	<i>Inga sp2</i>	53.1	11	956.98	2452.59
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	10.08	6	14.03	31.78
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	18.11	11	79.57	131.75
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	12.31	9	30.79	51.75
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	20.76	13	122.27	182.89
6	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	18.59	12	138.80	213.64
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	12.07	10	32.84	49.33
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	19.32	8	66.16	153.92
6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	12.8	10	30.36	46.92
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	29.46	18	332.65	420.82
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	18.59	12	91.16	140.31

6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	14	10	36.16	58.32
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	18.83	12	93.47	144.71
6	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	22.21	15	295.76	396.35
6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	11.35	6	14.58	35.01
6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	18.11	10	59.77	108.62
6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	20.76	13	100.80	150.78
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	14.97	11	54.87	83.21
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	12.07	10	32.84	49.33
6	Capparidaceae	<i>Capparis scabrida</i>	10.87	7	32.05	64.81
6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	15.69	6	27.44	76.85
6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	11.59	8	20.12	36.84
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	14.97	10	50.00	83.21
6	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	14	8	65.05	130.44
6	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	20.52	12	110.55	177.86
6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	10.13	9	17.35	26.52
6	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	20.52	16	269.90	327.95
6	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	11.59	10	25.01	36.84
6	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	33.32	14	610.32	1037.43
7	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	13.69	6	21.03	55.24
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	13.69	10	41.99	67.00
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	14.64	8	70.99	145.36
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	11.46	5	27.82	80.17
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	36.61	13	370.04	701.88
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	26.42	12	89.74	161.13
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	36.61	16	224.62	347.89
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	25.46	12	83.48	147.56
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	13.37	8	59.46	116.65
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	23.87	13	296.07	470.77
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	32.79	17	387.74	541.81
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	26.42	12	181.05	325.08
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	18.78	8	62.60	143.78
7	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	31.83	18	318.95	416.47
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	28.01	6	190.22	688.53
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	22.28	10	108.65	216.58
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	10.19	8	34.99	60.18
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	30.24	13	254.80	447.63
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	10.82	7	34.53	69.68
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	10.82	5	24.87	69.68

7	Fabaceae	<i>Caesalpinea spinosa</i>	14.64	8	97.45	199.55
7	Capparaceae	<i>Capparis scabrida</i>	23.87	6	128.03	432.97
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	14.01	12	52.48	70.86
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	35.01	15	389.96	632.03
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	14.96	13	118.93	153.17
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	19.1	10	148.32	276.10
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	11.46	10	14.71	21.55
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	15.92	8	45.34	96.56
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	16.87	13	150.37	204.77
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	9.87	6	24.83	55.66
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	28.01	14	434.90	688.53
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	28.65	15	263.67	393.95
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	13.37	7	52.20	116.65
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	16.87	10	116.40	204.77
7	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	11.14	8	18.62	33.45
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	15.92	12	124.19	178.03
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	21.01	10	48.02	93.29
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	17.83	12	154.93	233.99
7	Capparidaceae	<i>Capparis scabrida</i>	10.5	7	29.95	59.55
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	13.37	6	44.91	116.65
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	30.56	13	260.09	458.90
7	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	22.28	8	72.04	178.55
7	Fabaceae	<i>Acacia macracantha</i>	14.64	8	70.99	145.36
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	14.32	8	67.99	137.78
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	21.65	13	65.78	100.23
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	13.69	8	33.77	67.00
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	14.64	8	70.99	145.36
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	10.82	10	13.15	18.73
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	49.66	16	407.29	707.17
7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	36.61	12	169.63	347.89
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	15.28	10	52.04	87.44
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	20.05	8	71.13	168.25
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	24.83	15	149.34	210.04
7	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	28.65	13	189.04	324.78
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	25.46	10	140.97	297.70
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	20.69	9	84.84	181.41
7	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	9.55	6	23.28	51.35
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	19.1	8	64.70	149.74

7	Fabaceae	<i>Erythrina smithiana</i>	29.28	14	127.48	205.58
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	30.56	16	318.52	458.90
7	Capparidaceae	<i>Capparis scabrida</i>	11.46	6	30.57	73.73
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	14.64	12	57.19	78.84
7	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	17.51	13	87.70	121.49
8	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	24.32	10	106.28	220.07
8	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	33.12	12	281.44	554.73
8	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	21.12	9	162.84	351.39
8	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	18.34	7	43.25	111.97
8	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	17.41	7	47.40	119.82
8	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	20.18	10	73.83	140.87
8	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	14.56	6	23.71	64.14
8	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	18.21	7	95.40	246.17
8	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	29.45	11	169.47	346.65
8	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	17.12	7	37.81	94.86
8	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	29.56	11	381.80	782.16
8	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	41.14	15	534.32	921.88
8	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	27.16	11	144.70	286.16
9	Capparidaceae	<i>Capparis scabrida</i>	16.55	5	52.43	179.83
9	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	25.46	9	127.20	297.70
9	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	24.19	9	212.23	485.95
9	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	21.96	7	137.50	385.77
9	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	15.92	5	23.63	79.60
9	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	17.51	6	33.99	100.16
9	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	25.46	9	234.53	548.91
9	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	20.69	6	47.08	149.56
9	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	23.24	8	174.96	441.67
9	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	22.28	7	63.24	178.55
9	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	19.1	7	46.82	123.45
9	Malvaceae	<i>Eriotheca ruizii</i>	23.87	8	99.97	255.32
9	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	16.87	5	59.18	204.77
9	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	21.65	7	133.74	372.87
9	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	22.6	9	83.10	184.74
9	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	13.37	5	16.81	52.15
10	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	27.8	10	308.60	676.36
10	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	33.4	13	570.40	1043.30
10	Capparidaceae	<i>Capparis mollis</i>	21.6	6	105.34	341.03
10	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	19.7	9	142.15	297.39

10	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	15.01	6	25.17	69.04
10	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	36.3	13	671.07	1268.62
10	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	34.5	14	653.22	1125.89

9.6. Imágenes de la realización del presente estudio.



“Campamentos realizados en los diferentes sectores del RVSL”



“Refugio de Vida Silvestre Laquipampa antes y después del Fenómeno del Niño (2017)”



“Colecta de suelos y medición del diametro arbóreo”