

# BIODIVERSIDAD

EN LA CUENCA ALTA DEL PUTUMAYO, PERÚ



PEDRO E. PÉREZ PEÑA, MARÍA-CLAUDIA RAMOS RODRÍGUEZ, JUAN DÍAZ ALVÁN  
RICARDO ZÁRATE GÓMEZ, KEMBER MEJÍA CARHUANCA



# BIODIVERSIDAD

EN LA CUENCA ALTA DEL PUTUMAYO, PERÚ

2019

PEDRO E. PÉREZ PEÑA, MARÍA CLAUDIA RAMOS RODRÍGUEZ, JUAN DÍAZ ALVÁN  
RICARDO ZÁRATE GÓMEZ, KEMBER MEJÍA CARHUANCA

# AUTORES

## **BIODIVERSIDAD EN LA CUENCA ALTA DEL PUTUMAYO, PERÚ**

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana  
Av. José Abelardo Quiñones km 2.5. Iquitos.  
Teléfono: +51-065-265515  
Web: <http://www.iiap.gob.pe>

## **PROYECTO ESPECIAL DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA CUENCA DEL PUTUMAYO**

Calle Yavari N° 860-870 - Iquitos  
Teléfono +51-065-242591  
Web: <https://www.pedicp.gob.pe/>

### **Primera edición, agosto de 2019**

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2019-11645  
ISBN 978-612-4372-25-4  
Tiraje 1000 ejemplares  
©Derechos reservados 2019.

### **Diseño y diagramación:**

Christian Quispe

### **Fotografías:**

Pedro Pérez Peña  
Ricardo Zárate Gómez  
Claudia Ramos Rodríguez  
Ian Paul Medina Torres  
Jorge Salvador Pizarro García  
Christian Quispe

### **Impreso en GMC Digital SAC, en setiembre de 2019.**

Calle Santiago Távara 1830 Urbanización Chacra Ríos Norte - Cercado de Lima. Lima.

Este libro fue revisado por pares.

### **Cita sugerida:**

Pérez-Peña P.E., Ramos-Rodríguez M.C., Díaz-Alván J., Zárate-Gómez R. y Mejía K. (Eds.). 2019. Biodiversidad en la cuenca alta del Putumayo, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Peru. 155 pp.

Esta publicación se hizo posible gracias al Programa Presupuestal 130 del SERFOR

### **Amilcar Ortiz Sánchez**

Mastozoología. Proyecto Especial de Desarrollo Integral de la Cuenca del Putumayo (PEDICP)-MINAGRI

### **Francisco Vásquez Arévalo**

Ornitología. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

### **Geancarlo Cohello Huaymacari.**

Botánica. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

### **Guillisa Flores Cárdenas**

Mastozoología. Centro de Desarrollo para el Indígena Amazónico (CEDIA).

### **Ian Paul Medina Torres**

Herpetología. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

### **Jorge Pizarro García**

Herpetología. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

### **Juan Díaz Alván**

Ornitología. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

### **Juan José Palacios Vega**

Sistema de Información Geográfica. Programa PROTERRA del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

### **Kember Mejía Carhuanca**

Botánica. Programa de Investigaciones en Biodiversidad Amazónica del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

### **María Claudia Ramos Rodríguez**

Mastozoología. Programa de Investigaciones en Biodiversidad Amazónica del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

### **Pedro E. Pérez Peña**

Herpetología y Mastozoología. Programa de investigaciones en Biodiversidad Amazónica del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

### **Ricardo Zárate Gómez**

Botánica. Programa PROTERRA del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

### **Roger Escobedo Torres**

Fisiografía. Programa PROTERRA del Instituto de Investigaciones de la Amazonía peruana.

### **Salomón Calvache López**

Botánica. Universidad de la Amazonía. Florencia, Caquetá-Colombia.

### **Victor Abdul Vásquez Mananita**

Botánica. Proyecto Especial de Desarrollo Integral de la Cuenca del Putumayo (PEDICP).



## PRÓLOGO

La majestuosa biodiversidad de una de las áreas más alejada de la Amazonía peruana, como es la cuenca alta del río Putumayo, es revelada en este libro. La misma que contiene descripciones de formaciones vegetales únicas, plantas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El enfoque de los capítulos abordados en este libro, comprende las líneas de investigación y conservación de aquellos recursos aprovechados por las comunidades indígenas secoyas y kichwas, que habitan en esta parte del nororiente peruano. Con ese propósito, se realizó la evaluación de la diversidad biológica expresada en términos de abundancia, estado de conservación, amenazas antropogénicas, así como el de contribuir en el hallazgo y descripción de nuevos registros de especies y ampliar el conocimiento de los rangos de distribución de especies indicadoras y claves para la conservación.

El libro fue organizado en capítulos, cada uno enmarcado en un taxa específico. El primer capítulo comprende la flora y vegetación, en donde se reportan ocho formaciones vegetales que contienen 653 especies de plantas, la cual representa una alta diversidad de especies, la misma que podría afectarse por la tala de los bosques, siendo esta actividad una de las principales amenazas en este sector. En el segundo capítulo se presentan los aspectos ecológicos de dos especies de palmeras: *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua*; cuyos frutos son también claves en la economía del poblador amazónico y que necesitan con urgencia la puesta en marcha de planes comunales de manejo que garanticen su disponibilidad mediante su aprovechamiento sostenible. El tercer capítulo presenta los resultados del estudio de los anfibios y reptiles en los bosques de colina baja, terraza baja, aguajal mixto y varillal pantanoso. La composición de las especies reveló que estos hábitats se encontraban en buen estado de conservación. En relación al rango de distribución de las especies, ahora se conoce la ampliación en el rango de distribución de *Amazophrynella amazonicola*, una especie que recientemente fue descrita.

El cuarto capítulo incluye a las aves, con un destacable número de especies especialistas de suelos pobres. En este capítulo también se destaca la ampliación en el rango de distribución geográfica de especies como: *Crypturellus duidade*, *Notharchus ordii* y *Percnostola rufifrons*.



El quinto capítulo presenta a los mamíferos, mostrando las diferencias en abundancia encontradas según los diferentes tipos de hábitats. Entre los resultados también destacan los primeros registros en la cuenca alta del Putumayo de especies de primates como son el huapo negro (*Pithecia napensis*) y el mono negro (*Sapajus macrocephalus*).

El libro ha sido elaborado por un grupo de biólogos especialistas de reconocida trayectoria profesional y nos presentan la excelencia del trabajo realizado, cuya producción científica para cada taxa enriquecen la calidad de la información plasmada en reportes científicos. No dudamos que la valiosa información contenida en este libro sea de vuestro agrado y sirva como insumo para el emprendimiento de futuros proyectos orientados al aprovechamiento sostenible de recursos naturales con énfasis en animales y plantas. La misma, acorde a la visión cultural de desarrollo de las comunidades indígenas secoyas y kichwas, quienes custodian y garantizan el estado de conservación de esa extraordinaria biodiversidad presente en la cuenca alta del río Putumayo.

**Pablo Eloy Puertas Meléndez**

Presidente del Consejo Directivo Transitorio  
del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)



## AGRADECIMIENTO

Al Proyecto Especial de Desarrollo de la Cuenca del Putumayo (PEDICP) por el apoyo logístico y técnico. A Teófilo Torres, Erland Terrones y Rodrigo Macanilla de la Reserva Comunal Airo Pai del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), quienes nos brindaron las facilidades en el puesto de control en el río Angusilla, zona de influencia del área protegida. Nuestras consideraciones a Fermín Payaguaje Piaguaje con quien hicimos el primer contacto y coordinación, y quien se mostró dispuesto a apoyar en las diferentes actividades emprendidas. Fue la puerta de entrada hacia los secoyas del Putumayo.

Nuestra gratitud a los caciques de las comunidades de Mashunta, Santa Rita y Nueva Jerusalén: Ermelinda Andrea Payaguaje Salazar, Enzo García Levi, Víctor Coquinche Lopez. A los asistentes locales de Mashunta: Carlos Hugo Payaguaje Salazar, Ilmer Silvio Salazar Garces y Jamilton Lister Piaguaje, Luis Garces Levy, Franklin Payaguaje Salazar, Wilder Garces Piaguaje. A los asistentes de Santa Rita: Carlos Isaac Quinteros, Enzo García Levi, Elico Pacaya Levi, Kaner Isaac Cabrera, Leonel Cabrera Sandoval, Jhon Cliver Pacaya, Ignacio Pacaya Vilchez y Cesilio Pacaya Levi. A los asistentes de Nueva Jerusalén: Dilmer Andi Tapullima, Jhonny Pacaya Payaguaje, Víctor Gilder Coquinche López, Roger Fernando Ruiz Venjumea, Silvio Coquinche López, Guillermo Flores Saavedra y Manuel Coquinche López.

A Erica Cahuamari Acuña de la comunidad de Mashunta, Sadith Montoya de San Martín de Porres y Lili Guerra Coquinche de Nueva Jerusalén, quienes se encargaron de alimentar a todo el equipo evaluador durante los días de trabajo en los transectos.

Un estudio de esta naturaleza sólo es posible gracias al involucramiento de muchas personas que comparten el mismo objetivo: conservar el bosque amazónico.



# CONTENIDO

## RESUMEN

### 16

## CAPÍTULO 1 VEGETACIÓN Y FLORA

### RESUMEN

#### ABSTRACT

#### INTRODUCCIÓN

#### COLECTA DE DATOS

##### Área de estudio

##### Diseño del estudio

##### Parcelas Whittaker (Stohlgren *et al.* 1995)

##### Herborización

##### Identificación de especies

##### Unidades de vegetación

##### Distribución espacial de unidades de vegetación

##### Análisis

#### RESULTADOS

##### Estructura, composición y diversidad de la vegetación

##### Vegetación

##### Vegetación ribereña

##### Comunidades intervenidas o vegetación antrópica

##### Plantas cultivadas (Campos de cultivo o Chacras)

##### Barbrechos (Purmas)

##### Diversidad de plantas

##### Abundancia de plantas

##### Similitud entre hábitats y localidades

##### Estado de conservación

##### Especies endémicas, raras, registros nuevos o posibles nuevas para la ciencia

##### Amenazas antrópicas

#### DISCUSIÓN

#### CONCLUSIÓN

#### AGRADECIMIENTO

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### ANEXOS

**60****CAPÍTULO 2  
ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *Mauritia flexuosa* Y *Oenocarpus bataua***

RESUMEN  
 ABSTRACT  
 INTRODUCCIÓN  
 COLECTA DE DATOS  
 Área de estudio  
 Productividad de frutos y proporción de sexo en *Mauritia flexuosa*  
 Biomasa y densidad de *Mauritia flexuosa*  
 Mapas de densidad de *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua*  
 RESULTADOS  
 Productividad de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa*)  
 Proporción de sexo de los individuos de aguajes (*Mauritia flexuosa*)  
 Biomasa de *Mauritia flexuosa*  
 DISCUSIÓN  
 CONCLUSIÓN  
 AGRADECIMIENTO  
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**78****CAPÍTULO 3  
ANFIBIOS Y REPTILES EN BOSQUE INUNDABLE Y TIERRA FIRME**

RESUMEN  
 ABSTRACT  
 INTRODUCCIÓN  
 COLECTA DE DATOS  
 Área de estudio  
 Diseño de muestreo  
 Métodos  
 Relevamiento por Encuentros Visuales (Crump y Scott 2001)  
 Identificación y preservación  
 Estado de conservación y amenazas  
 Análisis de datos  
 RESULTADOS  
 Riqueza de especies  
 Abundancia  
 Similitud entre hábitats  
 Estado de conservación de las especies  
 Ampliación del rango de distribución  
 Amenazas y recomendaciones para la conservación  
 DISCUSIÓN  
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**106****CAPÍTULO 4  
AVES**

RESUMEN  
 ABSTRACT  
 INTRODUCCION  
 COLECTA DE DATOS  
 Área de estudio  
 METODOS  
 Transectos  
 Identificación de especies  
 Análisis de datos  
 RESULTADOS  
 Riqueza de especies  
 Abundancia  
 Similitud de hábitats  
 Estado de conservación  
 Especies de suelos pobres  
 Ampliación de rangos de distribución  
 Amenazas antrópicas  
 DISCUSIÓN  
 CONCLUSIÓN  
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS  
 ANEXOS

**132****CAPÍTULO 5  
MAMÍFEROS**

RESUMEN  
 ABSTRACT  
 INTRODUCCIÓN  
 COLECTA DE DATOS  
 Área de estudio  
 Diseño de muestreo  
 MÉTODO  
 Transecto lineal  
 Ancho fijo o transecto en banda  
 Registros de huellas  
 Conteo de madrigueras  
 Área de ocupación  
 Análisis de datos  
 RESULTADOS  
 Riqueza  
 Riqueza por hábitats  
 Similitud entre hábitats  
 Abundancia  
 Nuevos registros de primates  
 Estado de Conservación  
 DISCUSIÓN  
 CONCLUSIÓN  
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS  
 ANEXO





## RESUMEN

La cuenca del Putumayo es una de las más importantes en la Amazonía peruana no sólo por albergar una extraordinaria biodiversidad de flora y fauna silvestre sino también por tener una excepcional riqueza étnica y cultural. Los eventos que ocurrieron después del levantamiento de los andes, como la formación de climas regionales y la red de drenaje, permitieron crear un mosaico de suelos, hábitats y ecosistemas de la Amazonía peruana, principalmente en el extremo oeste. Las evidencias indican que la especiación es favorecida por diferentes hábitats, por esta razón se cree que la variedad de hábitats en la cuenca del Putumayo fueron los causantes de la gran diversidad de flora y fauna. Los hábitats inundables y de tierra firme constituyen la fuente de vida para las poblaciones de fauna silvestre además ayudan a la supervivencia de las comunidades indígenas.

