

## Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS)

### Baseline for screening the vegetation of El Sira Comunal Reserve



## Resumen

Registramos a 729 especies agrupadas en 120 familias con 398 géneros entre árboles, lianas, arbustos, hierbas, hemiepífitos y epífitos. Caracterizamos la vegetación del área en cinco tipos de bosque: Llanura amazónica, Transicional pre-Montano, pre-Montano, Nublado o Montano alto y el Esclerófilo; sobre ellos establecimos, 6 parcelas permanentes con la finalidad de implementar un sistema de monitoreo de la dinámica de los bosques. El mayor contenido de biomasa aérea se halla sobre el bosque transicional pre-Montano con 264 T/ha. La vegetación sobre el llano amazónico aparentemente presenta una dinámica más estable, donde las tasas de reclutamiento y mortalidad fluctúan entre los 2.4 y 2%. La mayor diversidad vegetal ocurre sobre los bosques de Llanura amazónica. El mayor área basal ocupado por los individuos de la parcela III, con 31.7 m<sup>2</sup>, un área menor es ocupado por los árboles de la parcela IV con sólo 3 m<sup>2</sup>. La estructura horizontal, está dado mayormente por árboles cuyos diámetros fluctúan entre los 10 y 30 cm de diámetro, en las parcelas I, II, III, y V. En cambio la parcela IV, sigue el mismo patrón de distribución, pero el mayor número de individuos se encuentran agrupados entre 5 a 15 cm de diámetro. La estructura vertical esta dada por árboles de 5 a 10 m de alto, que forman el sotobosque, seguido de aquellos que tienen alturas >10-15 m, que forman el dosel y el grupo de los árboles emergentes conformados por individuos cuyas alturas fluctúan entre los 15 y 25 m de alto.

**Palabras clave:** Reserva Comunal el Sira, parcelas permanentes, diversidad, área basal, biomasa.

## Abstract

We recorded 729 species grouped in 120 families with 398 genera among trees, vines, shrubs, herbs, hemiepiphytes and epiphytes. We characterize the vegetation of the area in five forest types: Amazonian Plain, Transitional pre-Montane, pre-Montane, Cloudy or higher Montane and Sclerophyllous; on them established, 6 permanent plots in order to implement a system of monitoring forest dynamics. The higher content of biomass is on the pre-Montane transitional forest with 264 T/ha. The vegetation on the Amazonian lowlands apparently has a more stable dynamics, where recruitment and mortality rates ranging between 2.4 and 2%. The largest diversity occurs on Amazonian forests Plain. The greatest basal area occupied by individuals of the plot III, with 31.7 m<sup>2</sup>, a smaller area is occupied by the trees in the plot IV with only 3 m<sup>2</sup>. The horizontal structure is given mostly by trees with diameters ranging between 10 and 30 cm in diameter in the plots I, II, III, and V. Instead IV plot follows the same pattern of distribution, but the greater number individuals are clustered between 5 to 15 cm in diameter. The vertical structure is given by trees 5-10 m tall, forming the undergrowth, followed by those with heights >10 to 15 m, which form the canopy and emergent trees group comprised of individuals whose heights range from 15 and 25 m high.

**Keywords:** Communal Reserve Sira, permanent plots, diversity, basal area, biomass.

## Introducción

Los Bosques Tropicales de la Amazonía constituyen uno de los más importantes ecosistemas de la tierra y son quienes almacenan alrededor de la quinta parte del carbono que existe en la superficie terrestre; anualmente procesan casi tres veces tanto carbono a través de la fotosíntesis, como la respiración humana lanza a la atmósfera por medio de la combustión del material fósil y otros (Malhi *et al.*, 1999).

En los últimos 50 años nuestro planeta ha venido sufriendo un incremento en su temperatura en casi 1.5 °C (Malhi & Philips, 2014), provocado principalmente por la acumulación del CO<sub>2</sub> y otros gases invernadero en la atmósfera terrestre. Las emisiones de gases de las grandes industrias, el crecimiento ilimitado del parque automotor, los gigantescos procesos de deforestación para la extracción de madera y ampliación de tierras de

cultivo con la quema incansable de los bosques han coadyuvado a este proceso. Como consecuencia, cambios notables y perceptibles en el clima se han podido observar; tales condiciones pondrían en riesgo la existencia de muchas especies de plantas, por ser las más sensibles y con ellas a los demás seres vivos.

En el año 2001 el estado peruano estableció la Reserva Comunal El SIRA – RCS con 616 473,41 ha entre las regiones de Ucayali, Pasco y Huánuco, para conservar la diversidad biológica especial presente en el área. El Sira, es una cordillera aislada, única en su género, es una cadena montañosa muy escarpada hasta 2500 m de alto, cubierta por un bosque tropical, rodeada por los ríos Ucayali, Tambo, Pachitea y Pichis en la Selva Central del Perú, que da lugar a la presencia de especies biológicas tan diferentes y quizás endémicas no presentes en otras partes del mundo. De otro lado, la RCS, es parte de la Reserva de Biósfera Oxapampa-Ashaninka-Yanesha (RBOAY); una de las 4 reservas de biósfera del Perú.

La RCS en la actualidad es conocida principalmente por el mundo científico debido a su aislamiento geográfico y su gradiente altitudinal comprendida entre los 180 m hasta los 2500 m. Hecho que sirvió a muchos investigadores como Terborgh y Weske en 1975 para poder entender la complejidad ecológica presente, quienes además identificaron los principales tipos de vegetación en cuatro tipos de bosque de acuerdo a la gradiente y cambios notorios en la composición florística, estos fueron: bosques de llanura (200 – 300 m), bosques montanos (750 – 1050 m), bosques de nubes (1050 – 1800) y bosques achaparrados (>1800 m).

Estudios recientes sobre el análisis espacial de las amenazas a la Amazonía

realizados por Malhi *et al.*, 2009, Zelazowski *et al.*, 2011, Feeley *et al.*, 2012, han puesto en relieve y asignan el riesgo relativo de las diferentes regiones de la Amazonía al cambio climático, y las comparan con la amenaza de la deforestación. Esto permite la identificación de las zonas vulnerables y la priorización en la planificación de la conservación para facilitar la migración y dispersión de especies vulnerables a regiones más húmedas y frías. Estos estudios también han destacado la importancia de las regiones montañosas como los Andes, como un refugio potencial en un mundo que se calienta. Estas razones, son más que suficientes para considerar que las parcelas permanentes a través de gradientes en los andes como las que se tienen en el Parque Nacional del Manu, Yanachaga Chemillén y ahora en la Reserva Comunal El Sira; vienen a constituir laboratorios naturales para estudiar la adaptabilidad al cambio climático.

De otro lado, la urgencia de documentar y monitorear la biodiversidad en la RCS, es cada vez más imperativa, porque junto al Parque Nacional Yanachaga Chemillén, el Parque Nacional del Manu y El Bosque de Protección Alto Mayo, fue seleccionada como una de las 4 ANPs del Perú, con recurso irremplazable del mundo para la conservación de “multitaxa” (anfibios, aves y mamíferos); otras 134 áreas estarían en similar condición en el mundo (Le Saout *et al.*, 2013).

El estudio y la conservación de la biodiversidad de los bosques tropicales del Perú, tiene como propósito principal, establecer una línea base para un sistema de monitoreo del impacto producido por el cambio climático sobre la biodiversidad que se encuentran principalmente protegidas en la Reserva Comunal El Sira, para de ésta manera elaborar planes o estrategias

nacionales y globales de mitigación y/o adaptación a dicho proceso; por lo que, es indispensable el establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo a través de gradientes altitudinales y estudios asociados a los flujos del carbono, para poder entender y predecir cómo los diferentes tipos de bosques, pueden responder a un cambio climático, los patrones espaciales y temporales de la composición florística, la dinámica, la cantidad de biomasa en relación con el clima y el suelo principalmente.

Es importante mencionar que realizar trabajos de investigación en estos ambientes representa grandes retos, por la lejanía, la inaccesibilidad y por su alta biodiversidad. Hemos instalado una serie de parcelas permanentes en la gradiente altitudinal, pero aún son muy pocas. En el presente trabajo, los autores reportan los resultados preliminares sobre la diversidad florística, la biomasa y la dinámica de estos bosques desde el año 2010. Sin embargo, es importante replicar mucho mejor el muestreo. Esperamos que, con más inversión, en el futuro sea posible instalar más parcelas, que nos permitan realizar mayor trabajo científico con resultados aptos, para enfrentar los retos de este ambiente complejo y único.

### **Objetivos**

- Contribuir a la caracterización de los bosques, sobre los principales pisos ecológicos de la Reserva Comunal El Sira y en el Área de Conservación Privada Panguana.

- Determinar la diversidad, composición florística y estructura de los diferentes tipos de bosques presentes en el área de estudio.

- Establecer parcelas permanentes para el monitoreo de los cambios de vegetación en el tiempo (dinámica del bosque), incluyendo

el monitoreo de la biomasa frente al cambio climático en los distintos tipos de bosques de la RCS y el ACP-Panguana.

- Determinar el contenido de biomasa aérea (carbono), presente en cada parcela permanente para proponer posibles estrategias sostenibles de conservación.

## **Material y métodos**

### **Metodología**

Los procesos de caracterización de los bosques y el establecimiento de las parcelas, fueron llevadas a cabo el 2010, las colecciones botánicas y la identificación de especies durante los años 2011 al 2012, el análisis e interpretación de los datos el año 2013, finalmente la primera remediación se realizó el 2014, cuyos datos aún vienen siendo procesados.

### **Área de estudio**

El trabajo de investigación, se realizó en la Reserva Comunal El Sira y su zona de amortiguamiento, principalmente sobre las cabeceras del río Llullapichis y río Negro, incluyendo el Área de Conservación Privada de Panguana; el área de estudio se encuentra ubicada políticamente en el distrito de Llullapichis, provincia de Puerto Inca, región de Huánuco (ver Fig. 1). Las parcelas permanentes fueron establecidas en los diferentes puntos recomendados, de acuerdo a la gradiente altitudinal y al tipo de bosque. La topografía que se aprecia en la zona es bastante irregular, aunque se inicia con un terreno ligeramente plano correspondiente a un bosque de llanura amazónica, éste va adquiriendo pendientes muchos más pronunciadas y colinas altas; así como formaciones de pequeñas mesetas de acuerdo a la altitud, mostrando un bosque con una vegetación propia para cada nivel altitudinal alcanzado; el terreno se hace más accidentado hacia las

partes más altas, con quebradas profundas y montañas rocosas, lo que propicia las condiciones para la presencia de otro tipo de vegetación, por ejemplo, un bosque nublado, con una vegetación de raíces adventicias, torcidas, ampliamente desarrolladas para poder prenderse y sujetarse hacia las rocas; finalmente hacia las partes mucho más altas por encima de los 1800 m podemos encontrar a los bosques esclerófilos (achaparrados o enanos), donde la temperatura y principalmente la radiación solar juegan papeles importantes en estas formaciones vegetales.