Los inventarios de flora y fauna son de gran relevancia porque ayudan a comprender con mayor profundidad los patrones de distribución y diversidad en nuestra Amazonía, así como los lugares con mayor potencial de implementar actividades de aprovechamiento sostenible con fines comerciales, es decir, esta información es muy requerida para crear estrategias de conservación e instrumentos de gestión para conservar especies sobre-explotadas, restringidas a un tipo de hábitat y beneficiar a las comunidades nativas usuarias. Todo este escenario motivó al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y al Proyecto Especial de Desarrollo Integral de la Cuenca del Putumayo (PEDICP) para realizar el estudio de la diversidad de la flora y fauna silvestre en los diferentes tipos de bosques de este alejado lugar en la Amazonía Peruana.

El estudio se realizó en dos comunidades secoyas y una kichwa. Las comunidades secoyas fueron Mashunta y Santa Rita, quienes se encuentran en el río Angusilla y Yubineto respectivamente. La comunidad kichwa de Nueva Jerusalén se encuentran en el río Putumayo. Las tres comunidades se encuentran en el distrito de Teniente Manuel Clavero, Provincia del Putumayo y Departamento de Loreto. Esta investigación multidisciplinaria utilizó diferentes métodos; utilizó 15 parcelas Wittaker de 20 x 50 m en el estudio de vegetación y flora, además se georefenció a los árboles adultos de *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua* para establecer su distribución y otros aspectos ecológicos. Se recorrieron 18 transectos de 200 m durante el día y la noche a una velocidad de 200m/h para registrar la mayor cantidad de anfibios y reptiles; se recorrieron nueve transectos de 3 km para el estudio de las aves y se utilizaron 12 transectos entre 3 y 5 km para registrar a las especies de mamíferos, asimismo, se buscó madrigueras de majas *Cuniculus paca* y huellas de ungulados.

La diversidad fue evaluada mediante la riqueza observada y esperada, además se estimaron la abundancia, dominancia y se analizó la similitud entre hábitats. La riqueza observada fue el número total de especies y fue comparada mediante curvas de rarefacción de individuos, mientras que la riqueza esperada fue calculada usando estimadores paramétricos y no paramétricos (Chao 1, Chao 2, Chao y Lee 1, Chao y Lee 2, Jackknife 1, Jackknife 2, Bootstrap, Michaelis y Menten y

Henderson). La dominancia fue estimada con el índice de Simpson y se graficó con la curva de orden de especies – abundancia (curva de Whittaker). La densidad en plantas tuvo la siguiente unidad: ind./ha, mientras que en mamíferos fue: ind./km<sup>2</sup>. Las unidades en los índices de abundancia fueron: ind./horas-hombre en anfibios y reptiles, y fue ind./100 km en aves.

El sexo del aguaje se identificó mediante observaciones de flores y frutos, así como de plántulas al pie del árbol. La biomasa aérea fue calculada con tres ecuaciones de bibliografía. Las distribuciones del aguaje y ungurauí fueron determinadas a partir de formas de relieve en un modelo digital de elevación (MDE), clasificación supervisada de imágenes de satélite Landsat 8 e información de campo. Estos fueron analizados con un modelo de regresión logística espacial. Se identificaron las especies más importantes de zonas y hábitats mediante el Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza, y las diferencias entre hábitats fueron medidas con el Análisis de Similitud (ANOSIM). Las amenazas fueron obtenidas mediante entrevistas y observación *in situ*.

Se encontraron ocho tipos de vegetación: colina baja, terraza alta, terraza baja, varillal pantanoso, aguajal denso, aguajal mixto, vegetación ribereña e intervenida. El bosque de colina baja y terraza alta tuvieron mayor superficie. Se registraron 653 especies de plantas y las más abundantes fueron: *Oxandra euneura*, *Mauritia flexuosa*, *Euterpe precatoria*, *Ischnosiphon* sp. 1 y *Heliconia* sp. 1. La principal amenaza fue la deforestación a causa de la agricultura y sobre extracción, así como la tala de aguaje y ungurauí. El aguaje tuvo de 0 a 5 racimos por parcelas (0.1 ha) y 12 racimos en 1.1 ha. De 97 individuos, 33 fueron hembras y 64 machos, y en general la biomasa aérea en 1.1 ha fue entre 76.58 -93.28 toneladas. Los aguajales mixto y denso tuvieron 2848.89 y 1101.85 ha, mientras que el ungurauí alcanzó 47110.50 ha.

Se registraron 53 especies de anfibios y 32 reptiles. El bosque de colina baja tuvo mayor riqueza de especies, mientras que el varillal pantanoso fue el más pobre. *Leptodactylus discodactylus* fue el más abundante en el varillal pantanoso, *Osteocephalus planiceps* en terraza baja, *Boana geographica* y *Leptodactylus discodactylus* en aguajal mixto y *O. planiceps* y *Rhinella margaritifera* en colina baja. La comunidad de anfibios y reptiles de bosque inundable y tierra firme difieren significativamente. Se amplía el rango de distribución de *Amazophrynella amazonicola* a 244 km al norte. En aves, se identificaron 320 especies de 53 familias; hubo similar riqueza de especies en bosque inundable y de tierra firme. Las especies más abundantes en el bosque inundable fueron: *Orthopsittaca manilatus*, *Pionites melanocephalus*, *Ara ararauna* y *Heterocercus aurantiivertex*, mientras que en tierra firme fueron: *Lipaugus vociferans* y *Herpsilochmus dugandi*. Se amplían los rangos de distribución de *Crypturellus duidae*, *Notharchus ordii* y *Percnostola rufifrons* hacia el norte.

Se encontraron 29 especies de mamíferos y las más abundantes fueron: *Saimiri macrodon*, *Cuniculus paca*, *Leontocebus nigricollis*, *Cebus yuracus*, *Tapirus terrestris* y *Pecari tajacu*. Hubo diferencias de las especies por hábitat, *L. nigricollis*, *Pithecia hirsuta* y *Lagothrix lagotricha* fueron más abundantes en tierra firme, mientras que *Saimiri macrodon* y *Cebus yuracus* en bosque inundable. Se registró por primera vez a *Pithecia napensis* y *Sapajus macrocephalus* en este sector.

La cuenca alta del Putumayo brinda la gran oportunidad de implementar actividades de uso sostenible para lograr conservar esta enorme biodiversidad y beneficiar a los pobladores secoyas y kichwas, quienes vienen aprovechando de forma ancestral. Las amenazas identificadas, como deforestación, tala de aguaje y ungurauí, sobrecaza de animales, pueden ser mitigadas y revertidas porque no son muy intensas como en otras partes de la Amazonía peruana. De tal forma que la cuenca alta del Putumayo es un laboratorio donde se puede crear la mejor estrategia de aprovechamiento para lograr conservar su biodiversidad.

# CAPÍTULO 1

## VEGETACIÓN Y FLORA

Ricardo Zárate Gómez, Geancarlo Cohello Huaymacari, Juan José Palacios Vega, Roger Escobedo Torres, Salomón Calvache López y Víctor Abdul Vásquez Mananita



### RESUMEN

El estudio de la vegetación y flora es fundamental desde el punto de vista ecológico, económico y del ciclo de la materia. En el presente estudio se describieron las comunidades vegetales y sus amenazas, además se elaboró un modelo espacial de la vegetación de la cuenca alta del Putumayo. Se establecieron 21 parcelas de 0.1 ha y se representaron espacialmente las unidades de vegetación mediante la identificación de relieve con un modelo digital de elevación (MDE) y técnicas de análisis espacial; en las unidades no relacionadas a las formas de terreno se utilizaron imágenes de satélite Landsat 8 con clasificación no supervisada. Se reportaron ocho tipos de vegetación: colina baja, terraza alta, terraza baja, varillal pantanoso, aguajal denso, aguajal mixto, vegetación ribereña, comunidades intervenidas. El bosque de colina baja y terraza alta tuvieron mayor superficie, 87870.61 ha y 26876.76 ha. La cantidad de fustes  $\leq 10$  cm de DAP fue de 785.2 ind./ha. Las diez especies más abundantes fueron *Oxandra euneura*, *Mauritia flexuosa*, *Euterpe precatoria*, *Ischnosiphon* sp. 1, *Heliconia* sp. 1, *Pouteria gomphiifolia*, *Tovomita laurina*, *Bactris riparia*, *Cynometra spruceana* y *Lepidocaryum tenue*. Se registraron 653 especies de 214 géneros y 68 familias; la riqueza de especies de plantas con fuste desde 10 cm fue de 28.7 (rango de 17 a 49). La principal amenaza identificada fue la deforestación a causa de la agricultura y sobre extracción. En los territorios de las tres comunidades evaluadas se deben desarrollar estrategias de manejo que mitiguen las amenazas mencionadas.

**Palabras clave:** Composición, Diversidad Estructura, Mapeo, Putumayo, Tipos de bosques.

### ABSTRACT

The study of the vegetation and the flora is fundamental from the ecological, economic point of view and of the cycle of the matter. In the present study, plant communities and their threats were described, and a spatial model of the vegetation of the upper Putumayo basin was elaborated. Twenty one plots of 0.1 ha were established and the spatial representation of the vegetation units was made by identifying relief with a digital elevation model (MDE) and spatial analysis techniques, while Landsat 8 satellite images were used in the units not related to the landforms with unsupervised classification. We report eight types of vegetation: low hill, high terrace, low terrace, peatland pole forest, dense and mixed palm swamp, riparian vegetation and intervened communities. The forest of low hill and high terrace had greater surface, 87870.61 has and 26876.76 has respectively. The amount of shafts  $\leq 10$  cm of DAP was 785.2 ind./ha. The ten most abundant species were *Oxandra euneura*, *Mauritia flexuosa*, *Euterpe precatoria*, *Ischnosiphon* sp. 1, *Heliconia* sp. 1, *Pouteria gomphiifolia*, *Tovomita laurina*, *Bactris riparia*, *Cynometra spruceana* and *Lepidocaryum tenue*. We registered 653 species in 214 genera and 68 families; the richness of species with stem from 10 cm was 28.7 (17-49). The main threat identified was deforestation due to agriculture and over extraction. In the territories of the three communities evaluated, management strategies must be developed to mitigate the aforementioned threats.

**Keywords:** Composition, Diversity Structure, Mapping, Putumayo, Types of forests.

## INTRODUCCIÓN

La vegetación es el conjunto de plantas que pueblan un lugar (Font 1985, Shimwell 1971), y tienen diferentes tipos que se definen por su asociación y composición florística en particular, fisonomía uniforme y hábitat con características similares (Blasi *et al.* 2011). Los tipos de vegetaciones se han estudiado en varios lugares de la Amazonía peruana pero pocos estudios se han realizado sobre la vegetación en la cuenca del Putumayo (Zárate *et al.* 2017).

Obtener una representación cartográfica o espacial de las comunidades vegetales sólo con datos tomados a partir del trabajo de campo se vuelve complejo con la escasa información de la zona de estudio y más aún los trabajos en este campo se confieren a escalas nacionales o regionales. En este escenario, el análisis espacial del relieve es de gran utilidad cuando se pretende caracterizar unidades de vegetación a un territorio más amplio y con pocos datos disponibles (Tinós *et al.* 2014). Existe una relación entre el espacio representado por las formas de relieve con el comportamiento y la dinámica de las especies distribuidas espacialmente (Jenness 2004).

En la actualidad tanto los procesos de interpretación visual como los subjetivos se vienen sustituyendo por procesos basados en la cuantificación relativa a las formas del terreno, aplicando procesos de clasificación automática sobre modelos digitales de elevación (MDE) e imágenes satelitales ópticas; las formas de relieve más comunes a utilizar en un proceso de análisis son: pendiente, amplitud, perfil de relieve, rugosidad del terreno y curvatura (Bortolini *et al.* 2017, Palacios y Torres 2014, Tinós *et al.* 2014).

Los estudios de vegetación que se realizaron en el Putumayo fueron aquellos del inventario en el Área de Conservación Regional Ampiyacu-Apayacu, donde se registraron más de 1500 especies de plantas y estimaron una riqueza regional de 2500 - 3500 especies (Pitman *et al.* 2004); así como en el Parque Nacional Gueppi- Sekime, donde se registraron 1400 especies y se estimaron entre 3000 y 4000 (Alverson *et al.* 2008).

También se evaluó en el Área de Conservación Majuna, donde se registraron 800 especies pero se estima alrededor de 2500 (Alverson *et al.* 2010), en la cuenca de Yaguas se identificaron 11 tipos de bosques, más de 948 especies de plantas y se estimó entre 3000 y 3500 especies (García-Villacorta *et al.*, 2011). En las cuencas de los ríos Ere, Campuya y Algodón se identificaron 1000 especies de plantas entre ellos 11 posibles especies nuevas para la ciencia (Pitman *et al.* 2013). El inventario realizado en la cuenca media del Putumayo-Algodón tuvo registros de 1304 especies y estimación de al menos 3000 especies (Ríos *et al.* 2016).

Aún con los esfuerzos realizados en la cuenca del Putumayo, queda mucho por realizar para promover la conservación de las plantas y el bienestar social. Por lo cual el presente estudio tiene por objetivo describir las comunidades vegetales a nivel de estructura, composición y diversidad, así como determinar sus amenazas y además elaborar un modelo espacial de los tipos de vegetación de los territorios de las comunidades de Mashunta, Santa Rita y Nuevo Jerusalén, ubicados en la cuenca alta del Putumayo, frontera entre Perú y Colombia.

## COLECTA DE DATOS

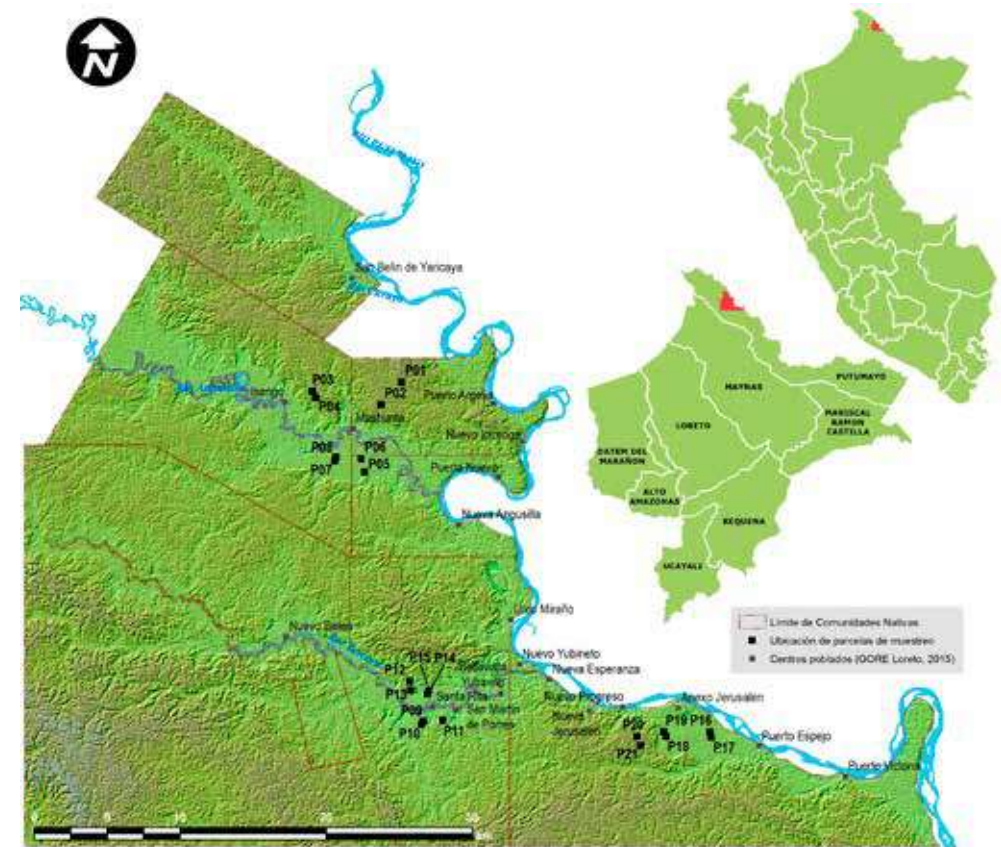
### ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue realizado en la cuenca alta del Putumayo, en el distrito de Teniente Manuel Clavero, provincia del Putumayo y departamento de Loreto (Figura 1). Esta zona presenta una alta pluviosidad que oscila entre 2400 y 3242 mm, la temperatura ambiental es de

aproximadamente 25 °C (en Puerto Leguizamo) pero desciende entre los meses de Junio y julio (Mejía *et al.* 1995, Vriesendorp *et al.* 2013).

## DISEÑO DEL ESTUDIO

Se establecieron 21 parcelas de 20 x 50 m y fueron distribuidas en tres localidades (Figura 1). En Mashunta se tuvo ocho parcelas, en Nueva Jerusalén seis y en Santa Rita siete parcelas. Las parcelas se distribuyeron de acuerdo a los tipos de vegetación que se encontraron en el sistema de transectos establecidos. Se evaluaron plantas con fustes desde 10 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho) en las parcelas de 20 x 50 y menos de 10 cm de DAP en pequeñas parcelas de 5 x 5 m. Se registró información de cada planta e información de los tipos de vegetación.



**Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio mostrando las parcelas de muestreo en las tres localidades.**

Las amenazas se obtuvieron mediante observación de áreas deforestadas y tala de algunas especies de plantas, además de conversaciones con pobladores sobre el aprovechamiento de algunas especies. La distribución espacial de las unidades de vegetación se basó en la clasificación de patrones de relieve extraídos de un mosaico de modelo digital de elevaciones (MDE) con resolución de 12.5 m generado a partir de

cuatro escenas de imágenes del satélite ALOS PALSAR con polarización simple de haz fino (FBS); estos se encuentran de libre descarga en [www.vertex.daac.asf.alaska.edu](http://www.vertex.daac.asf.alaska.edu). La clasificación y caracterización de unidades de no relieve emplearon una escena del satélite Landsat 8, sensor OLI de 30 m de resolución espacial, de libre descarga desde [www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov). Estos datos se configuraron al Sistema de Referencia WGS 84 y Proyección Cartográfica UTM, Zona 18 Sur. El procesamiento espacial y de clasificación fueron realizados con ArcGIS 10.4 y QGIS 2.18. Las parcelas estudiadas se ubicaron en las coordenadas geográficas que se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1. Ubicación de las parcelas de estudio en la cuenca alta del Putumayo**

ID	Código de parcela	Coordenadas		Altitud msnm	Tipo de Vegetación	Localidad
		X	Y			
1	P01	572854	9910378	188	Bosque de terraza alta	Mashunta
2	P02	571472	9908821	205	Bosque de terraza alta	Mashunta
3	P03	566747	9909768	181	Bosque de colinas baja	Mashunta
4	P04	566993	9909331	176	Bosque de colinas baja	Mashunta
5	P05	570347	9904238	136	Varillal pantanoso	Mashunta
6	P06	570100	9905126	177	Varillal pantanoso	Mashunta
7	P07	568298	9905007	181	Varillal pantanoso	Mashunta
8	P08	568382	9905240	197	Varillal pantanoso	Mashunta
9	P09	574351	9887199	149	Aguajal denso	Santa Rita
10	P10	574249	9886964	142	Aguajal denso	Santa Rita
11	P11	575679	9887245	146	Bosque de colinas baja	Santa Rita
12	P12	573422	9889906	192	Bosque de colinas baja	Santa Rita
13	P13	573492	9889308	186	Bosque de colinas baja	Santa Rita
14	P14	574737	9889278	147	Aguajal denso	Santa Rita
15	P15	574629	9889027	171	Aguajal denso	Santa Rita
16	P16	593956	9886426	200	Aguajal mixto	Nueva Jerusalén
17	P17	594062	9886083	172	Aguajal mixto	Nueva Jerusalén
18	P18	590827	9886457	186	Aguajal mixto	Nueva Jerusalén
19	P19	590972	9886133	167	Aguajal mixto	Nueva Jerusalén
20	P20	588975	9886127	192	Bosque de colinas baja	Nueva Jerusalén
21	P21	589224	9885524	209	Bosque de colinas baja	Nueva Jerusalén

### PARCELAS WHITTAKER

Se establecieron parcelas modificadas de Whittaker de dos diferentes tamaños (Stohlgren *et al.* 1995). La parcela de estudio fue de 50 x 20 m (0.1 ha) e incluyó cuatro subparcelas de 5 x 5 m localizadas en las esquinas. Las parcelas fueron instaladas cerca del transecto matriz en cada uno de los tipos de vegetación. En cada una de las parcelas de 20 x 50 m se registraron todos los árboles con fuste  $\geq 10$  cm de DAP. Se midieron el diámetro y altura total por cada individuo registrado. Dentro de las subparcelas de 5 x 5 m, se registraron los individuos del estrato arbustivo y herbáceo menores a 10 cm DAP y mayores a 1.5 m de altura, entre helechos, lianas, enredaderas, arbustos y plántulas de especies arbóreas. Asimismo en cada parcela se evaluaron varias características de la vegetación.

### Herborización

Las muestras botánicas fueron colectadas con la ayuda de tijeras de mano y telescópica, y también por escalamiento, en algunas ocasiones se tuvo que coleccionar hojas del suelo previo reconocimiento. El permiso de colecta que nos permitió coleccionar muestras botánicas corresponde a la 0068-2015-SERFOR-DGGSPFFS. Para facilitar la identificación taxonómica, se anotaron características morfológicas como el olor, exudado, tipo de raíz, color y textura de corteza, entre otros. Las muestras botánicas fueron prensadas en periódicos y preservadas en alcohol al 75%. Adicionalmente se preparó muestras en sílica para 146 muestras, las cuales serán útiles para futuros análisis de ADN. Las muestras después que fueron secadas e identificadas se depositaron en el Herbario Iquitos del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

### Identificación de especies

La identificación de las especies se realizó con la ayuda de Vásquez (1997), Gentry (1993) y Vásquez y Rojas (2004). La mayoría de los especímenes fueron identificados en el campo a nivel de familia, aunque también hubo a nivel de género y especies. Las especies fueron confirmadas en el Herbario Iquitos, usando claves taxonómicas de Spichiger *et al.* (1989), Gentry (1993), Reynel y Pennington (1997), Ribeiro *et al.* (1999), Prance (2001) y Zárate *et al.* (2015). También se compararon las muestras secas con las exicatas del herbario virtual del Neotropical Herbarium Specimens del Field Museum de Chicago. El esquema de Categorías Taxonómicas de Orden y Familia sigue al Sistema de Clasificación de APG III (2009) y la determinación de los estados taxonómicos actuales de los nombres científicos sigue a Taxonomic Name Resolution Service, disponible en: <http://tnrs.iplantcollaborative.org/>.

### Unidades de vegetación

Las unidades de vegetación se han definido a partir de la composición florística, estructura y unidades fisiográficas sobre las que se desarrollan (Encarnación *et al.* 2015, Zárate *et al.* 2013 y MINAM 2015). En el campo se registraron las siguientes características: fisiografía, coordenadas geográficas, altitud, algunas características del suelo, estructura de la vegetación, composición florística por estratos, diversidad alfa de las comunidades vegetales, entre otras. En cada unidad de vegetación se indicó el estado de amenaza de las especies de plantas de acuerdo al DS. N° 043-2006 que establece las especies amenazadas a nivel nacional.

### Distribución espacial de unidades de vegetación

Se identificaron formas homogéneas de relieve clasificadas como formas fisiográficas (Ricaurte *et al.* 2012). Las formas del relieve se mostraron utilizando un MDE del cual se extrajeron la pendiente, relieve y perfil de relieve (Hammond 1964) para luego ser clasificadas de forma cuantitativa (Morgan y Lesh 2005, Dikau 1989). Seguidamente se identificaron y espacializaron otras formas de no relieve como los cuerpos de agua, áreas de intervención antrópica, áreas pantanosas, bosques de tipo varillal y comunidades de aguajales para luego ser clasificadas con imágenes de satélite ópticas. Finalmente la información resultante se integró con los datos de tipos de vegetación recopilados en campo para su extrapolación a otras áreas homogéneas que cumplan con las características evaluadas.

### Análisis

La diversidad fue analizada con la riqueza observada o número de especies registradas y la riqueza esperada, la cual se calculó con ayuda estimadores no paramétricos (Chao y Lee 1, Chao y Lee 2, Jackknife 1, Jackknife 2, Bootstrap). Estos fueron procesados con el programa Species Diversity and Richness 2007 (Seaby y Henderson 2007). También se determinó la dominancia de las especies mediante el índice de Simpson ( $1-D = \sum p_i$ ) y alfa Fisher con la ayuda del programa Palaeontological Statistics (PAST) en su versión 1.34 (Hammer *et al.* 2001).