### Métodos

#### Caracterización de la vegetación y establecimiento de las parcelas

Los bosques de la cordillera de la RCS y del ACP-Panguana, fueron caracterizados en base a la gradiente altitudinal, desde los 250 a 2250 m, sobre una cadena montañosa aislada. La presencia de especies vegetales propias para cada piso, fueron las indicadoras para sugerir la presencia de cinco tipos de bosque, sobre las cuales se han realizado colecciones botánicas en forma indistinta y al azar, considerando sólo aquellas especies que se encontraban al estado fértil (con flores y/o frutos).

Por otro lado, se establecieron 4 parcelas permanentes de vegetación en la RCS y 02 en el ACP Panguana, tomando en cuenta el protocolo sugerido y recomendado por RAINFOR ([www.rainfor.org/projects/rainfor/pages/manuals\\_eng.html](http://www.rainfor.org/projects/rainfor/pages/manuals_eng.html)); donde la metodología sugiere el establecimiento de una parcela, ubicada aleatoriamente sobre un área de 100 m x 100 m = 1 ha, cuyo punto de inicio es elegido al azar y colocándola en una dirección igualmente aleatoria > a 20 metros (fuera del alcance de la vista) del punto de inicio original potencialmente "sesgado". Se estableció una parcela en

cada piso altitudinal del bosque, según la caracterización propuesta, con los árboles, palmeras, lianas, hemiepipítos plaqueados y medidos a 1.30 m desde el suelo con un DAP (diámetro a la altura del pecho  $\geq 10$  cm). Sólo en la parcela del bosque esclerófilo, se midieron árboles  $\geq 5$  cm. Todos los individuos censados fueron colectados para su debida identificación botánica, siguiendo el protocolo de colecciones botánicas propuesta por el Jardín Botánico de Missouri ([www.jbmperu.org/hoxa/cbotanica.pdf](http://www.jbmperu.org/hoxa/cbotanica.pdf)).

Para la caracterización de los bosques y para el establecimiento de las parcelas se establecieron campamentos base, los cuales fueron definidos en base a ciertas condiciones principalmente la presencia de agua, accesibilidad y condiciones de terreno, podemos mencionar entre ellos: el *campamento Limonal* a 281 m de altura (casa de Abel), *campamento hospital* a 793 m de altitud, *campamento peligroso* 1519 m y finalmente, para la quinta parcela permanente se accedió al área de Conservación Privada Panguana (250 m), que se encuentra a 1 hora de recorrido desde la localidad de Llullapichis (ver Fig. 1).

#### Riqueza, composición florística, biomasa aérea y carbono.

Para determinar la diversidad de árboles presentes en cada tipo de bosque usamos los índices de Shannon y Simpson, cuyos valores fueron determinados mediante el software PAST (Análisis Multivariado) PAlaeontological STatistics. Por otro lado, para hallar los valores de Biomasa aérea, se utilizó la fórmula de Chave *et al.* (2014), que aplica valores de densidad por especie, altura y los diámetros registrados en el campo durante los procesos de medición y remediación (2010-2014). Asimismo, el contenido de carbono almacenado en la

biomasa fue calculado mediante la ecuación propuesta por Brown & Lugo (1992).

### **Estructura.**

Se realizó un diagnóstico de la estructura del bosque tanto horizontal como vertical, que son datos importantes para el análisis estático; donde fue necesario realizar una distribución de los individuos de acuerdo a la clase diamétrica (estructura horizontal) en el que se definieron 10 clases, considerando para ello individuos  $\geq 10$  cm de diámetro (parcelas I,II,III y V); y  $\geq 5$  cm de diámetro sólo para la parcela IV; de igual manera determinamos la estructura vertical donde agrupamos a los individuos en base a una distribución de 7 clases altimétricas  $\geq 2$  m de alto. Finalmente, también hallamos el área basal para determinar cuál es el espacio que ocupan los individuos censados en cada una de las parcelas de vegetación establecidas.

### **Similaridad.**

Sometimos los datos a un análisis multivariado, a partir del cual se elaboró un Cluster Analysis mediante el índice de similaridad Euclidiano; la misma que agrupa y analiza los datos en forma cuantitativa para ver gráficamente el agrupamiento de las parcelas más similares en base a las especies y al número de individuos presentes.

### **Ordenamiento.**

Los análisis de ordenamiento, también fueron importantes para poder determinar la distribución de las especies e individuos, considerando ciertas condiciones ambientales, principalmente la altitud y el tipo de suelo, donde se observa el agrupamiento entre las parcelas más similares de acuerdo a su composición florística, la misma que aporta las variables para la definición de componentes principales; para ello, los datos fueron

sometidos a un análisis estadístico multivariado denominado Correspondence Analysis (CA) y el Principal Components Analysis (PCA).

## **Resultados**

### **Riqueza y composición florística**

Registramos 729 especies agrupadas en 120 familias con 398 géneros entre árboles, lianas, arbustos, hierbas, hemiepífitos y epífitos. Estos provienen de las colecciones y registros botánicos reportados por diferentes investigadores botánicos como: T. R. Dudley & F. Wolfe en el año de 1969, científicos austriacos en 1988, James Graham y colaboradores en el 2003, asimismo se incluyen las visitas realizadas a la cordillera del Sira por la Coperación Alemana (GIZ), Jardín Botánico de Missouri (JBM) y por la Red de Inventarios Forestales (RAINFOR), en el 2010, 2011 y recientemente en el 2014. Las familias Orchidaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Arecaceae fueron las más abundantes con 54, 47, 43, 43, 43 y 24 especies respectivamente (ver Fig. 3).

Tenemos registros importantes como a: *Roucheria sp.* (Linaceae)), árbol hasta 10 m tronco rojizo muy duro, con ritidoma en placas, que se desprende constantemente para confundirse con el colchón de raíces y la hojarasca, que cubre el suelo, ésta especie habita sólo las cimas (cuchillas) de la montaña de la Reserva Comunal El Sira desde los 1100 a 1500 m de altitud, sobre los bosques montanos y nublados, los frutos aparentemente, no tienen una forma definida (ver Fig. 2A), carácter que lo hace diferente a las demás especies del género, lo que podría indicarnos, que se trate de una especie nueva para la ciencia. También tenemos a una palmera *Welfia alfredii* Henderson & Villalba, especie recientemente descrita, con

distribución restringida a la Selva Central entre los bosques montanos y los bosques nublados de la cordillera (1100 – 2000 m), de igual manera, un registro nuevo para el Perú *Euterpe catinga* var. *roraimae* (Dammer) A. J. Hend. & Galeano, palmera propia de los bosques montanos (1300-1500 m), registrada solamente para Ecuador y Venezuela. Sobre los bosques esclerófilos, hallamos a *Burmannia kalbreyeri* Oliv., planta epífita, colgante de 20-30 cm similar a una orquídea, que fue reportada sólo para las regiones de Cajamarca y Amazonas en el norte del Perú. Finalmente, hacemos notar la presencia de *Prosopanche americana* (R. Br.) Baill., planta holoparásita de la familia Hydnoraceae, recientemente registrada para el Perú, en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén

(2009), Reserva Comunal El Sira (2010) y en el Parque Nacional Otishi (2013). (ver Fig. 2, algunos ejemplos de la diversidad florística de la RCS).

Asimismo, de las especies reportadas, 45 son endémicas para el Perú, de los cuales 11 ocurren en el SIRA. Por otro lado, tomando en cuenta los aspectos fisiográficos, edafológicos e incluso las conexiones biogeográficas asumimos que la RCS debe poseer un aproximado de 6000 especies de plantas, indicando que el presente estudio representa solo un paso inicial al objetivo último de conocer la biodiversidad de esta región.

### Caracterización de la vegetación y parcelas permanentes.

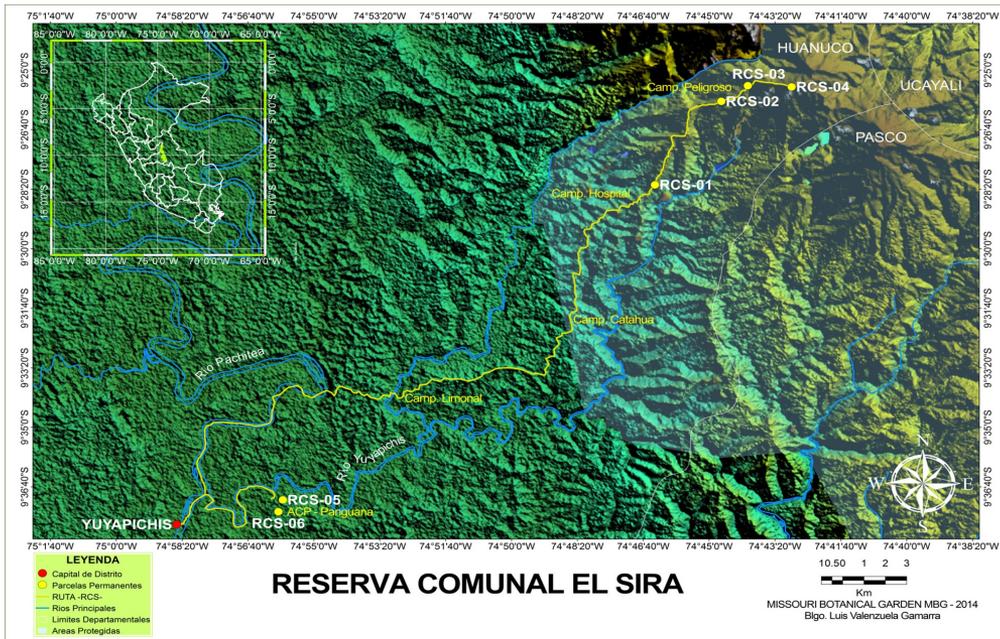
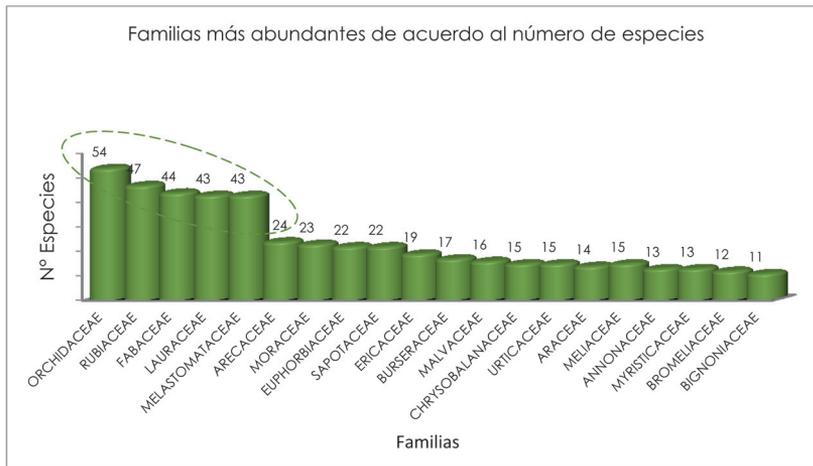