La similitud entre habitats se midió con el índice cuantitativo de Bray Curtis. La estimación de la densidad poblacional fue con la ecuación:  $D = N^{\circ} \text{ Individuos} / \text{área (ha)}$ . Se realizó un análisis multivariado mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP) con la finalidad de conocer las variables que definen la diferencia entre las parcelas. Asimismo, se realizó el Análisis de similitud (ANOSIM) para evaluar si los hábitats fueron significativamente diferentes.

Los patrones de relieve se estimaron directamente del MDE aplicando un algoritmo de cálculo de pendiente y estadística focal, luego mediante una reclasificación se agruparon en categorías de pendiente de acuerdo al Reglamento Nacional de Levantamiento de Suelos. El relieve se determinó con cálculos de valores máximo y mínimo de los píxeles que conforman el área de estudio, seguidamente se reclasificó en seis clases de relieve utilizando el método de clasificación natural breaks (Jenks). El perfil de relieve se determinó a partir de los relieves máximos, mínimos y promedios, calculándose las capas raster de relieve local diferenciado, relieve promedio local y valor de perfil, y posteriormente reclasificándose en categorías de tierras bajas y tierras altas.

La capa de información raster de no relieve se analizó mediante un pre procesamiento de la imagen de satélite Landsat 8, con una corrección atmosférica a nivel de Techo de la Atmosfera (TOA) utilizando el módulo Semiautomatic Classification Modeler basado en el modelo de Chávez, el cual utiliza valores espectrales encontrados en los metadatos de la imagen, seguidamente se procedió a aplicar un clasificador de tipo Iso Cluster no supervisado.

El modelo de distribución espacial de los tipos de vegetación integró la capa de información de formas del terreno y la obtenida de la clasificación de imagen de satélite, luego se procedió a aplicar un modelo de extrapolación de los datos recopilados en campo sobre tipos de vegetación a unidades de relieve mediante un análisis de similitud y características homogéneas, sobreponiendo a capas de no relieve como los cuerpos de agua, áreas de intervención antrópica, comunidades de aguajales, pantanos y bosques de varillales.

## RESULTADOS

### Estructura, composición y diversidad de la vegetación

La estructura de la vegetación se encuentra dominada por bosques y palmeras. La densidad de fustes  $\leq 10$  cm de DAP fue de 785.2 ind./ha y en las parcelas (0.1 ha) fue de 80.16 (rango = 42 - 140) (ver Tabla 2). Los DAPs de los árboles, arbustos y palmeras formaron una J invertida mostrando una alta cantidad de individuos en la clase de 10 a 20 cm, con más de 964 individuos (58.5 %) (Figuras 2 y 3). La altura de las plantas llega hasta 30 m con pocas plantas en la clase de 22.5 a 30 m (Figura 4).

Las familias más abundantes fueron: Annonaceae (598 ind.=19.43 %), Arecaceae (472 ind.= 15.34 %), Fabaceae (335 ind.= 10.89 %), quienes en conjunto conforman el 44.66 % de las plantas registradas en el estudio. Otras familias abundantes fueron: Sapotaceae (145 ind.= 4.71 %), Myristicaceae (140 ind.= 4.55 %), Marantaceae (128 ind.= 4.16 %), Clusiaceae (104 ind.= 3.38 %), Rubiaceae (101 ind.= 3.28 %), Heliconiaceae (82 ind.= 2.66 %) y Lauraceae (73 ind.= 2.37 %). Las familias más abundantes con DAP mayor a 10 cm de DAP fueron: Annonaceae (344 ind.= 23.7 %), Arecaceae (258 ind.= 17.8 %), Fabaceae (200 ind.= 13.8 %) (Figura 5), y las de menos de 10 cm de DAP fueron Annonaceae (256 ind.= 15.69 %), Arecaceae (215 ind.= 13.17%), Fabaceae (135 ind.= 8.27 %), es decir, en ambos grupos de plantas con diferentes diámetros de DAP las familias dominantes son las mismas.

Las 15 especies más abundantes fueron: *Oxandra euneura* (517 ind.= 16.8 %), *Mauritia flexuosa* (139 ind.= 4.52 %), *Euterpe precatoria* (103 ind.= 3.35 %), *Ischnosiphon* sp. 1 (91 ind.= 2.96 %), *Heliconia* sp. 1 (82 ind.= 2.66 %), *Pouteria gomphiifolia* (71 ind.= 2.31 %), *Tovomita laurina* (62 ind.= 2.01 %), *Bactris riparia* (61 ind.= 1.98 %), *Cynometra spruceana* (47 ind.= 1.53 %), *Lepidocaryum tenue* (47 ind.= 1.53 %), *Macrobium limbatum* (36 ind.= 1.17 %), *Tabernaemontana* sp. 1 (34 ind.= 1.1 %), *Virola pavonis* (34 ind.= 1.1 %), *Oenocarpus bataua* (32 ind.= 1.04 %) y *Hevea guianensis* (29 ind.= 0.94 %) (Figura 6).

Se registró 653 especies, 214 géneros y 68 familias. La cantidad de especies estimadas osciló entre 736.8 y 1438. La riqueza de plantas con fustes desde 10 cm de DAP en las parcelas de 20 x 50 fue de 28.72 (rango=17 - 49), la cantidad de individuos fue de 80.56 (42 - 140), la dominancia fue de 0.88 (rango= 0.56 - 0.97) y la diversidad fue 29.62 (rango= 6.41 - 108) (Tabla 3). A nivel de localidades, Santa Rita tuvo mayor riqueza y diversidad, Nueva Jerusalén tuvo mayor Dominancia. Mashunta y Santa Rita tuvieron mayores números de individuos de mayor y menor de 10 cm de DAP, respectivamente (Tabla 4).

**Tabla 2. Número de árboles y especies  $\geq 10$  cm de DAP por parcelas de 0.1 ha.**

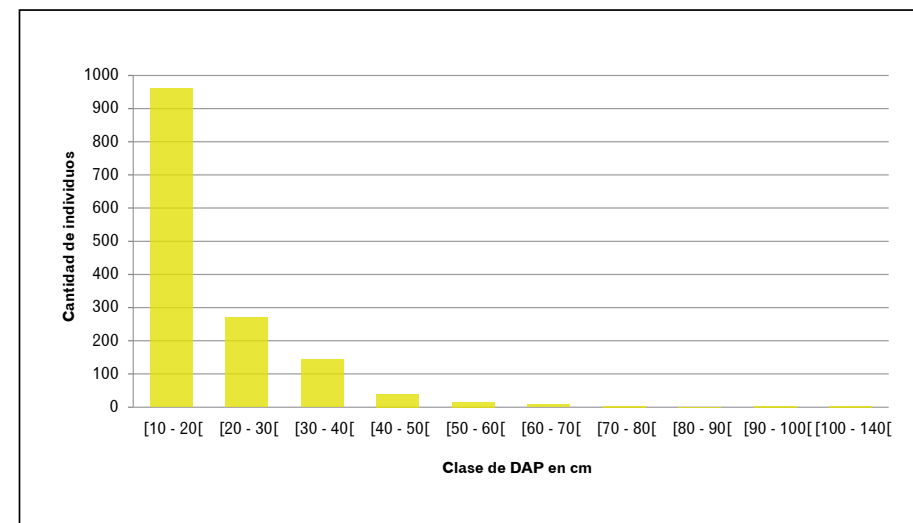
ID	Código de parcela	Tipo de Vegetación	Árboles	Especies	Localidad
1	P01	Bosque de terraza alta	65	¿?	Mashunta
2	P02	Bosque de terraza alta	64	¿?	Mashunta
3	P03	Bosque de colina baja	62	¿?	Mashunta
4	P04	Bosque de colina baja	62	49	Mashunta
5	P05	Varillal pantanoso	118	19	Mashunta
6	P06	Varillal pantanoso	140	33	Mashunta
7	P07	Varillal pantanoso	139	21	Mashunta
8	P08	Varillal pantanoso	113	20	Mashunta
9	P09	Aguajal denso	91	21	Santa Rita
10	P10	Aguajal denso	96	27	Santa Rita
11	P11	Bosque de colina baja	64	43	Santa Rita
12	P12	Bosque de colina baja	60	40	Santa Rita
13	P13	Bosque de colina baja	61	40	Santa Rita
14	P14	Aguajal denso	78	17	Santa Rita
15	P15	Aguajal denso	89	23	Santa Rita
16	P16	Aguajal mixto	63	20	Nueva Jerusalén
17	P17	Aguajal mixto	54	21	Nueva Jerusalén
18	P18	Aguajal mixto	50	19	Nueva Jerusalén
19	P19	Aguajal mixto	65	26	Nueva Jerusalén
20	P20	Bosque de colina baja	65	44	Nueva Jerusalén
21	P21	Bosque de colina baja	42	34	Nueva Jerusalén

**Tabla 3. Diversidad y dominancia de especies en las parcelas establecidas.**

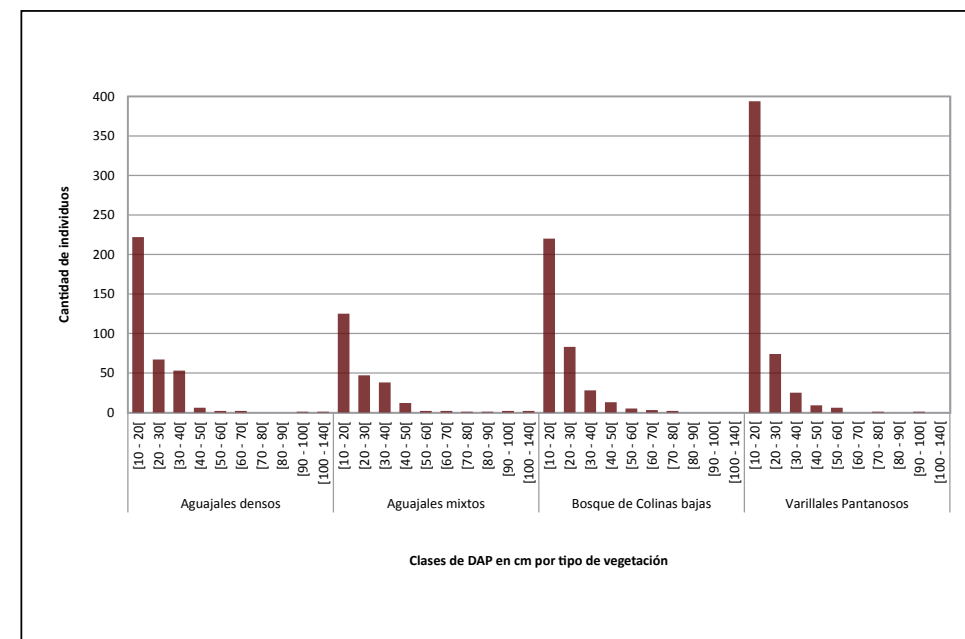
Cantidad	Parcela	Riqueza	Individuos	Dominancia (Simpon 1-D)	Diversidad Alfa Fisher
1	P04-BC	49	62	0.97	108
2	P05-VP	19	118	0.81	6.405
3	P06-VP	33	140	0.88	13.62
4	P07-VP	21	139	0.64	6.874
5	P08-VP	20	113	0.56	7.057
6	P09-Ad	21	91	0.82	8.558
7	P10-Ad	27	96	0.88	12.49
8	P11-BC	43	64	0.97	57.42
9	P12-BC	40	60	0.96	52.45
10	P13-BC	40	61	0.96	50.51
11	P14-Ad	17	78	0.86	6.701
12	P15-Ad	23	89	0.88	10.05
13	P16-Am	20	63	0.91	10.11
14	P17-Am	21	54	0.93	12.62
15	P18-Am	19	50	0.89	11.18
16	P19-Am	26	65	0.91	16.06
17	P20-BC	44	65	0.97	59.82
18	P21-BC	34	42	0.96	83.19
Promedio (rango)		28.72 (17-49)	80.56 (42-140)	0.88 (0.56-0.97)	29.62 (6.41-108)
Desviación estándar		10.43	29.87	0.11	30.98

**Tabla 4. Riqueza, número de individuos y dominancia por localidades.**

Localidad	Especies		Especies		Especies		Especies	
	≥ 10 cm	≥ 1.5 m	≥ 10 cm	≥ 1.5 m	≥ 10 cm	≥ 1.5 m	≥ 10 cm	≥ 1.5 m
Mashunta	103	180	572	1031	0.8216	0.8778	36.66	63.09
Nueva Jerusalén	123	272	339	911	0.9747	0.9838	69.4	131.3
Santa Rita	160	330	539	1135	0.946	0.9646	76.9	156.3



**Figura 2. Cantidad de individuos ≥ 10 cm de DAP por clase diamétrica.**



**Figura 3. Cantidad de plantas arbóreas ≥ 10 cm de DAP por clase diamétrica en los tipos de vegetación de la cuenca alta del río Putumayo (Perú).**

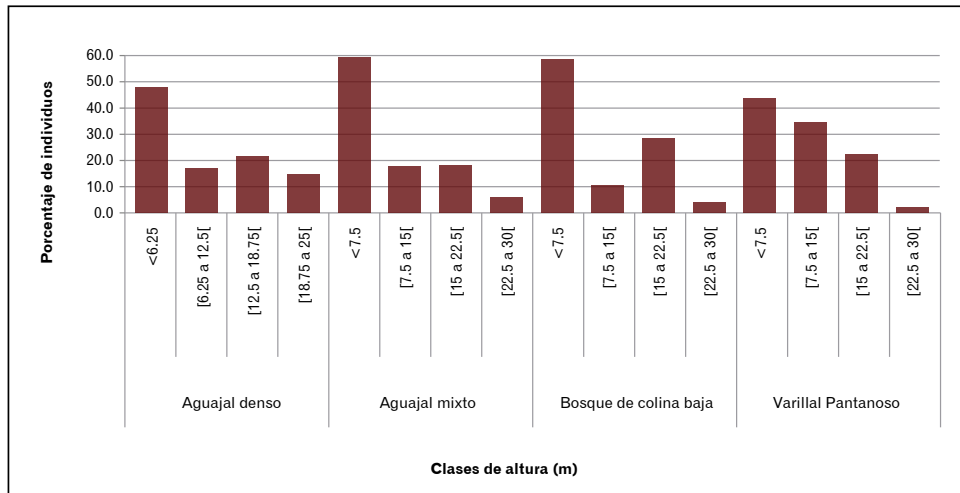


Figura 4. Cantidad (%) de árboles por altura de la vegetación de la cuenca alta del Putumayo

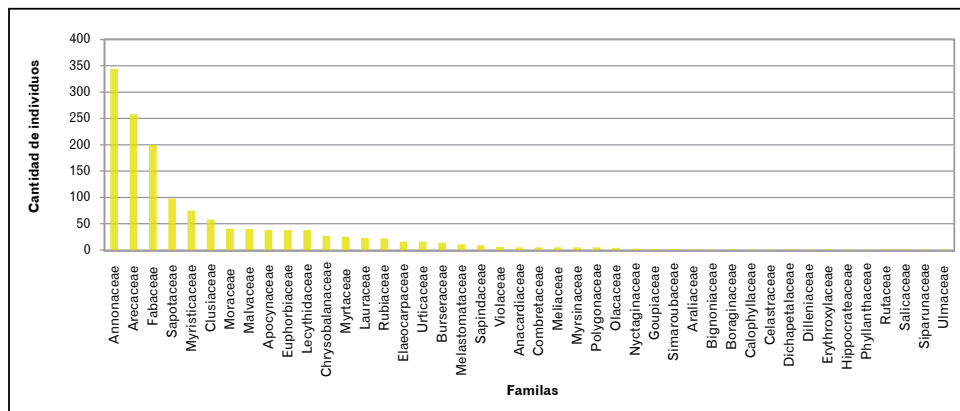


Figura 5. Cantidad de individuos > 10 cm de DAP por familias en la cuenca alta del Putumayo.

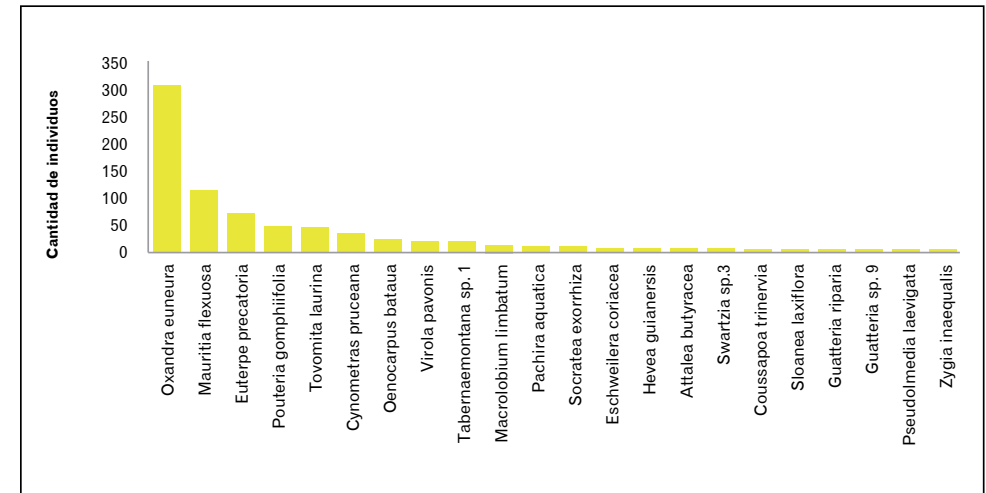


Figura 6. Cantidad de individuos > 10 cm de DAP de las 22 especies más abundantes.

### Vegetación

Se han determinado siete tipos de vegetación para el área de estudio (Figura 7). Hubo mayor superficie de bosque de colina baja y terraza alta. El aguajal denso y mixto tuvieron menor superficie (Tabla 5).

Tabla 5. Tipos de vegetación registrados en las localidades de estudios.

Orden	Unidad de vegetación	Superficie	
		ha	%
1	Bosque inundable de terraza baja	11085.29	7.15
2	Bosque de terraza alta	26876.76	17.34
3	Bosque de colina baja	87870.61	56.68
4	Bosque de colina alta	13413.61	8.65
5	Aguajal denso	1101.86	0.71
6	Aguajal mixto	2848.89	1.84
7	Varillal pantanoso	3483.88	2.25
<b>Superficie total</b>		<b>146680.90</b>	<b>94.61</b>
<b>Unidades de no vegetación</b>			
99	Cuerpos de agua	1035.66	0.67
100	Áreas intervenidas	7314.78	4.72
<b>Superficie total</b>		<b>155031.34</b>	<b>100.00</b>



### Bosque de colina baja

Abarca una superficie de 87870.60 ha, el equivalente al 56.68 % de la superficie total estudiada. La fisonomía comprende a bosques con cuatro estratos: sotobosque (7.5 m de altura y 58 % de individuos), estrato medio (15 m de altura y 9.8 % de individuos), dosel (15 - 22.5 m de altura y 28 % de individuos) y algunos árboles emergentes que llegan a los 30 m (3.6 % de individuos). El número de individuos con  $\geq 10$  cm de DAP fue 59 (rango=42 - 64). Se encontraron árboles con DAP de 10 a 76.7 cm, y la clase (10 a 20 cm) tuvo 220 individuos (62.1 %). La fisiografía en la que se desarrolla corresponde a colinas levemente inclinadas con presencia de pequeñas quebradas y suelo principalmente arcilloso. La altitud varía de 146 a 209 msnm con un promedio de 183.2.

La composición florística estuvo representada principalmente por las especies *Oenocarpus bataua*, *Pseudolmedia laevigata*, *Eschweilera coriacea*, *Iryanthera lancifolia*, *Parinari* sp. 3, *Virola calophylla*, *Iryanthera elliptica*, *Iryanthera laevis*, *Lonchocarpus spiciflorus*, *Pseudolmedia laevis*, *Nealchornea yapurensis*, *Eschweilera grandiflora*, *Pouteria* sp. 5, *Quararibea cordata*, *Tachigali paniculata*. Las familias dominantes fueron: Fabaceae, Myristicaceae, Moraceae, Lecythidaceae, Sapotaceae, Chrysobalanaceae, Lauraceae, Annonaceae, Arecaceae, Burseraceae, Rubiaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae y Sapindaceae.

La riqueza de especies en individuos mayores de 10 de DAP estuvo entre 34 y 49 especies. Este bosque tuvo una similitud menos del 10 % con el varillal pantanoso, aguajal denso y aguajal mixto. Las especies de mayor importancia económica fueron: *Lepidocaryum tenue*, *Eschweilera* spp., *Virola* spp., *Oenocarpus bataua*, *Attalea racemosa*, *Iryanthera* spp., *Ocotea* spp., *Ischnosiphon* sp., *Tachigali* spp., *Nectandra* spp., *Abuta grandifolia*, *Simarouba amara*, *Aspidosperma excelsum*, *Brosimum guianense*, *Brosimum rubescens* y *Brosimum utile*. De acuerdo con el DS. 043-2006, *Maytenus macrocarpa* y *Clarisia racemosa* estuvieron categorizadas como Casi Amenazadas (NT).

### Bosques de terrazas altas

Comprende una superficie de 26876.76 ha, equivale al 17.34 % de la superficie total estudiada. La fisonomía comprende tres estratos: sotobosque, medio y dosel, árboles emergentes que se traslapan irregularmente. En el sotobosque se encuentran hierbas, arbustos, arbolitos, palmeras y otros. Mientras que en el medio se encuentran árboles medianos, arbustos y palmeras. En el dosel están los principales árboles, palmeras y algunas especies emergentes. El estrato superior está entre 20 y 25 m y tiene árboles emergentes que pueden llegar hasta 35 m. Hubo 64 individuos con  $\geq 10$  cm de DAP (rango= 63 - 65 individuos) en 0.1 ha. Este bosque es muy similar al bosque de colinas bajas. La fisiografía en la que se desarrolla corresponde a terrazas altas disectadas con algunas quebradas y suelo arcilloso con arena. La altitud varía de 188 a 205 msnm y con un promedio de 196.5 msnm.

### Bosque inundable de terrazas bajas

Abarca una superficie de 11085.29 ha, equivalente al 7.15 % de la superficie total estudiada. La fisonomía corresponde a bosques de aproximadamente 20 m de alto con cuatro estratos que se traslapan irregularmente. Se distribuyen a lo largo de los ríos y corresponden a las áreas inundables.

### Varillal pantanoso

La fisiografía se desarrolla a 172.8 msnm (rango= 136 - 197) y corresponde a terrazas bajas con depósitos fluviales. Esta vegetación corresponde a bosques sobre sustrato pantanoso con gran cantidad de árboles con fustes delgados. Comprende una superficie de 3483.88 ha, equivalente al 2.25% de la superficie total estudiada. La fisonomía comprende cuatro estratos que se traslapan irregularmente; el sotobosque mide hasta 7.5 m de altura, estrato medio

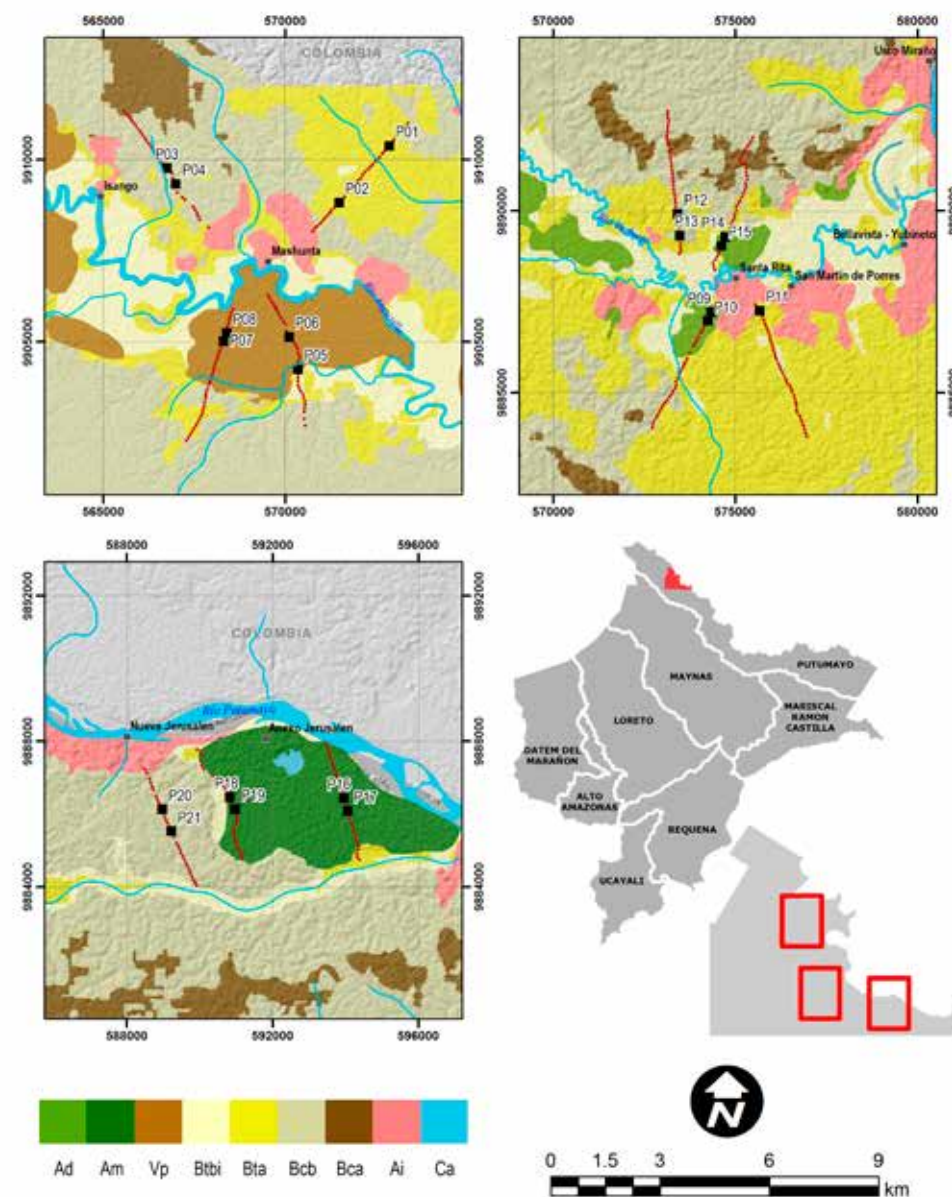


Figura 7. Tipos de vegetación de las comunidades Mashunta, Santa Rita y Nueva Jerusalén, (Loreto, Perú). Ad (Aguajal denso), Am (Aguajal mixto), Vp (Varillal pantanoso), BtBi (Bosque de terraza baja inundable), Bta (Bosque de terraza alta), Bcb (Bosque de colina alta), Bca (Bosque de colina baja), Ai (Área intervenida) y Ca (Cuerpo de agua).

entre 7.5 y 15 m (contiene el 34 % de individuos); el dosel llega hasta 22.5 m (contiene el 21.55 % de individuos) y los árboles emergentes pueden medir hasta 30 m. El número de individuos con mayor a 10 cm de DAP fue 128 (rango= 113 a 140) en 0.1 ha. El DAP varió de 10 a 93.9 cm y hubo 396 individuos (77.3 %) en la clase de 10 a 20 cm.