Fig.1. Ubicación de las parcelas permanentes de vegetación en la RCS y en el Área de Conservación Panguana



**Fig.2.** Principales especies de la Reserva Comunal El Sira (RCS) y el área de Conservación Panguana (ACP).



**Fig. 3.** Familias más abundantes de acuerdo al número de especies

Se realizó la caracterización de la vegetación en ésta parte de la RCS, incluyendo las cabeceras del río Llullapichis a través de observaciones generales e identificaciones taxonómicas de las especies vegetales colectadas, propias para cada gradiente altitudinal, donde la vegetación básicamente se encuentra estructurada por los siguientes tipos de bosque (ver Fig. 4):

### 1. Bosque de Llanura amazónica (170 - 650 m).

Se pueden diferenciar claramente algunos tipos de vegetación natural, como bosques ribereños, orillas de ríos meándricos, terrazas aluviales altas y bajas de tierra firme, colinas bajas y algunas medianamente disectadas, éstas últimas hacia las partes más altas; las mismas que

contribuyen a la presencia de especies vegetales; con árboles que tienen fustes mayores a los 2 m de DAP y alturas que fácilmente sobrepasan los 40 m; predominan especies como *Astrocaryum murumuru* “huicungo”, *Iriartea deltoidea* “pona”, *Oenocarpus mapora*, *Oenocarpus bataua* “ungurahui” *Phytelephas macrocarpa* “marfil vegetal”, *Socratea exorrhiza* “cashapona” (Arecaceae), *Maytenus ebenifolia* “chuchuhuasa” (Celastraceae), *Licania* sp. (Chrysobalanaceae), *Hevea brasiliensis* “caucho, shiringa” (Euphorbiaceae), *Apeiba aspera*, *Apeiba membranacea* “peine de mono”, *Ceiba samauma*, *Ceiba pentandra* “lupuna” *Chorisia* sp. “huimba”, *Matisia cordata*, *Matisia* sp. “sapotillo”, *Quararibea witii*, *Sterculia frondosa*, *Theobroma cacao* “cacao”, *Theobroma speciosum* (Malvaceae), *Clarisia racemosa*, *Maquira coriacea*, *Pseudolmedia laevigata*, *Pseudolmedia laevis* (Moraceae), *Iryanthera juruensis*, *Iryanthera laevis*, *Otoba parvifolia*, *Virola calophylla*, (Myristicaceae), *Minuartia guianensis* (Olacaceae), por otro lado también podemos hallar a otros árboles de importancia como *Aspidosperma parvifolium* “quillobordón” (Apocynaceae), *Dipteryx alata*, *Myroxylon balsamum*, *Ormosia amazonica*, *Parkia igneiflora* llamados “shihuahuaco”, “estoraque”, “huayruro” y “pashaco” de la familia (Fabaceae), *Zanthoxylum ekmanii* conocido como “hualaja” (Rutaceae), *Cecropia sciadophylla* “tacona” (Urticaceae). Finalmente, se pueden ver varias lianas, siendo las más frecuentes *Machaerium* sp., *Acacia* sp., *Dioclea ucayalina*, *Bahuinia* sp. (Fabaceae), asimismo individuos de la familia Menispermaceae del género *Abuta* “parapara”, *Tynanthus panurensis* (Bignoniaceae) llamado “clavohuasca”. Sobre este bosque se establecieron las parcelas V y VI, en el ACP – Panguana, que se encuentra a 1 hora de la localidad de Llullapichis.

## 2. Bosque Transicional pre-Montano (650-1100 m).

Aquí se manifiesta una serie de cambios de la composición florística, donde la presencia de las quebradas y farallones cumplen un rol muy importante para albergar plantas especialistas en suelos y climas. Por otro lado se pueden apreciar muchas colinas y quebradas que por las lluvias constantes a consecuencia del cambio climático han producido erosión natural del suelo, manifestada por derrumbes. Resulta muy difícil caracterizar este bosque sobre la base de un grupo de especies, porque no hay una forma típica de composición y estructura, entre las especies de árboles más representativos citamos a las siguientes: *Xylopia acuminata*, *Xylopia* sp. (Annonaceae), *Wettinia maynensis*, *Chamaedorea* sp., *Geonoma* sp., *Geonoma undata*, *Iriartella stenocarpa* (Arecaceae), *Tetragastris altissima*, *Protium amazonicum* “copal” (Burseraceae) *Cardulovicia palmata* “bombonaje” (Cyclanthaceae), *Tachigali* sp., *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” (Fabaceae), *Eschweilera coriacea* “machimango”, (Lecythidaceae), *Sapium glandulosum* (Euphorbiaceae), *Cedrela angustifolia* “cedro de altura” (Meliaceae), *Otoba glycyarpa*, *Virola* sp. (Myristicaceae), *Pouteria* sp. “caimitillo” (Sapotaceae), se ven algunos individuos de *Tachia occidentalis* (Gentianaceae), *Olyra latifolia* (Poaceae). Los árboles presentan fustes entre 40 a 60 cm de diámetro y con alturas que promedian los 18 - 22 m. Sobre éste bosque, se estableció la parcela I dentro de la Reserva Comunal El Sira. Es importante señalar, que se encontraron individuos de *Cedrelinga cateniformis* (Fabaceae) conocido como “tornillo”, de hasta 35 m de altura, que no ingresaron en la parcela.

## 3. Bosque pre-Montano (1100-1500 m).

Caracterizado por la presencia de rodales de *Roucheria* sp. (Linaceae), con los tallos muy retorcidos, las hojas elípticas, alternas y opuestas, con venación secundaria muy fina inconspicua, perpendicular a la vena media. La vegetación está constituida por árboles pequeños que forman el sotobosque, principalmente *Dendrobangia boliviana* (Cardiopteridaceae), *Tovomita weddelliana* (Clusiaceae) *Inga thibaudiana* (Fabaceae), *Neea divaricata* (Nyctaginaceae) y árboles que forman el dosel de 15 a 20 m de altura, entre ellos *Anthodiscus amazonicus* (Caryocaraceae), *Licania heteromorpha*, *Couepia obovata* (Chrysobalanaceae) *Nectandra cuspidata* (Lauraceae), *Iryanthera paraensis* (Myristicaceae), a ello acompañan otras especies como: *Chusquea* sp. (Poaceae) “carrizo de tallo recto”, *Cyclanthus bifidus* (Cyclanthaceae), *Guzmania* sp (Bromeliaceae) “piña”, palmeras como *Euterpe catinga* var. *roraimae*, *Socratea salazarii*, *Welfia alfredii*, *Wettinia maynensis* (Arecaceae), *Symphonia globulifera* (Clusiaceae), la presencia de los “matapalos”, es bastante común en el bosque representados por *Ficus* sp. (Moraceae), *Coussapoa* sp. (Urticaceae), *Clusia* sp. (Clusiaceae), finalmente, también notamos la presencia de orquídeas como *Ida* sp., *Anguloa* sp., *Dichaea* sp., entre otras. Aquí se encuentra la parcela II, a 40 minutos desde el campamento “peligroso”.

#### 4. Bosque Nublado o bosque Montano alto (1500 - 1850 m).

En éste lugar ubicamos la parcela III, a 20 minutos de recorrido desde el campamento “peligroso”. Es común la presencia de neblinas acompañadas de lloviznas frecuentes durante las tardes o por las noches cuando la temperatura desciende abruptamente, se caracteriza por estar situado en laderas fuertemente inclinadas. La estructura es compleja, el dosel puede variar desde los 14 a 22 m de alto. Árboles como

*Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), *Inga stipularis*, *Zygia coccinea* (Fabaceae), ésta última especie, con los troncos retorcidos, propias del sotobosque, *Hyptidendron arboreum* (Lamiaceae) árboles de gran altura con fustes rectos *Nectandra reticulata*, *Ocotea balanocarpa* (Lauraceae), *Heliocarpus americanus* (Malvaceae), *Guarea kunthiana*, *Cedrela* sp. (Meliaceae), *Cecropia angustifolia* (Urticaceae). También se pudo observar algunos individuos de *Elaeagia karstenii* *Bathysa* sp. (Rubiaceae), *Ficus trigona* “matapalo” (Moraceae), los helechos arbóreos como: *Cnemidaria alatissima*, *Cyathea fulva*, *Dicksonia sellowiana* y helechos herbáceos como *Elaphoglossum* sp., *Polypodium* y *Trichomanes* sp., caracterizan el bosque, aparecen también plantas de *Podocarpus oleifolius* (Podocarpaceae), *Weinmannia* sp. (Cunoniaceae), *Mollinedia lanceolata* (Monimiaceae), *Byrsonima poeppigiana* (Malpighiaceae) y *Phyllonoma ruscifolia* (Phyllonomaceae). Palmeras como *Socratea salazarii*, *Dictyocaryum lamareckianum*, *Welfia alfredii* y *Ceroxylon* sp. (Arecaceae); por otro lado, se nota la presencia de plantas epífitas; entre ellas orquídeas como: *Dichaea*, *Camaridium*, *Elleanthus*, *Maxillaria*, *Ornithidium*, *Scaphyglottis*, *Sobralia*, *Ida*, *Gongora*, *Scaphosepalum* y *Chaubardia*, Araceae de los géneros *Philodendron*, *Anthurium*, una especie de Poaceae colonial (*Chusquea aspera*), que llega hasta los 4 - 6 m de altura. Finalmente, las bromelias también son una parte importante de éstos bosques, donde las más comunes son *Guzmania claviformis*, *Pitcairnia wolfei* y *Vriesea* sp.