Las especies más representativas fueron *Oxandra euneura*, *Tovomita laurina*, *Pouteria gomphiifolia*, *Cynometra spruceana*, *Euterpe precatoria*, *Mauritia flexuosa*, *Guatteria riparia*, *Coussapoa trinervia*, *Virola pavonis*, *Henriettea stellaris*, *Mauritia carana*, *Pterocarpus santalinoides*, *Tachigali* sp. 1, *Aspidosperma rigidum*, *Duroia fusifera*, *Pouteria oblanceolata*, *Pouteria* sp. 3, *Symphonia globulifera*, *Tachigali rusbyi*, *Zygia inaequalis*. Mientras que las familias típicas fueron: Annonaceae, Fabaceae, Clusiaceae, Sapotaceae, Arecaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae y Urticaceae.

La riqueza florística en individuos mayores a 10 de DAP, varía de 19 a 33. Este bosque es similar al 30 % con el aguajal denso. Las especies de mayor importancia económica fueron *Heliconia* spp., *Ischnosiphon* sp., *Euterpe precatoria*, *Iryanthera* spp., *Mauritia flexuosa*, *Tachigali* sp., *Virola pavonis*, *Tachigali rusbyi*, *Eschweilera* spp., *Ocotea* spp., *Pterocarpus amazonum*. Las especies en situación vulnerable de acuerdo al DS. 043-2006 fue *Mauritia carana*.

### **Aguajal denso**

La fisiografía se desarrolla a 152.2 msnm (142-171) y corresponde a terrazas bajas con depósitos fluviales. Este bosque tiene palmerales de hasta 30 m de alto que se desarrollan sobre un sustrato pantanoso. Comprende una superficie de 1101.85 ha, equivalente al 0.71 % de la superficie total estudiada. Presenta cuatro estratos: el sotobosque de 6.25 m de altura, el estrato medio hasta 12.5 m (contiene el 16.2 % de individuos), el dosel alcanza hasta 18.75 m (contiene el 21 % de individuos), y los árboles y palmeras emergentes pueden llegar hasta 25 m de alto (14.6 % de individuos).

Hubo 88.5 individuos (78-96) mayor a 10 cm de DAP en 0.1 ha. El DAP varió de 10 a 132.4 cm, y hubo 222 (62.7 %) individuos en la clase de 10 a 20 cm. Tuvo 20.4 (17-23) individuos de aguaje (*Mauritia flexuosa*) con mayor a 10 cm de DAP en 0.1 ha, lo que corresponde al 20.5-33.3 % del total de individuos mayor a 10 cm de DAP. Se registraron más individuos machos que hembras en las parcelas de 20 x 50 m, de 3 a 7 hembras y de 10 a 13 machos, lo que equivale a 20 hembras por cada 47 machos (1 : 2.38, hembra:macho). Los aguajes cercanos a la localidad de Mashunta fructifican entre abril y mayo

Las especies más típicas de este bosque fueron: *Mauritia flexuosa*, *Oxandra euneura*, *Euterpe precatoria*, *Tabernaemontana* sp. 1, *Cynometra spruceana*, *Pouteria gomphiifolia*, *Guatteria* sp. 9, *Virola pavonis*, *Alchornea discolor*, *Calyptanthus crebra*, *Zygia inaequalis*, *Aspidosperma excelsum*, *Luehea* sp. 1, *Pouteria aubrevillei*, *Swartzia* sp. 3, *Andira macrothyrsa*, *Crudia amazónica*, *Swartzia oraria*, *Zygia cataractae*. Las familias más representativas fueron Arecaceae, Annonaceae, Fabaceae, Apocynaceae, Sapotaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae, Chrysobalanaceae, Malvaceae y Rubiaceae.

La riqueza de especies con individuos mayores de 10 de DAP osciló de 17 a 37. Este bosque tuvo mayor similitud con el varillal pantanoso en aproximadamente 35 %. Las especies de importancia económica fueron *Mauritia flexuosa*, *Euterpe precatoria*, *Ischnosiphon* sp. 1, *Virola pavonis*, *Heliconia* sp. 1, *Aspidosperma excelsum*, *Tachigali* spp., *Eschweilera* spp., *Iryanthera* spp., *Brosimum guianense*, *Calophyllum brasiliense*, *Caryocar glabrum* y *Garcinia macrophylla*.

### **Aguajal mixto**

La fisiografía se desarrolla a 181.3 msnm (167-200) en terrazas bajas con depósitos fluviales. Corresponde a bosques combinados con palmerales que se desarrollan sobre sustratos pantanosos en las terrazas bajas. Comprende una superficie de 2848.89 ha, equivalente al 1.84 % de la superficie total estudiada. La fisonomía comprende cuatro estratos: el sotobosque hasta 7.5 m de altura, el estrato medio hasta 15 m (contiene el 17.4 % de individuos) y el dosel hasta 22.5 m de altura (contiene el 17.9 % de individuos), y también presenta árboles y palmeras emergentes.

La riqueza de especies con DAP mayor a 10 cm osciló entre 19 y 26. Este bosque fue muy similar al varillal pantanoso y aguajal denso en aproximadamente 20 %. El número promedio de individuos con mayor a 10 cm de DAP fue 58.3 (50-66) en 0.1 ha. El DAP varió desde 10 hasta 135 cm y tuvo el 54.1 % en la clase 10 a 20 cm. En 0.1 ha hubo 8.6 (rango=5 - 12) palmeras de aguaje (*Mauritia flexuosa*) mayores a 10 cm de DAP. Existen claramente la misma cantidad de machos y hembras, 11 hembras por cada 10 machos, es decir, 1 hembra para 0.9 machos.

Las especies más representativas fueron: *Mauritia flexuosa*, *Euterpe precatoria*, *Macrolobium limbatum*, *Oenocarpus bataua*, *Pachira aquatica*, *Socratea exorrhiza*, *Hevea guianensis*, *Attalea butyracea*, *Sloanea laxiflora*, *Virola pavonis*, *Iryanthera hostmannii*, *Swartzia* sp. 3. Las familias más típicas fueron Arecaceae, Fabaceae, Malvaceae, Myristicaceae, Euphorbiaceae, Elaeocarpaceae, Clusiaceae, Meliaceae, Lauraceae, Moraceae, Anacardiaceae y Chrysobalanaceae. Las especies de mayor importancia económica fueron: *Mauritia flexuosa*, *Euterpe precatoria*, *Ischnosiphon* sp., *Oenocarpus bataua*, *Heliconia* sp., *Virola pavonis*, *Attalea* spp., *Iryanthera* spp., *Tapirira guianensis* y *Guarea* spp.

### **Vegetación ribereña**

La ribera del río Putumayo presenta un complejo de vegetación desde herbazales hasta bosque. En su composición florística se identificaron a *Cecropia membranacea*, *Montrichardia arborescens*, *Calliandra angustifolia*, *Senna silvestris*, *Ficus insipida*, *Acacia lorentensis*, *Ceiba pentandra*, *Astrocaryum jauari*, *Triplaris* sp., *Inga* sp., *Heliconia* sp. así como *Ipomoea* sp.

### **Comunidades intervenidas o vegetación antrópica**

Esta comunidad vegetal corresponde a aquella que se desarrolla inmediatamente después de la fuerte intervención humana, principalmente por la deforestación producto del establecimiento de asentamientos humanos y expansión agrícola. Se desarrolla principalmente en las terrazas altas. A esta comunidad vegetal se le puede separar en dos subgrupos, denominados chacras y purmas.

### **Plantas cultivadas o campos de cultivo o Chacras**

En la comunidad secoya de Mashunta cultivan muchas plantas para la alimentación y algunas otras como ornamental. Las plantas alimenticias son guaba (*Inga edulis*), ají (*Solanum* sp.), cocona (*Solanum sessiliflorum*), yuca (*Manihot esculenta*), plátano (*Musa paradisiaca*), anona (*Rollinia mucosa*), pijuayo (*Bactris gasipaes*), mango (*Mangifera indica*), palta (*Persea americana*), hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), uvilla (*Pourouma cecropiifolia*), toronja (*Citrus medica*), mamey (*Syzygium malaccense*), sapote (*Matisia cordata*), coco (*Cocos nucifera*), papaya (*Carica papaya*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), misqui panga (*Renalmia* sp.), umari (*Poraqueiba sericea*), macambo (*Theobroma bicolor*), naranja (*Citrus* sp.), caña (*Saccharum officinarum*), achiote (*Bixa orellana*). La planta ornamental más cultivada es la cucarda (*Hibiscus rosa-sinensis*).

En Santa Rita se cultivan yuca, plátano, coca, mango, caña (*Saccharum officinarum*), ají (*Capsicum annuum*), guaba y otras plantas. En Nuevo Jerusalén cultivan yuca, mamey, pan del árbol (*Artocarpus altilis*), pijuayo, papaya, mango, aceituna dulce (*Syzygium cumini*), castaña (*Bertholletia excelsa*), huingo (*Crescentia cujete*), campanilla de oro (*Allamanda cathartica*), algodón (*Gossypium barbadense*), y entre estas plantas habita la retama (*Senna silvestris*) y yute (*Urena lobata*).

### Barbrechos o purmas

Corresponden a bosques secundarios, herbazales o arbustales irregulares. En Santa Rita está conformada por *Selaginella* sp., *Pariana* sp., *Costus* sp., *Miconia symplectocaulos*, *Phenakospermum guyanense*, *Calathea* sp., *Myrcia* sp., *Tococa guianensis*, *Siparuna bifida*, *Lantana camara*, *Psidium guajava*, *Renalmia alpinia*, *Inga edulis*, *Vismia macrophylla*, *Miconia hirta*, *Piper* sp., *Trema micrantha*, *Cecropia* sp., entre otros. En Mashunta, en el camino hacia los transectos existe un arbustal con árboles dispersos sobre sustratos arenosos, tales como: *Clidemia rubra*, *Clidemia hirta*, *Vismia amazonica*, *Cecropia* sp. entre otros.

### DIVERSIDAD DE PLANTAS

Se registraron 3077 individuos de 653 especies de árboles, arbustos, lianas, enredaderas, hierbas y palmeras. La riqueza esperada fue de 1270 especies (rango=736 - 1438), obtenido a partir de los estimadores Chao y Lee 1, Chao y Lee 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap. Las familias de plantas más abundantes fueron Annonaceae, Arecaceae, Fabaceae y las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae, Sapotaceae y Moraceae (Tabla 6).

**Tabla 6. Dominancia de individuos y especies de las principales familias con  $\geq 10$  cm de DAP registradas en la cuenca alta del Putumayo.**

Familia	Individuos	Especies
Annonaceae	344	17
Arecaceae	258	9
Fabaceae	200	61
Sapotaceae	98	27
Myristicaceae	75	16
Clusiaceae	58	4
Moraceae	41	19
Malvaceae	40	11
Apocynaceae	38	8
Euphorbiaceae	38	12
Lecythidaceae	38	14
Chrysobalanaceae	27	17
Myrtaceae	25	15
Lauraceae	23	17
Rubiaceae	22	10
Elaeocarpaceae	16	7
Urticaceae	16	5
Burseraceae	14	10
Melastomataceae	11	4
Sapindaceae	9	6

En el bosque de colina baja se registraron 886 individuos de 438 especies, 123 géneros y 68 familias; se estimó una riqueza de 707.68 especies (550.8 – 966.9). La riqueza por parcelas estuvo entre 84 y 102 especies y hubo dominancia de *Lepidocaryum tenue* (Arecaceae), *Eschweilera coriacea* (Lecythidaceae), *Virola calophylla* (Myristicaceae), *Matayba ineleagans* (Bignoniaceae), *Oenocarpus bataua* (Arecaceae), *Attalea racemosa* (Arecaceae), *Pseudolmedia laevigata* (Moraceae), *Iryanthera lancifolia* (Myristicaceae), *Lonchocarpus spiciflorus* (Fabaceae), *Iryanthera juruensis* (Myristicaceae), *Iryanthera laevis* (Myristicaceae), *Neea* sp. 3 (Nyctaginaceae), *Oxandra euneura* (Annonaceae) y *Parinari* sp. 3 (Chrysobalanaceae).