#### 5. Bosque Esclerófilo o Achaparrado (1850 - 2250 m)

Constituido por matorrales esclerófilos de hasta 6 m de alto; ocupan las pequeñas mesetas, las laderas de poca inclinación y las cuchillas de la cordillera; el sustrato es mayormente suelo rocoso cubierto de una

gruesa capa de raíces, humus y abundante musgo, con afloramiento irregular de rocas de consistencia muy dura y pesada; la vegetación es difícilmente penetrable por la densidad de tallos y ramas que se entrelazan. Este tipo de bosque se caracteriza por presentar pendientes más pronunciadas y vegetación achaparrada con plantas que tienen hojas de consistencia dura, pequeñas, erguidas y de coloración rojiza, los árboles presentan diámetros desde los 5 cm hasta los 15 cm y de alturas que van desde los 1.50 m en la cumbre y hasta 6 ó 10 m en la parte baja, la vegetación está representada por: *Guatteria terminalis* (Annonaceae) con las inflorescencias terminales, (*Schefflera patula* (Araliaceae), *Clethra castaneifolia* (Clethraceae), *Clusia* sp. (Clusiaceae), *Weinmannia cochensis*, *Weinmannia lechleriana* (Cunoniaceae), *Gaultheria* sp., *Bejaria aestuans* (Ericaceae), *Ocotea* sp. (Lauraceae) *Miconia elongata* (Melastomataceae), *Eugenia* sp. (Myrtaceae), *Cinchona hirsuta*, *Ladenbergia macrocarpa* (Rubiaceae), *Styrax vilcabambensis* (Styracaceae), *Symplocos quitensis* (Symplocaceae), asimismo, se registra a *Chusquea* sp. (Poaceae) “carrizo de tallo doblado” aquí se ve más musgo del género *Sphagnum* sp. (Briophyto), *Brachyotum* sp. (Melastomataceae), *Symplocos* sp. (Symplocaceae), *Styrax* sp. (Styracaceae), entre las orquídeas que se registran tenemos a: *Dichaea morrisii*, *Maxillaria floribunda*, *Polycynis* sp., *Scaphyglottis punctulata*, *Otoglossum weberbaueranum*, ésta última, con poblaciones considerables. Estos bosques albergan especies nuevas para la ciencia, como *Ouratea* sp. nov. (Ochnaceae), raras como *Burmannia kalbreyeri* (Burmanniaceae), *Phyllonoma ruscifolia* (Phyllonomaceae) y restringidas como *Euterpe catinga* var. *roraimae* (Arecaceae). Por otro lado, consideramos que son los más sensibles al cambio climático, ya que dependen

principalmente del agua que proviene de las lluvias y parte de la neblina que son transportados por los vientos provenientes del Este; por tanto, cualquier cambio de presencia o ausencia de lluvias, vientos, las bajas y elevadas temperaturas constantes que regulan la presencia de polinizadores y dispersores, desencadenarían un cambio repentino de la vegetación, así como variaciones en su crecimiento y desarrollo, provocando la desaparición de muchas especies no sólo de plantas sino también de animales. Aquí ubicamos la parcela IV, se encuentra a 3 Km del campamento peligroso. Para el Perú sería la primera parcela permanente en este tipo de bosque y quizás la segunda en el mundo después de Ecuador.

#### Parcelas permanentes de Vegetación

Por razones prácticas y para el procesamiento de datos, en el presente estudio solo consideramos datos de cinco parcelas permanentes, ya que datos de la parcela 6 recientemente instalada, aún están siendo procesados.

Al realizar el análisis respectivo en el cuadro 2, notamos que las parcelas V y I muestran valores altos en cuanto al número de especies, índices de Shannon y de Simpson; indicándonos que éstas serían las más diversas, donde factores principalmente de suelo jugarían papeles preponderantes. La parcela V, fue establecida sobre un bosque de llanura amazónica, el cual presenta un suelo limo-arcilloso con alto contenido de nutrientes, condiciones que permiten el desarrollo de especies distintas. Sobre la parcela I, roles importantes jugarían además del suelo, las condiciones fisiográficas y biológicas como la interacción de los polinizadores y dispersores presentes sobre éste, la ubicación de la misma sobre una colina coadyuvarían a estos resultados,



**Fig. 4.** Bosques de la RCS y ACP-Panguana

**Cuadro 1.**

CODIGO PPM	TIPO DE BOSQUE	ALTITUD (m)	Nº INDIVIDUOS	COORDENADAS UTM	
				N	E
PP RCS 01	Bosque Transicional pre-Montano	845	639	0524933	8953153
PP RCS 02	Bosque pre-Montano	1391	758	0528009	8957457
PP RCS 03	Bosque Nublado o Montano alto	1568	733	0529122	8958452
PP RCS 04	Bosque Esclerófilo	2230	483	0531266	8958199
PP ACP 05	Bosque de Llanura Amazónica	251	595	0507717	8936901

## Diversidad

### 1. Riqueza y Diversidad

INDICES	PARCELAS PERMANENTES				
	I	II	III	IV	V
Especies	176	135	99	46	200
Individuos	639	758	733	483	595
Dominancia D	0.0141	0.03001	0.05047	0.08198	0.01534
Shannon H	4.671	4.136	3.636	2.989	4.762
Simpson 1-D	0.9859	0.97	0.9495	0.918	0.9847
Evenness e <sup>H</sup> /S	0.6066	0.4632	0.383	0.432	0.5847
Menhinick	6.962	4.903	3.657	2.093	8.199
Margalef	27.09	20.21	14.85	7.282	31.15
Equitatividad J	0.9033	0.8431	0.7912	0.7808	0.8987
Fisher alpha	80.26	47.79	30.85	12.5	105.8
Berger-Parker	0.04538	0.08179	0.1555	0.2029	0.07059

además, los bosques de transición son ecosistemas especiales que albergan una mixtura de especies de rangos altitudinales más altos y más bajos, hallándose un gran número de especies diferentes. Enfocando otra columna del cuadro 2, podemos ver que la parcela IV es la menos diversa, con un número relativamente bajo de individuos y pocas especies, la parcela está instalada sobre un bosque esclerófilo (achaparrado), donde las condiciones abióticas como la incidencia de radiación solar, vientos fuertes, temperaturas altas en el día y bajas durante la noche, la presencia de suelo compuesto mayormente por arena y roca dura, serían los factores determinantes para éste hecho. Sin embargo, podemos decir que a pesar de mostrarse como un bosque poco diverso, éste puede albergar especies raras e incluso ser restringidas al área. Por otro lado, las parcelas II y III presentan valores más altos en cuanto al número de individuos, ambas instalados sobre un bosque montano y nublado respectivamente, para el primer caso aspectos de fisiografía, como la pendiente del terreno, la presencia de espacios

regularmente planos que asemejan un sistema natural de andenería y finalmente, el tipo de suelo arcillo-arenoso, serían las condiciones que podrían influenciar en los resultados. Para el segundo caso (parcela III), las condiciones que estarían directamente relacionados con el número regularmente elevado de individuos sería la presencia de pequeñas fuentes de agua, las rocas expuestas y la ocurrencia continua de vientos fuertes, que permiten incluso a los árboles desarrollar raíces adventicias para una mejor estabilidad.

### 2. Dominancia D.

Los valores de la Dominancia, nos indica que existen una o pocas especies que agrupa a la mayor cantidad de individuos dentro de las parcelas evaluadas, como sucede en la IV, cuyo valor es el más cercano a 1(0.081), hecho corroborado por la presencia de *Schefflera patula* (Araliaceae) con 98 individuos, notándose la dominancia respectiva y haciendo que la distribución de individuos sea “menos equitativo” entre las especies convirtiendo a éstos tipos de bosque, como los “más homogéneos” frente

a los demás. Contrariamente las parcelas I y V, muestran valores más alejados de 1 (0.014 - 0.015), lo que significa, que existe una distribución de individuos más equitativa por especie. La parcela I, tiene a *Protium amazonicum*, *Theobroma subincanum*, *Chrysophyllum sanguinolentum* subsp. *spurium* con 29, 21, 21 individuos respectivamente, por otro lado la V, tiene a *Pseudolmedia laevigata*, *Iriartea deltoidea* y *Virola calophylla* con 42, 23 y 20 individuos respectivamente, hecho que convierte por lo tanto a éstas parcelas en las “más diversas” del transecto.

### 3. Fisher's alpha

Este índice, nos indica con mayor eficacia la diversidad de un determinado punto de estudio en relación al número de individuos y especies; por lo tanto, la parcela V sería considerada como la más diversa, hecho corroborado por el número alto de especies que contiene. En contraposición a éste

resultado, señalamos a la parcela IV, como la menos diversa con un número reducido de especies (ver cuadro 2).

De acuerdo a los índices calculados, podemos decir finalmente, que la mayor riqueza específica y la diversidad vegetal en general se encuentran en los bosques de Llanura amazónica y en los bosques Transicional pre-Montano correspondientes a los bosques del ACP - Panguana y a los de la RCS, establecidos aparentemente sobre suelos más ricos. De igual manera, señalamos a los bosques Esclerófilos como los menos diversos, aparentemente sobre suelos pobres con parches de arena blanca y greda, pero a su vez albergan una diversidad especial y única con especies endémicas y restringidas a estos ambientes, la presencia de ecosistemas especiales y formaciones de micro hábitats, mucho más específicos a pocas distancias de la misma parcela podrían corroborar este hecho.

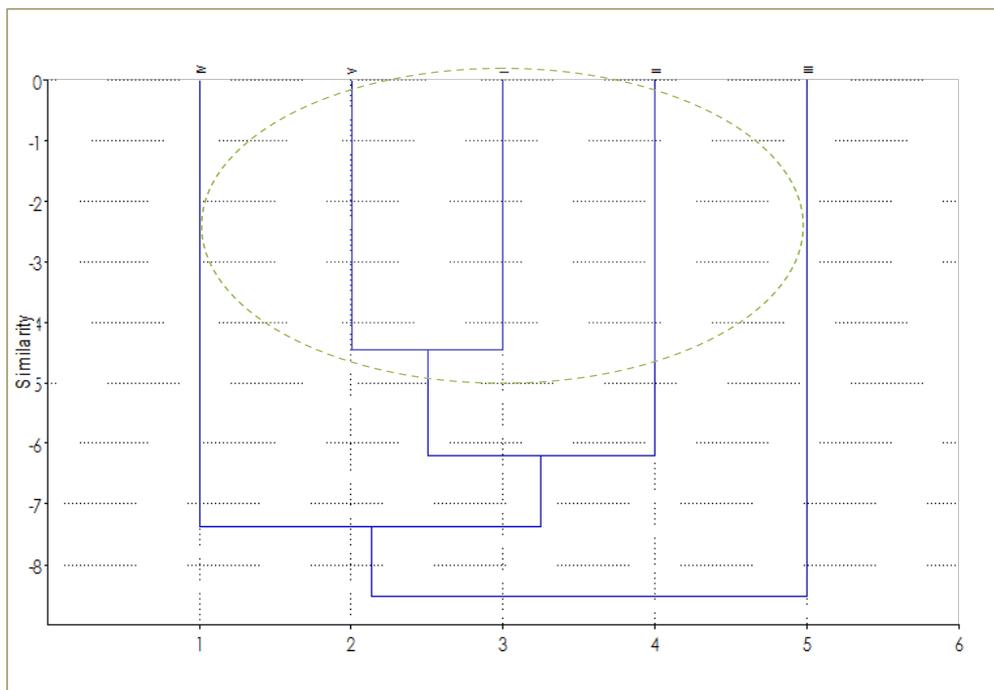


Fig. 5. Cluster Analysis, índice de similitud Euclidiana, para las 5 parcelas permanentes en la RCS y ACP - Panguana

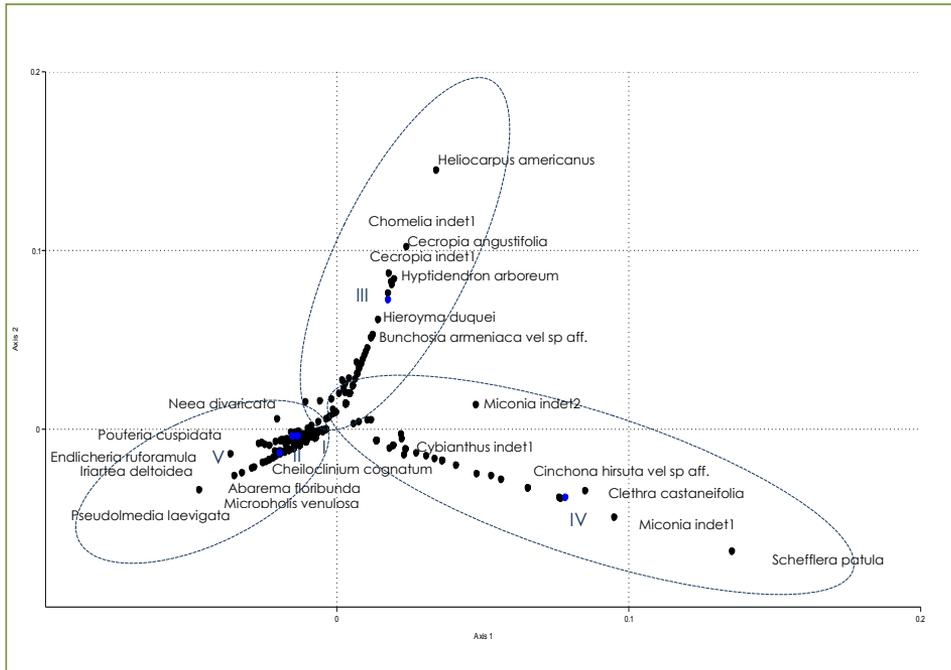


Fig. 6. Correspondence Analysis (CA) para las parcelas evaluadas en la Reserva Comunal el Sira y en el ACP - Panguan

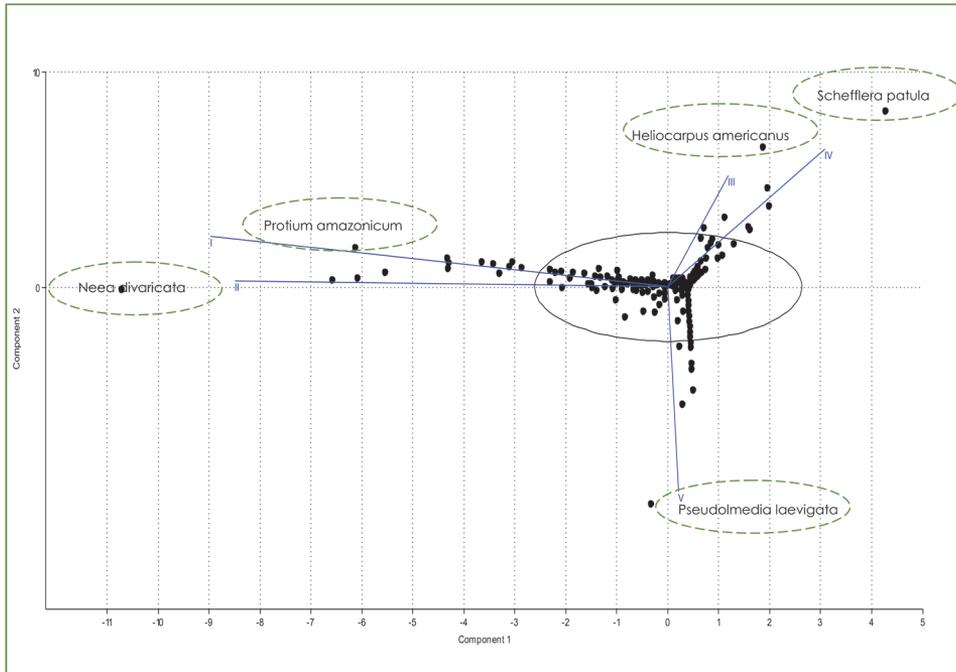


Fig. 7. Principal components Analysis (PCA), para las parcelas evaluadas en la Reserva Comunal el Sira y el ACP - Panguana

#### 4. Índices de similitud.

En las figuras 5 y 6, observamos la formación de 3 grupos principales, uno formado por las parcelas I, II y V, el segundo por la parcela III y finalmente el tercer grupo formado por la parcela IV; de acuerdo a la evaluación vemos que las parcelas I, II y V son las más similares, ya que comparten el mayor número de especies, corroborada por la concentración de las mismas hacia el centro de los ejes; entre las especies que comparten tenemos a: *Abarema floribunda*, *Cheilochinium cognatum*, *Endlicheria ruforamula*, *Eugenia florida*, *Helicostylis tomentosa*, *Micropholis venulosa*, *Pouteria cuspidata*, *Simarouba amara*, *Socratea salazarii* y *Neea divaricata* vel sp aff, siendo ésta última, la que muestra el número más alto de individuos presente en las 3 parcelas con 17, 62 y 6 respectivamente. De otro lado, vemos que las parcelas III y IV están más alejadas del grupo principal, por tener en su composición florística a especies distintas y únicas.

En la figura 7, podemos observar que dentro de la composición florística para cada parcela evaluada existen principales componentes, los mismos que están dados por la dominancia de las especies en relación al número de individuos. Tales componentes estarían dados por cinco ejes como se puede ver en el gráfico; las especies como *Protium amazonicum*, *Neea divaricata*, *Heliocarpus americanus*, *Schefflera patula* y *Pseudolmedia laevigata* estarían restringidas únicamente a las parcelas I, II, III, IV y V respectivamente, las mismas que contribuyeron a la formación de los mencionados componentes.

Finalmente, en los gráficos 5, 6 y 7, existe una tendencia de agrupación de puntos basados en dos factores la primera estaría dado por el tipo de suelo relacionado a la

presencia de especies, la segunda dada por el número de especies compartidas entre los diferentes puntos de evaluación (parcelas). Las parcelas I, II y V además de que comparten el mayor número de especies, se hallan sobre suelos ricos en nutrientes del tipo arcillo-limoso, en cambio, la parcela III se halla sobre un suelo rocoso y la IV sobre un suelo de arena (greda), ambas sobre suelos mucho más pobres, los cuales además muestran a muy pocas especies compartiendo entre sí y con las demás, hecho que las aleja de la nube de puntos y las hace regularmente diferentes.

#### 5. Biomasa y contenido de Carbono

Realizamos los cálculos de Biomasa aérea en base a cinco parcelas permanentes, cuyos resultados representan las primeras estimaciones, pues el área es bastante grande, lo que sugiere establecer más parcelas por lo menos una repetición por tipo de bosque, mejorando el muestreo, idealmente una integración con el uso de métodos a partir de sensores remotos sería un gran avance y se pueda saber precisamente cuanto de carbono existe en este lugar del Perú.

Utilizando los datos del censo y registro para el año 2010 y 2014 (fig. 8) observamos la cantidad de biomasa aérea contenida en los diferentes tipos de bosques, representados por 1 ha en cada tipo de vegetación y en cada nivel altitudinal, las parcelas I y II muestran los valores más altos con 264.2 y 243.6 T/ha respectivamente, las mismas que se hallan sobre un bosque Transicional pre-Montano y pre-Montano; éstos valores responden a la presencia de especies con alta densidad de madera y diámetros regulares para ambos casos. Por otro lado, vemos la tendencia de los puntos hacia una curva polinómica, donde el contenido de biomasa inicialmente se incrementa en forma proporcional a la gradiente altitudinal, desde los 200 hasta

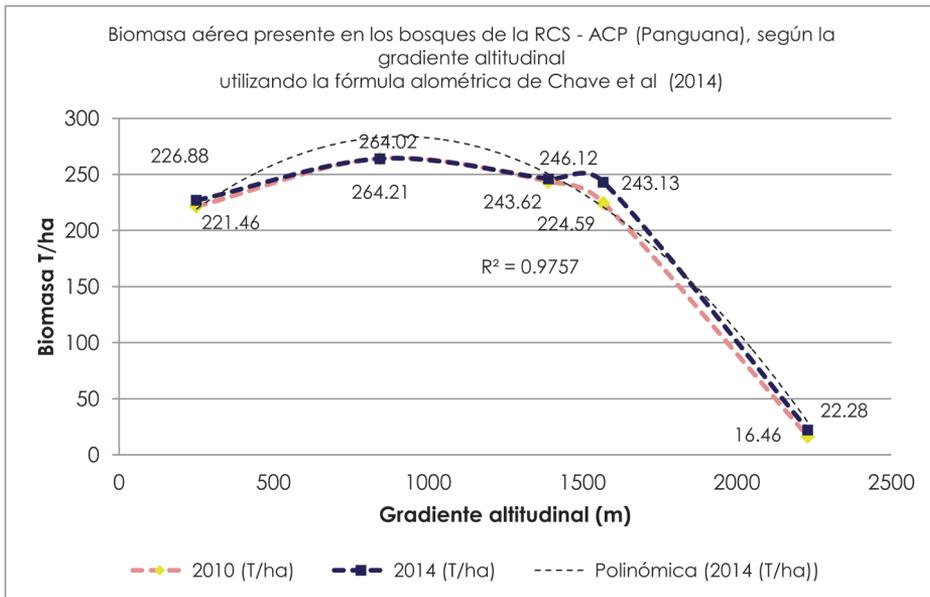


Fig. 8. Biomasa aérea presente en los bosques de la RCS-ACP (Panguana), según la gradiente altitudinal utilizando la fórmula alométrica de Chave et al. (2014)

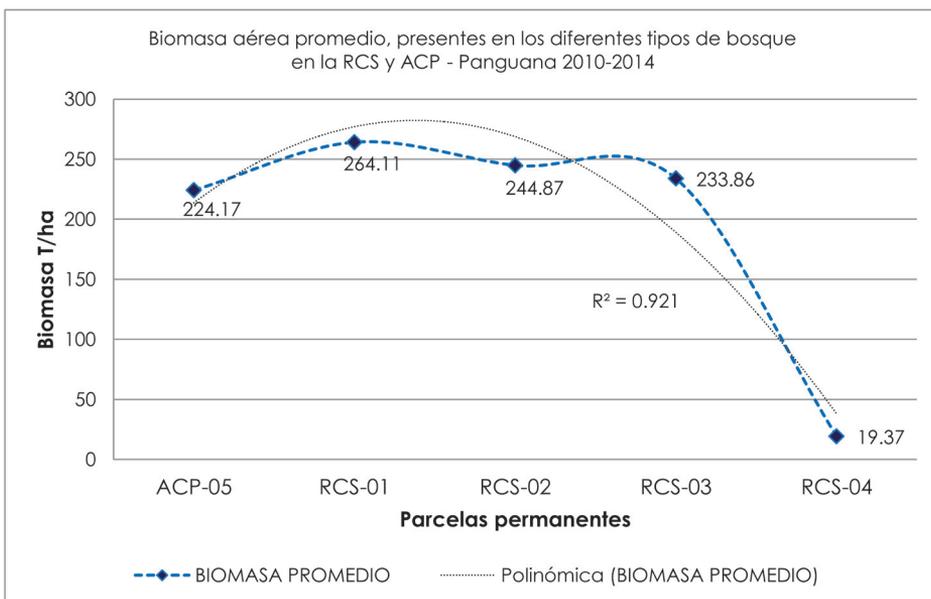


Fig. 9. Biomasa aérea promedio, presentes en los diferentes tipos de bosque en la RCS y ACP-Panguana 2010-2014