En el varillal pantanoso se registraron 918 individuos de 101 especies, 72 géneros y 34 familias; se estimó que existen 141.15 especies (106.1- 188). La riqueza por parcelas osciló entre 30 y 50 especies y hubo dominancia de *Oxandra euneura* (Annonaceae), *Heliconia* sp. 1 (Heliconiaceae), *Pouteria gomphiifolia* (Sapotaceae), *Tovomita laurina* (Apocynaceae), *Bactris riparia* (Arecaceae), *Ischnosiphon* sp. 1 (Marantaceae), *Euterpe precatoria* (Arecaceae), *Cynometra spruceana* (Fabaceae) y *Aspidosperma rigidum* (Apocynaceae).

En el aguajal denso hubo 683 individuos de 112 especies, 73 géneros y 37 familias; se estimó alrededor de 203.3 especies (156.8- 292.2). La riqueza por parcelas estuvo entre 32 y 47 especies y mostró dominancia de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae), *Oxandra euneura* (Annonaceae), *Euterpe precatoria* (Arecaceae), *Ischnosiphon* sp. 1 (Marantaceae), *Tabernaemontana* sp. 1 (Apocynaceae), *Cynometra spruceana* (Fabaceae), *Faramea multiflora* (Rubiaceae), *Guatteria* sp. 9 (Annonaceae), *Pteridaceae* sp. 1, *Pouteria gomphiifolia* (Sapotaceae), *Tococa caquetana* (Melastomataceae) y *Virola pavonis* (Myristicaceae).

En el aguajal mixto hubo 590 individuos de 120 especies, 91 géneros y 38 familias; se estimó una riqueza de 157.6 especies (114.1 - 267). La riqueza por parcelas osciló de 36 a 57 especies y estuvo dominado por *Mauritia flexuosa* (Arecaceae), *Macrolobium limbatum* (Fabaceae), *Euterpe precatoria* (Arecaceae), *Hevea guianensis* (Euphorbiaceae), *Pachira aquatica* (Malvaceae), *Calathea* sp. 1 (Marantaceae), *Socratea exorrhiza* (Arecaceae), *Ischnosiphon* sp. 1 (Marantaceae), *Sloanea laxiflora* (Elaeocarpaceae), *Cyclanthus bipartitus* (Cyclanthaceae), *Oenocarpus batauan* (Arecaceae), *Chrysochlamys ulei* (Clusiaceae) y *Heliconia* sp. 1 (Heliconiaceae)(Tabla 7).

**Tabla 7. Riqueza observada y esperada, y dominancia de los tipos de vegetación.**

Variables	Colina baja	Varillal Pantanoso	Aguajal mixto	Aguajal Denso
Especies	438	101	120	112
Individuos	886	918	590	683
Simpson (1-D)	0.97	0.81	0.94	0.89
Riqueza esperada	605.1	141.1	157.6	203.3
Esfuerzo de muestreo (ha)	0.6	0.4	0.3	0.5

### Abundancia de plantas

Las especies con mayor densidad fueron: *Oxandra euneura* (287.2 ind./ha), *Mauritia flexuosa* (77.2 ind./ha), *Euterpe precatoria* (57.2 ind./ha), *Ischnosiphon* sp. 1 (50.6 ind./ha), *Heliconia* sp. 1 (45.6 ind./ha), *Pouteria gomphiiifolia* (39.4 ind./ha), *Tovomita laurina* (34.4 ind./ha), *Bactris riparia* (33.9 ind./ha), *Lepidocaryum tenue* (26.1 ind./ha) y *Cynometra spruceana* (26.1 ind./ha). En la comunidad de Mashunta las diez especies con mayor densidad fueron: *Oxandra euneura* (668 ind./ha), *Heliconia* sp. 1 (118 ind./ha), *Pouteria gomphiiifolia* (118 ind./ha), *Tovomita laurina* (116 ind./ha), *Bactris riparia* (112 ind./ha), *Ischnosiphon* sp. 1 (74 ind./ha), *Euterpe precatoria* (68 ind./ha), *Cynometra spruceana* (52 ind./ha), *Aspidosperma rigidum* (26 ind./ha) e *Iryanthera tessmannii* (24 ind./ha); las cuales corresponden principalmente a especies arbóreas, mientras que aquellas con menos de 2 ind./ha fueron: *Aiouea grandifolia*, *Calyptranthes cuspidata*, *Dicranostyles falconiana*, *Geonoma deversa*, *Iryanthera hostmannii*, *Naucleopsis ulei*, *Pachira aquatica*, *Psychotria williamsii*, *Sloanea durissima*, *Trichilia pallida*, *Zygia cauliflora*, entre otras.

En la comunidad de Nueva Jerusalén las diez especies con mayor densidad fueron: *Lepidocaryum tenue* (78.3 ind./ha), *Mauritia flexuosa* (73.3 ind./ha), *Macrobium limbatum* (58.3 ind./ha), *Euterpe precatoria* (51.7 ind./ha), *Hevea guianensis* (48.3 ind./ha), *Pachira aquatica* (46.7 ind./ha), *Calathea* sp. 1 (45 ind./ha), *Socratea exorrhiza* (36.7 ind./ha), *Oenocarpus bataua* (35 ind./ha), *Ischnosiphon* sp. 1 (31.7 ind./ha). Las menos densas fueron tuvieron 1.7 ind./ha, las cuales fueron: *Brosimum utile*, *Couepia bernardii*, *Duguetia flagellaris*, *Guatteria megalophylla*, *Licania klugii*, *Micropholis guyanensis*, *Pouteria baehniiana*, *Pseudolmedia laevis*, *Theobroma subincanum*, *Virola multinervia*, entre otras. Las especies *Euterpe precatoria*, *Lepidocaryum tenue*, *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua* son utilizadas para subsistencia y comercio.

En la comunidad de Santa Rita las diez especies con mayor densidad fueron: *Oxandra euneura* (250 ind./ha), *Mauritia flexuosa* (120 ind./ha), *Euterpe precatoria* (54.3 ind./ha), *Ischnosiphon* sp. 1 (50 ind./ha), *Tabernaemontana* sp. 1 (41.4 ind./ha), *Cynometra spruceana* (30 ind./ha), *Faramea multiflora* (28.6 ind./ha), *Guatteria* sp. 9 (27.1 ind./ha), *Pteridaceae* sp. 1 (24.3 ind./ha) y *Matayba inelegans* (21.4 ind./ha). Las especies menos densas tuvieron 1.4 ind./ha, en la cual se incluyeron a 180 especies, algunas de las cuales fueron: *Brosimum rubescens*, *Clarisia racemosa*, *Eugenia chrysophyllum*, *Inga laurina*, *Macrobium angustifolium*, *Myrcia bracteata*, *Parkia velutina*, *Protium crassipetalum*, *Tachigali rusbyi*, *Zygia juruana*, entre otras.



Figura 8. Algunas especies llamativas en la cuenca del río Putumayo. A. *Guatteria megalophylla* (Annonaceae). B. *Passiflora* sp. (Passifloraceae). C. *Brownea macrophylla* (Fabaceae). D. *Heliconia* sp. 1 (Heliconiaceae). E. *Heliconia* sp. 2 (Heliconiaceae). F. *Desmoncus* sp. (Arecaceae).

## SIMILITUD ENTRE HÁBITATS Y LOCALIDADES

El análisis de agrupamiento de las parcelas de muestreo formó dos grandes grupos compuestos por bosque de tierra firme (colina baja) y de bosque inundable (aguajal denso, varillal pantanoso y aguajal mixto). El segundo grupo se dividió en tres subgrupos y coincidió con las formaciones vegetales de aguajal mixto, aguajal denso y varillal pantanoso (Figura 9). El Análisis de Componentes Principales también mostró que las parcelas se agrupan notoriamente de acuerdo a los tipos de vegetación. El componente 1 explica la diferenciación de hábitats a un 71.48 %, en donde el varillal pantanoso y aguajal densos son más similares entre sí y difieren del bosque de colina baja y aguajal mixto. El varillal pantanoso y aguajal denso se diferencian en el componente II y pueden ser explicados a un 9.36 %. En el componente I la diferenciación de hábitats se debió a la dominancia de *Oxandra euneura* y *Tovomita laurina*, mientras que en el componente II fue la dominancia de *Mauritia flexuosa* (Figura 10).

En Mashunta hubo dos grupos de parcelas, por un lado las parcelas P05, P06, P07 y P08 en donde las especies más dominantes fueron *Oxandra euneura*, *Tovomita laurina*, *Pouteria gomphiiifolia*, *Cynometra spruceana*, *Euterpe precatoria*, y el segundo grupo conformado únicamente por la parcela P04 cuyas especies más dominantes fueron *Pseudolmedia laevis*, *Rinorea lindeniana*, *Eschweilera coriácea*, *Guatteria* sp. 1, *Myrtaceae* sp. 1, *Swartzia* sp. 1, *Tachigali paniculata*, *Theobroma speciosum*, *Virola* sp. 3. Los dos grupos definen la composición florística de varillal pantanoso y bosque de colina baja.

En Santa Rita se formó dos grupos de parcelas, el primero compuesto por las parcelas P09, P10, P14, P15, teniendo como especies dominantes a *Mauritia flexuosa*, *Oxandra euneura*, *Euterpe precatoria*, *Tabernaemontana* sp. 1, *Cynometra spruceana*, *Pouteria gomphiiifolia*, entre otras. El segundo grupo estuvo compuesto por las parcelas P011, P012, P013, quienes tuvieron como especies dominantes a *Pseudolmedia laevigata*, *Oenocarpus bataua*, *Parinari* sp. 3, *Iryanthera elliptica*, *Lonchocarpus spiciflorus*, *Eschweilera grandiflora*, *Iryanthera lancifolia*, *Nealchornea yapurensis*. Los dos grupos definen la composición florística de los bosques del aguajal denso y colina baja.

En Nueva Jerusalén también se formaron dos subgrupos de parcelas, el primero agrupó a P16, P17, P18, P19, las cuales tuvieron como especies dominantes a *Mauritia flexuosa*, *Euterpe precatoria*, *Maclobium limbatum*, *Oenocarpus bataua*, *Pachira aquatica*, *Socratea exorrhiza*, *Hevea guianensis*, *Attalea butyracea*, *Sloanea laxiflora*, *Virola pavonis*, *Iryanthera hostmannii*, *Swartzia* sp. 3, entre otras. El segundo agrupó a P20, P21, quienes tuvieron como especies dominantes a *Eschweilera coriácea*, *Oenocarpus bataua*, *Pouteria* sp. 5, *Quararibea cordata*, *Duroia hirsuta*, *Iryanthera laevis*, *Iryanthera lancifolia*, *Protium* sp. 3 y *Virola calophylla*. Los dos grupos definieron la composición florística del aguajal mixto y bosque de colina baja.

## ESTADO DE CONSERVACIÓN

La vegetación se encuentra en buen estado de conservación, aunque hay sectores deforestados debido a actividades agrícolas y sobre explotación de varias especies de plantas. Los aguajales más cercanos a las comunidades humanas están siendo afectados por la tala de individuos hembras por tal motivo se tienen más machos que hembras. Asimismo se observó tala de árboles de ungurau *Oenocarpus bataua*.

De acuerdo al Decreto Supremo N° 043-2006-AG se registró una especie como Vulnerable (Vu) localmente conocida como aguaje del varillal (*Mauritia carana*). Además se registró especies Casi Amenazadas (NT) como *Abuta grandifolia* (abuta), *Clarisia racemosa* (Mashonaste) y *Maytenus macrocarpa* (chuchuhuasi).

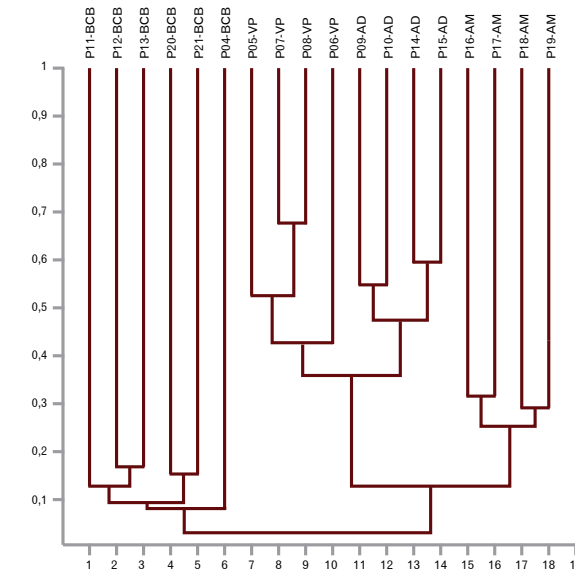


Figura 9. Similitud de las unidades de muestreo usando el análisis de agrupamiento con el índice de Bray-Curtis.