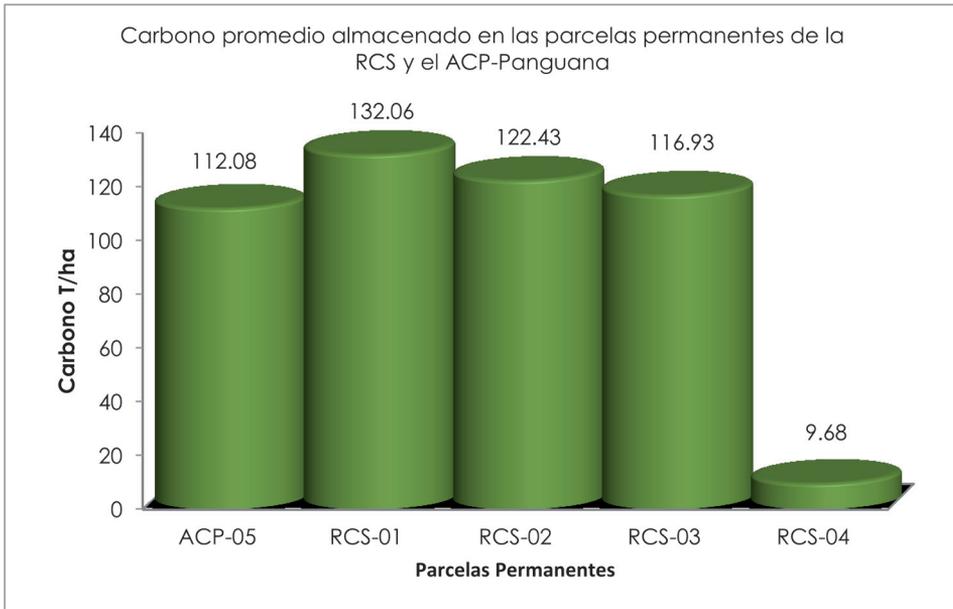


Fig. 10. Carbono promedio almacenado en las parcelas permanentes de la RCS y el ACP-Panguana

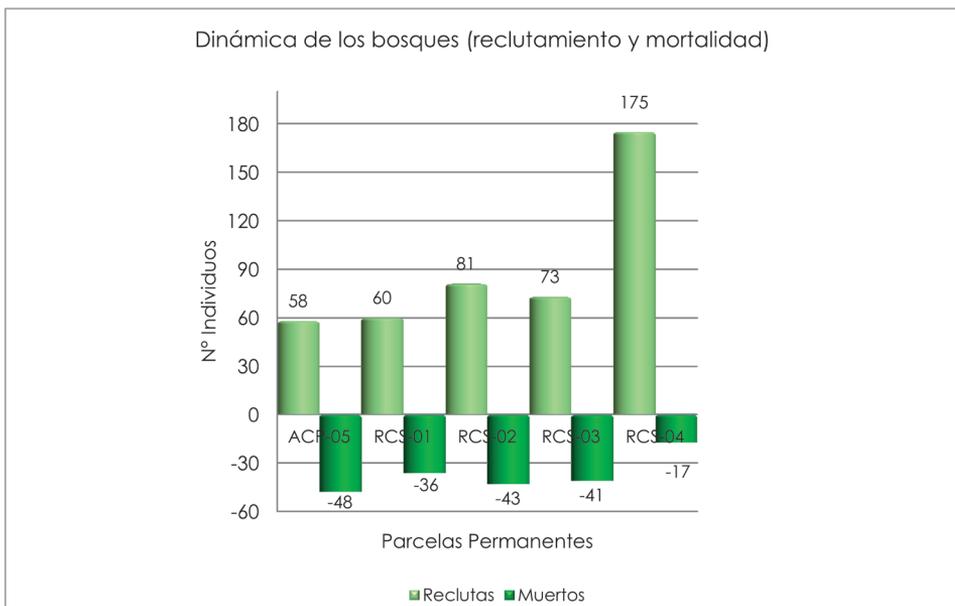


Fig. 11. Dinámica de los bosques (reclutamiento y mortalidad)

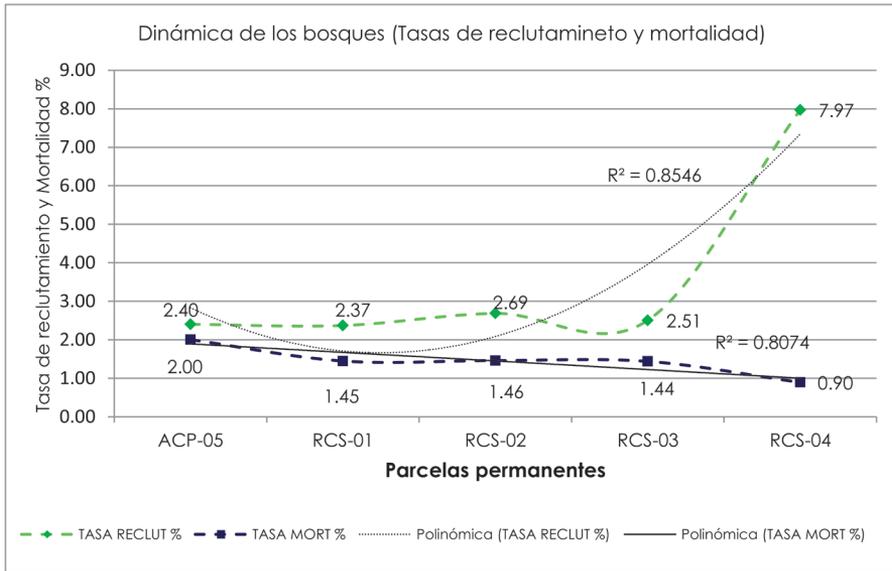


Fig.12. Dinámica de los bosques (Tasa de reclutamiento y mortalidad)

los 1000 m, luego ésta empieza a descender haciéndose la relación inversamente proporcional a la altitud.

Igualmente observamos que, por encima de los 1800 m, el contenido de biomasa disminuye abruptamente, como sucede en la parcela IV, instalada a 2230 m de altitud sobre un bosque esclerófilo (achaparrado), cuya biomasa estimada es de 19.37 toneladas. Si sumamos la cantidad de Biomasa aérea promedio contenida en las 5 parcelas permanentes de vegetación (ver fig. 9) tenemos 986.38 toneladas y, si realizamos la proyección al área total de la Reserva Comunal obtendremos 120 Mt de biomasa aérea aproximadamente. En la figura 10, mostramos valores promedio de carbono contenido en cada una de las parcelas, donde los valores más altos se encuentran en las parcelas I y II con 132.06 y 122.43 toneladas de carbono por ha. La proyección del contenido de carbono al área total de la Reserva, asciende aproximadamente a 60 Mt. Valores que se consideran para los

cálculos de valor monetario del carbono; de acuerdo a Mogas & Riera (2004), 01 tonelada de carbono equivale a 3.667 toneladas de CO<sub>2</sub>, por lo tanto, realizando los cálculos respectivos obtenemos 223 Mt de CO<sub>2</sub> almacenados en los 5 tipos de bosques del área en estudio, siendo estos valores los mínimos pues no se ha considerado aún el carbono presente en las raíces, el suelo, tallos pequeños y la materia orgánica en el suelo.

La biomasa calculada para el año 2014 se ven incrementadas con valores poco considerables como sucede en las parcelas V, II y IV, algunos de éstos valores se han mantenido o disminuido ligeramente como en la parcela I (fig. 8). Por otro lado, es importante señalar que ha existido un incremento considerable de biomasa en la parcela III en 19 toneladas aproximadamente, este incremento se debería a la inclusión de nuevos individuos con valores de densidad de madera elevados, así como el crecimiento diamétrico acelerado de los

árboles censados anteriormente.

Valores promedio de biomasa calculados indican que los bosques; transicional pre-Montano, pre-Montano y finalmente los nublados o Montano alto, tienen un contenido relativamente elevado frente a los otros tipos de bosque (fig. 9). Según Saatchi *et al.* (2007) los bosques amazónicos almacenan entre 200 a 300 toneladas por hectárea coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde vemos que la parcela V, establecida sobre un bosque amazónico en el ACP-Panguana contiene 224.17 T/ha de biomasa aérea. En áreas más cercanas como en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén, sus bosques amazónicos contienen aproximadamente un promedio de 285.02 toneladas de biomasa, como se demuestra en los resultados recientes por investigaciones realizadas por Valenzuela *et al.* (en prep.) dentro del proyecto Tropical Ecology Assessment and Monitoring (TEAM); sin embargo, creemos que se requiere realizar algunas repeticiones para cada tipo de bosque, pues el contenido de biomasa varía de acuerdo a la composición de especies dependiendo directamente de la densidad, diámetro y altura; por lo tanto, toda la estructura de éstos ambientes son notablemente variables en distancias cortas, siendo el suelo uno de los factores más importantes de la variabilidad; además la gran extensión de la RCS con más de 600 000 hectáreas lo sugiere.

Los contenidos de la biomasa se ven influenciados directamente por la adición de nuevos individuos (reclutas) y por la muerte de árboles censados en períodos de medición anteriores (mortalidad), incrementando o disminuyendo el contenido total de biomasa aérea. En las figuras 11 y 12, se observa la dinámica de las parcelas sobre los distintos bosques, notamos que existe

un alto número de reclutas para la parcela IV con 175 individuos equivalente a una tasa de reclutamiento igual a 7.97%. Se debe considerar que la parcela IV fue establecida sobre un bosque esclerófilo donde los árboles censados tienen diámetros  $\geq 5$  cm, sin embargo, este hecho no ha provocado un incremento notable en la biomasa. En la parcela III establecida sobre un bosque montano, se ve un incremento alto en la biomasa con 19 toneladas, a pesar de que la tasa de reclutamiento es igual 2.51% con 73 nuevos individuos, entonces lo que sugiere que el incremento de la biomasa se debe a que los árboles han aumentado su diámetro notablemente, la inclusión de nuevos individuos con altos valores en densidad de madera corrobora este hecho, por otro lado, la tasa de mortalidad es menor con 1.44% respecto a la tasa de reclutamiento. Valores de reclutamiento y de mortalidad casi similares nos muestra el bosque amazónico con valores que van 2.40 y 2%, lo que significa que éstos bosques podrían presentar una dinámica un poco más estable frente a las demás.

La conservación de éstos bosques, permite en la actualidad que la acumulación del CO<sub>2</sub> en la atmósfera se vea algo disminuida, o en todo caso, el ciclo del Carbono retorne a un equilibrio, permitiendo el funcionamiento regular de los ecosistemas, donde la cantidad de agua que se produce sea constante frente a la que llega, igualmente, donde las temperaturas se mantengan estables en los diferentes pisos altitudinales, que permitan el normal desarrollo y crecimiento de los seres vivos junto a la producción y consumo del oxígeno regulado por las plantas. Por lo tanto, estos bosques nos permiten tener y mantener todavía una calidad de vida saludable. En tal sentido, lo que se propone es que se pueda obtener pagos por servicios

ambientales, para continuar conservando estos ambientes, que son prácticamente los últimos pulmones del mundo; fondos que podrían ser destinados incluso a continuar realizando más investigación científica; donde gracias a los pocos trabajos que se realizaron en la RCS, ésta se encuentra entre las principales áreas naturales protegidas en el mundo, que tienen recursos irremplazables.

## 6. Área basal

El mayor área basal ocupan los individuos de la parcela III (31.655 m<sup>2</sup>); seguida los individuos de la parcela I con 27.155 m<sup>2</sup>; mientras que los árboles de la parcela IV ocupan sólo un área 2.959 m<sup>2</sup> (ver fig. 14). Es importante mencionar que en la parcela III, existe un gran número de árboles con diámetros considerables, pero éstos son representados por especies que tienen un crecimiento secundario acelerado como *Heliocarpus americanus*, *Cecropia angustifolia*, *Hyptidendron arboreum* cuyos valores de densidad de madera son bajos.

## 7. Estructura.

Para determinar la “estructura horizontal” de los bosques en el área de estudio, identificamos 10 clases diamétricas los mismos que se pueden ver en la figura 15, donde los individuos fueron agrupados desde 5 cm hasta los 50 cm de diámetro. Si observamos el gráfico vemos que los puntos siguen una tendencia de una “J” invertida, que es característica de los “bosques de llanura amazónica” y la que se repite en los bosques de transición y montanos. El 37.63 % de individuos tienen diámetros comprendidos entre 10 a 15 cm, el 19.61% de individuos muestran diámetros que van desde los 15 hasta los 20 cm, luego el resto de individuos ocuparían los rangos de diámetro mayor, con el 9.79%, 7.37%, 7.21%, 2.85%, 1.66%, 1.38% y 1.14%

respectivamente. Por otro lado, vemos que la parcela IV, establecida sobre un bosque esclerófilo, sigue el mismo patrón de distribución, pero el mayor número de individuos se encuentran agrupados en rangos de diámetro distinto, así el 79.2 % de individuos tienen un diámetro mayor a 5 y menor o igual a 10 cm, seguidos de aquellos que presentan un diámetro comprendido entre los 10 a 15 cm representados por un 15.63 %, estando el resto agrupados en los rangos de mayor diámetro entre los 15 a 25 cm de diámetro.

Para determinar la “estructura vertical”, igualmente agrupamos a los individuos en 7 clases altimétricas (ver fig. 16). Donde el mayor número de individuos tiene alturas comprendidas entre 5 y 10 m con el 41.5%, seguido de aquellos que tienen alturas entre 10 y 25 m con el 28.8%, y finalmente, un tercer grupo de árboles con alturas considerables comprendidas entre 15 y 20 m de alto con el 14.04%. Por lo tanto la estructura vertical de los bosques de El Sira, estaría dada por la agrupación de las diferentes clases altimétricas en 3 estratos, el emergente conformado por los árboles más altos de 25 m a más, el dosel compuesto por aquellos árboles que tienen alturas desde los 10 hasta los 25 m y el sotobosque por aquellos que tienen alturas entre los 5 y 10 m. Debemos mencionar, que en la parcela IV del bosque esclerófilo (ver fig.15), encontramos a la mayoría (301) de los individuos censados, con alturas menores a los 5 m de alto (62.8%), el resto conformado por árboles que tienen alturas comprendidas entre los 5 a 10 m, aspecto que es característico de los bosques achaparrados o esclerófilos donde los más bajos se hallan distribuidos hacia las partes más altas de la montaña, quienes reciben incidencia alta de luz solar y que no requieren alcanzar tamaños considerables por que la competencia por la luz en este

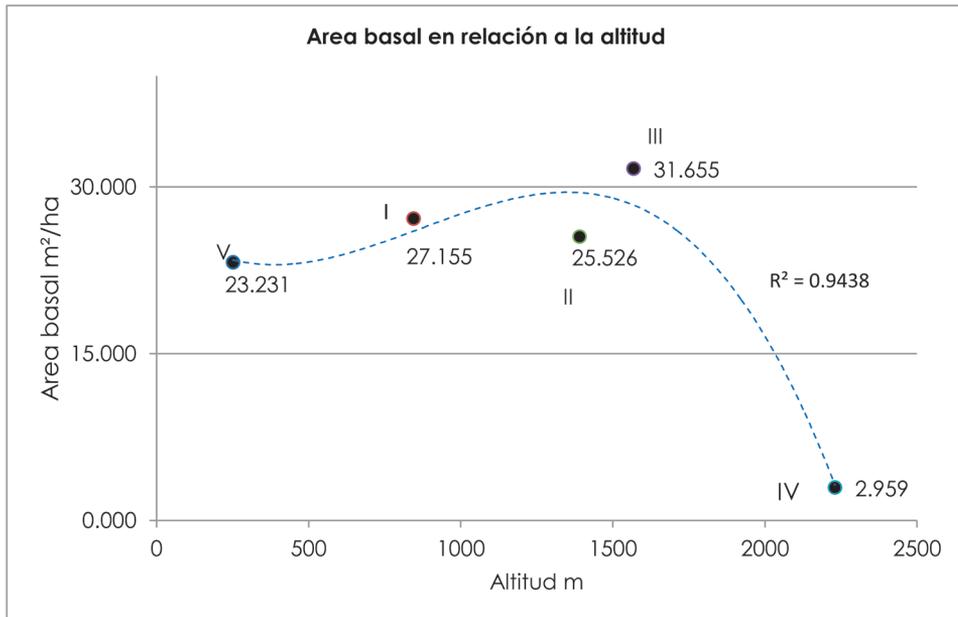


Fig. 14. Área basal en relación a la altitud

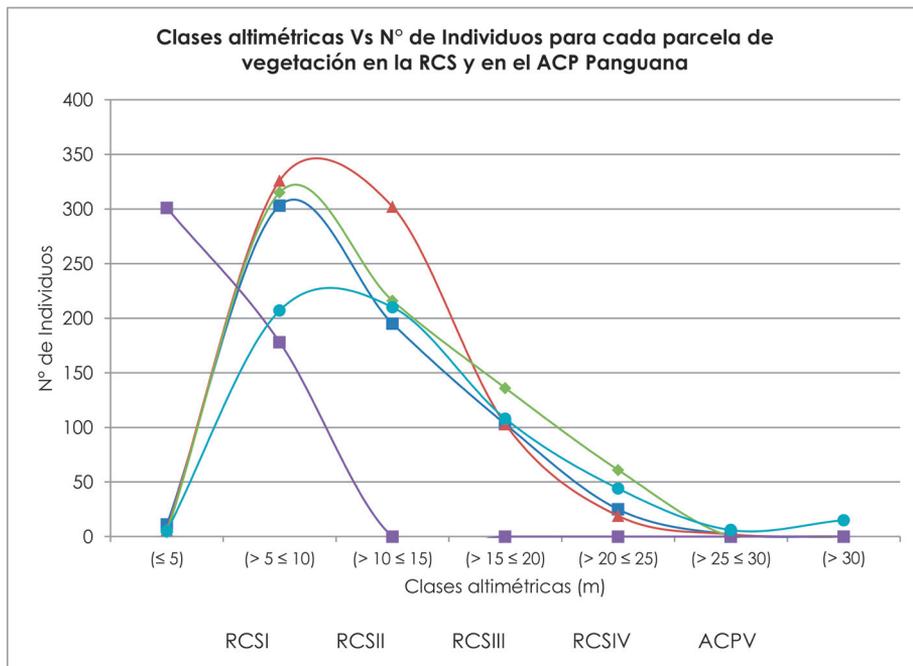


Fig. 15. Clases altimétricas Vs No de individuos para cada parcela de vegetación en la RCS y en el ACP Panguana

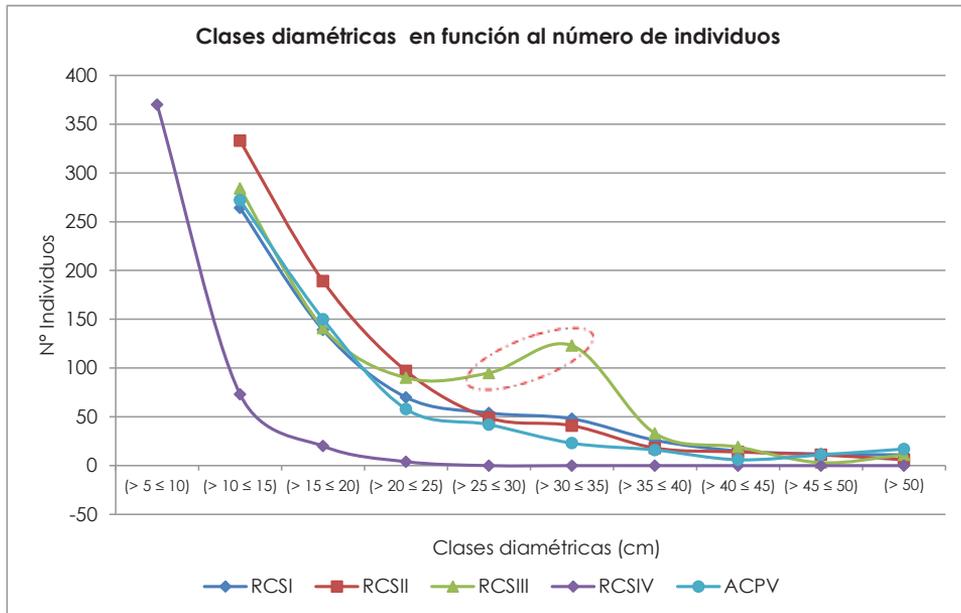


Fig. 16. Clases diamétricas en función al número de individuos

lugar es casi nula.

### Conclusiones

La Reserva Comunal El Sira incluyendo el ACP-Panguana, hasta el momento tiene por lo menos 729 especies agrupadas en 120 familias con 398 géneros entre árboles, lianas, arbustos, hierbas, hemiepipítos y epífitos. Las familias Orchidaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Arecaceae, son las más abundantes. Hacemos mención a registros importantes como: *Roucheria* sp., *Welfia alfredii*, *Euterpe catinga* var. *roraimae*, *Burmannia kalbreyeri*, *Prosopanche americana*. Incrementando de ésta manera el conocimiento florístico y fitogeográfico, que a su vez nos permite deducir que la RCS muestra una alta capacidad para albergar especies únicas, que por los tipos de suelos y las formaciones geográficas hacen de la cordillera El Sira un ecosistema especial.

Especies útiles como *Hevea brasiliensis*, *Hevea guianensis* “caucho”, *Bixa orellana* “achiote” y *Phytelephas macrocarpa* “yarina” o “marfil vegetal”, son registrados entre los 150 a 600 m de altitud, junto a otras especies maderables como *Cedrelinga cateniformis* “tornillo”, *Cedrela odorata* “cedro blanco”, *Cedrela fissilis* “cedro de altura” o “cedro colorado” y *Swietenia macrophylla* “caoba”, debido al fácil acceso podrían estar bajo un proceso de explotación no controlado.

Proponemos una caracterización de la vegetación en base a la composición florística y a la gradiente altitudinal, de la manera siguiente: bosque de Llanura amazónica (170 - 650 m), bosque Transicional pre-Montano (650 - 1100 m), bosque pre-Montano (1100 - 1500 m), bosque Montano alto (1500 -1800 m) y el bosque Esclerófilo o Achaparrado (1800 - 2250 m).

Establecimos 6 parcelas permanentes

de vegetación de 1 ha cada una, sobre los principales tipos de bosques, a través de un transecto altitudinal, con la finalidad de implementar un sistema de monitoreo de la dinámica de los bosques, el cual nos permitirá estudiar a largo plazo los posibles cambios producidos en la vegetación del transecto, interpretarlos y compararlos con otros estudios similares para proponer alternativas de mitigación frente al cambio climático.

De acuerdo a los índices calculados podemos señalar que la mayor riqueza específica y la diversidad vegetal en general se encuentran en los bosques de Llanura amazónica y Transicional pre-Montano. Por otro lado, señalamos a los bosques Esclerófilos como los menos diversos; pero a su vez, indicamos que podrían ser considerados como los bosques que albergan una diversidad vegetal especial y única, con especies endémicas y restringidas a estos ambientes.

Respecto a los índices de similaridad y ordenación, las parcelas I, II y V, resultan ser las más similares, donde comparten a 21 especies aproximadamente, entre ellas citamos las más importantes: *Abarema floribunda*, *Cheilocladium cognatum*, *Endlicheria ruforamula*, *Eugenia florida*, *Helicostylis tomentosa*, *Micropholis venulosa*, *Pouteria cuspidata*, *Simarouba amara*, *Socratea salazarii* y *Neea divaricata* vel sp. aff.; las mismas que forman parte de los componentes principales en la composición florística de éstos bosques evaluados. Por otro lado, citamos a especies como a: *Protium amazonicum*, *Neea divaricata*, *Heliocarpus americanus*, *Schefflera patula*, y *Pseudolmedia laevigata* como las que más contribuyeron a la formación de los mencionados componentes; éstas especies se ven restringidas únicamente a las parcelas I, II, III, IV y V.

El mayor contenido de biomasa aérea en promedio se encuentra en las parcelas I y II con 264 y 245 T/ha respectivamente, las mismas que se encuentran sobre un bosque Transicional pre-Montano y pre-Montano; este contenido de biomasa disminuye hacia las partes más altas (2230 m), sobre un bosque esclerófilo, con sólo 19 T/ha. Realizando la proyección de valores sobre el contenido de carbono al área total de la Reserva Comunal El Sira incluyendo el ACP-Panguana, obtenemos una estimación de 60 Mt, la misma que se traduce en 223 Mt de CO<sub>2</sub> almacenados en los 5 tipos bosques del área en estudio.

Los contenidos de biomasa varían de acuerdo al tipo de bosque, a la composición de especies, densidad de madera, condiciones abióticas que influyen en el crecimiento acelerado o lento de los árboles como la temperatura, suelo, incidencia solar y humedad, por lo que, se recomienda establecer más parcelas permanentes por lo menos con 1 a 3 repeticiones por cada tipo de bosque.

La parcela V establecida sobre el bosque amazónico presenta una dinámica más estable frente a las demás, donde las tasas de reclutamiento y mortalidad fluctúan entre los 2.4 y 2% respectivamente.

Respecto al área basal, señalamos que el mayor área está ocupado por los individuos de la parcela III, que se encuentra instalada sobre el bosque nublado con 31.7 m<sup>2</sup>. De otro lado, un área menor es ocupado por los árboles de la parcela IV con sólo 3 m<sup>2</sup>, establecida sobre un bosque esclerófilo a 2230 m de altitud.

La estructura horizontal de los bosques en el área de estudio, está dado mayormente por árboles cuyos diámetros fluctúan entre los 10 y 30 cm de diámetro,

sólo en las parcelas I, II, III, y V. En cambio la parcela IV, establecida sobre un bosque esclerófilo, sigue el mismo patrón de distribución, pero el mayor número de individuos se encuentran agrupados entre 5 a 15 cm de diámetro. Por otro lado, la estructura vertical, está representada por las clases altimétricas donde la mayoría de los árboles presentes en los diferentes tipos de bosques tienen alturas que van desde los 5 a 10 m que forman el sotobosque, seguido de aquellos individuos que tienen alturas mayores a 10 hasta los 15 m, los mismos que forman el dosel y el grupo de los árboles emergentes que estarían formados por aquellos individuos cuyas alturas fluctúan entre los 15 y 25 m de alto.

### Agradecimientos

Los autores agradecemos a las siguientes instituciones y personas que de una u otra manera colaboraron en la ejecución del presente estudio: Al Missouri Botanical Garden, Fundación Moore (Estados Unidos), Cooperación alemana (GIZ) y el Consejo de Investigación Ambiental (NERC - Natural Environment Research Council, U.K.). OLP, apoyado por una beca de la Comisión Europea de Investigación (ERC - European Research Council) y por un premio de la Sociedad Real de Gran Bretaña (Royal Society Wolfson Research Merit Award). De igual manera, queremos hacer llegar nuestro agradecimiento a la Red de Inventarios Forestales, Herbario HOXA, SERNANP - Reserva Comunal El Sira, ECOSIRA, Área de Conservación Panguana, Alfredo Neyra Saavedra (Jefe de la RCS), Alois Kohler (Asesor Principal Co-Gestión Amazonía Perú-GIZ), Lyli Rodríguez Bayona (Asesora Técnica del Proyecto Biodiversidad y Cambio Climático en la RCS), Jorge Watanabe Sato (Asesor Técnico en Fortalecimiento de Capacidades para la

Cogestión Amazonía Perú-Pucallpa), Lisette Rengifo y Eva Del Aguila (administradoras del Proyecto Co-Gestión Amazonía Perú-GIZ, Pucallpa), Juliane Koepcke Carlos Vásquez, Nery Panduro (ACP-Panguana), Pedro Pérez (Presidente Ecosira), Din Heredia Huarino (Universidad Nacional San Agustín de Arequipa), Amador Pfufo Tapia (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco), César Rojas Tello, Jaime Flores Shareva, Gerry Shareva Mateo (Asistentes de campo del Jardín Botánico de Missouri), a los Guardaparques de la Reserva Comunal El Sira. Finalmente, a Luis López, Elmer Zang, Valentín Moreno, Edwin Díaz, Meler Zang, Mayte Estebez, Antonio Estebez, Alex Gonzáles, Walter Villegas Asistentes locales del distrito de Llullapichis y de la C.N. Tahuantinsuyo.

### Literatura citada

- Brown, S. & A. E. Lugo.** 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon. *Interciencia* 17: 8-18.
- Chave, J.; M. Réjou-Méchain; A. Búrquez; E. Chidumayo; M. S. Colgan; W. B. C. Delitti; A. Duque; T. Eid; P. M. Fearnside; R. C. Goodman; M. Henry; A. Martínez-Yrizar; W. A. Mugasha; H. C. Muller-Landau; M. Mencuccini; B. W. Nelson; A. Ngomanda; E. M. Nogueira; E. Ortiz-Malavassi; R. Péliissier; P. Ploton; C. M. Ryan; J. G. Saldarriaga & G. Vieilledent, G.** 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20: 3177-3190. doi: 10.1111/gcb.12629.
- Le Saout Soizic; M. Hoffmann; Y. Shi; A. Hughes; C. Bernard; T. Brooks; B. Bertzky; S. Butchart; S. Stuart; T. Badman & A. Rodrigues.** 2013. Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation. *Science* Vol. 342 N° 6160 pp. 803-805.
- Malhi, Y.; D. D. Baldocchi & P. G. Jarvis.** 1999 The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant Cell and Environment* 22: 715 - 740.
- Malhi, Y.; O. L. Phillips; T. R. Baker; S. Almeida; T. Frederiksen; J. Grace *et al.*** 2002. An international network to understand the biomass and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). *Journal of Vegetation Science* 13, 439-450.

- Malhi Y. & O. L. Phillips.** 2004. Tropical forests and global atmospheric change: a synthesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 359 (1443):549-555. doi:10.1098/rstb.2003.1449.
- Malhi, Y.; T. R. Baker; O. L. Phillips; S. Almeida; E. Alvarez; L. Arroyo *et al.*** 2004. The above-ground wood productivity and net primary productivity of 104 neotropical forests. *Global Change Biology*, 10: 563-591.
- Malhi, Y.; L. Aragão; D. Galbraith; C. Huntingford; R. Fisher; P. Zelazowski; S. Sitch; C. McSweeney & P. Meir.** 2009. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (49): 20610-20615. doi:10.1073/pnas.0804619106.
- Mogas, J. & P. Riera.** 2004. El valor de la fijación de carbono en los programas de forestación. Ponencia para el II Simposio Internacional Iberoamericano de Gestión y Economía Forestal. Barcelona, 2004. España.
- Monteagudo, A.; L. Valenzuela; R. Vásquez; R. Rojas; López-González & O. Phillips.** 2014. Primer catálogo de los árboles y afines de la Reserva Comunal El Sira, Perú. *Arnaldoa* 21 (1): 127 - 164, 201.
- Phillips, O. L. & T. R. Baker.** 2002. Manual de Campo para el establecimiento y remediación de Parcelas Permanentes. RAINFOR (trad. A. Monteagudo Mendoza) 13 pp. Obtenido el 03 de octubre del 2006 en:  
<http://www.geog.leeds.ac.uk/projects/rainfor/rainfor-fieldmanualesp.doc>.
- Saatchi, S.; R. Houghton; R. Dos Santos Alvala; J. V. Soares & Y. Yu.** 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global Change Biology* 13: 816-837.
- Terborgh, J. & J. S. Weske.** 1975. The Role of Competition in the Distribution of Andean Birds. *Ecology*, vol. 56, pp. 562-576.
- Zelazowski, P.; Y. Malhi; C. Huntingford; S. Sitch & J. B. Fisher.** 2011. Changes in the potential distribution of humid tropical forests on a warmer planet. *Phil Trans Royal Society London B* 369, 1334, 137-160.