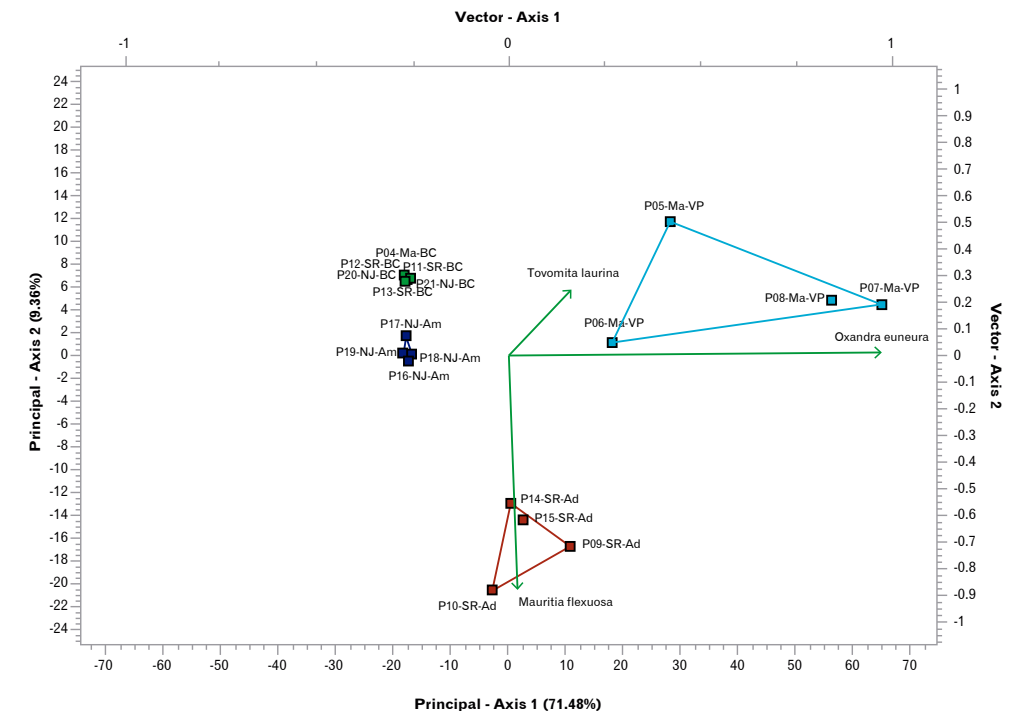


Figura 10. Análisis de Componentes Principales usando matriz de covarianza de las abundancias de especies por tipo de hábitats y localidad de muestreo.

## ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, REGISTROS NUEVOS O POSIBLES NUEVAS PARA LA CIENCIA

De acuerdo a Leon *et al.* (2006), se registraron siete especies endémicas, las cuales son: *Triplaris peruviana* (Polygonaceae), *Swartzia gracilis* (Fabaceae), *Calyptanthes crebra*, *Marlierea imperfecta*, *Myrcia splendens* (Myrtaceae), *Piper pebasense* (Piperaceae) y *Licania klugii* (Chrysobalanaceae). También se registraron al menos cinco especies raras para el departamento de Loreto, las cuales son: *Triplaris cumingiana*, que fue reportada en varios países y en el Perú se encuentra distribuida principalmente en el departamento de Tumbes, extrañamente fue registrada en el Putumayo; *Brownea macrophylla* está distribuida principalmente en Ecuador, Colombia, Panamá, Venezuela y raramente en el norte de Loreto; *Tachigali rusbyi* fue reportado en Venezuela, Guyana y raramente en Perú; *Becquerelia cymosa* esta distribuida en Panamá, Venezuela, Ecuador, Colombia, Brasil y es raro en Perú; *Dicranostyles falconiana* fue registrada sólo en Brasil. *Tococa* sp. es posible que corresponda a una especie nueva.

### Amenazas antrópicas

La extracción de la fauna puede afectar la dispersión de muchas especies de plantas, además de la deforestación con fines agrícolas. De acuerdo con los pobladores locales, hace más de 15 años hubo una fuerte extracción de madera cedro (*Cedrela odorata*) por parte de personas de nacionalidad colombiana, ya en la actualidad sólo se extrae madera para la construcción de casas, construcción de canoas y construcción de algunos utensilios para la comunidad.

Otros impactos negativos están ligados a la tala para la colecta de frutos. Por ejemplo hay tala de árboles hembras para la colecta de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa*), así mismo la tala de árboles para la colecta de frutos de unguarui (*Oenocarpus bataua*). Estas actividades están disminuyendo considerablemente las poblaciones de aguaje y unguarui alrededor de las localidades de Mashunta, Santa Rita y Nueva Jerusalén.

Las especies que se extraen en gran cantidad de acuerdo a nuestros resultados y Acosta (1999) son el irapay (*Lepidocaryum tenue*), *Trattinnickia lawrencei*, huacapú (*Minquartia guianensis*), tornillo (*Cedrelinga cateniformis*), uña de gato (*Uncaria* sp.), palisangre (*Brosimum rubescens*), tamshi (*Heteropsis* spp.) y palmicha o palma plástica (*Zamia ulei*).

### DISCUSIÓN

La cuenca alta del Putumayo mostró un promedio de 800 ind./ha (rango= 430 - 1390) con DAP  $\geq$  10 cm. Estos resultados se encuentran por encima de lo reportado por Valderrama (2007), quien obtuvo en promedio 608.7 ind./ha, pero fue similar a Zárate *et al.* (2013), quienes estimaron de 19 a 141 plantas con fustes  $\geq$  10 cm de DAP. El varillal pantanoso tuvo 127.5 individuos (rango= 113 - 140) con  $\geq$  10 cm de DAP, esta cantidad es alta para los bosques de la Amazonía peruana. Zárate *et al.* (2013) reportaron 102 individuos (rango= 52 - 141), si tomamos en cuenta a ambas investigaciones se tiene un promedio de 116.7 individuos; esto confirma que los Varillales pantanosos albergarían la mayor cantidad de individuos (árboles y afines) con  $\geq$  10 cm de DAP en la Amazonía del Perú. En los Varillales sobre arena blanca se reportaron menos cantidad de tallos, 87.7 (rango= 49- 119) (Zárate *et al.* 2012, y Gallardo 2015), y aún menos en suelos arcillosos (Valderrama, 2007). Estas diferencias se deben a la cantidad de nutrientes del suelo (Gentry y Ortiz 1993).

Se registró alta diversidad en colina baja, y medianamente en el varillal pantanoso, aguajal denso y aguajal mixto. Se reportan 28 especies (rango= 17 - 49) de plantas con fustes  $\geq$  10 cm de DAP en 0.1 ha, mientras que Mori *et al.* (2017) reportaron 20 especies (rango= 14 - 26), es decir en la selva alta hay menos especies de plantas con fustes  $\geq$  10 cm de DAP

en 0.1 ha. Sin embargo, Zárate *et al.* (2012) encontraron de 6 a 39 especies en los bosques sobre arena blanca, lo cual indicaría menor diversidad que los bosques montañosos. La riqueza de especies de plantas con fustes  $\geq$  10 cm de DAP en parcelas de 0.1 ha en Amazonía peruana estaría variando entre 6 y 49 especies, es decir existen sectores altamente diversos así como de baja diversidad. Estas diferencias estarían relacionadas a los tipos de vegetación y este a su vez al sustrato donde se desarrolla.

La composición de especies en las unidades de vegetación fue similar a otros estudios (García *et al.* 2003, Dávila *et al.* 2013, Zárate *et al.* 2013, Encarnación *et al.* 2015), pero hubo diferencia en sus abundancias. Esto nos indica que las comunidades vegetales comparten especies (Draper *et al.* 2018). Por ejemplo, *Oxandra euneura*, *Pachira brevipes* y *Dendropanax umbellatus* fueron reportadas en los bosques sobre arena blanca, tanto en el varillal seco y húmedo (García *et al.* 2003, Fine *et al.* 2010, Zárate *et al.* 2015). Asimismo Zárate *et al.* (2013) reportaron a *Pachira brevipes* y *Dendropanax umbellatus* en varillales pantanosos, y sorprendentemente en el presente estudio encontramos una alta abundancia de *Oxandra euneura* en los mismos varillales pantanosos. Por lo tanto, los varillales sobre pantanos tienen las mismas especies que los varillales sobre arena blanca aunque la composición y abundancia cambia en los diferentes parches; resultados similares fueron encontrados por Draper *et al.* (2018). Los bosques sobre arena blanca tienen gran similitud con los varillales pantanosos y este a su vez con los aguajales (Draper *et al.* 2018) quizá por el tipo de sustrato.

Nuestra clasificación de vegetación en tierra firme (terrazza alta y colina baja) fue similar a MINAM (2015), sin embargo existen notorias diferencias en la vegetación inundable, como en el aguajal y terraza baja. Esto indica que la vegetación de tierra firme es más fácil de modelar que la vegetación inundable, siempre que las unidades de vegetación estén basadas en las unidades fisiográficas (Encarnación *et al.* 2015). En las terrazas bajas es mejor aplicar el análisis de los valores digitales de las imágenes de satélite (Palacios *et al.* 2016, Palacios *et al.* 2015, Ruokolainen y Tuomisto 1998). Las similitudes entre el mapa de vegetación del MINAM (2015) y el presente estudio reflejan la alta confiabilidad del mapa de unidades de relieve elaborado con interpretación visual en comparación con un procedimiento automatizado. En varios sectores donde el MINAM (2015) indica bosque húmedo de terraza baja y media, nosotros indicamos aguajales densos, aguajales mixtos y varillales pantanosos. Hubo coincidencia con los aguajales de la cuenca del río Yubinetto, pero no con los aguajales del río Angusilla. Estas diferencias son principalmente por la interpretación visual en comparación con la interpretación automatizada de los valores digitales, por lo cual es más confiable desarrollar modelos de vegetación con los valores digitales de las imágenes de satélite.

De acuerdo a MINAM (2015), Josse *et al.* (2007) y Zárate *et al.* (2013), los aguajales tienen un aspecto visual rojizo en la combinación de bandas 5,4,3 de las imágenes de satélites LandSat, así correspondió en los aguajales densos de Santa Rita (cuenca del río Yubinetto), sin embargo para los supuestos aguajales de Mashunta (río Angusilla) no correspondió a aguajales densos. En estas comunidades pantanosas fue muy notoria la abundancia de palmeras de huasaí (*Euterpe precatoria*), casha pona (*Socratea exorrhiza*) y shapaja (*Attalea butyracea*), y además del aguaje (*Mauritia flexuosa*) que juntas conforman el 50% del total de individuos en las parcelas estudiadas. Entonces muy posiblemente el color rojizo que vemos en las imágenes de satélite LandSat corresponde a la abundancia de palmeras; por lo cual es más adecuado llamar a estas comunidades palmerales sobre pantanos en lugar de aguajal mixto.

El trazado del límite de la vegetación inundable o inundada en el mapa del MINAM (2015) en comparación con el nuestro es diferente, esto es debido al método aplicado. Ya que son escalas diferentes y a la capa fisiográfica que fue elaborada con procedimientos diferentes. Nosotros usamos un procedimiento automatizado utilizando el sistema de información geográfica (Mori *et al.* 2017, MINAM 2015). Entonces se puede utilizar el procedimiento propuesto en el presente trabajo para elaborar modelos espaciales de los tipos de vegetación en la selva baja de la Amazonía peruana.

Las amenazas como la sobre extracción de varias especies y la pérdida de hábitat fueron observadas en las comunidades Mashunta, Santa Rita y Nuevo Jerusalén, por lo cual es necesario planes de aprovechamiento sostenible en especial de *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua* ya que la extracción de sus frutos implica la muerte de la palmera. En otros lugares en la Amazonía se da al mismo problema (Bejarano y Piana 2002, Holm *et al.* 2008), aunque hay intentos para cambiar esta forma de cosecha, pero aún se sigue talando la palmera en muchos sectores de la Amazonía peruana (Horn *et al.* 2012). Es necesario hacer mayores esfuerzos para disminuir esta amenaza y garantizar su conservación. Por otro lado la pérdida de nutrientes del suelo es una causa de la deforestación con fines agrícolas, por ello es necesario programas que incrementen la fertilidad del suelo para disminuir la presión a los bosques.

Otra amenaza es la futura carretera que iría de Iquitos a Mazan y de El Salvador a San Antonio del Estrecho, la cual afectaría a la vegetación por la deforestación y por el impacto en la fauna encargada de regenerar el bosque (Palacios y Rodríguez 2013), también las carreteras aíslan las poblaciones e influyen en los patrones de reproducción de la fauna (Arroyave *et al.* 2006, Delgado 2007). Una correcta planificación puede disminuir este posible impacto. Asimismo, los bajos costos de venta de los productos cultivados también está afectando, ya que cada vez se impacta más al bosque para producir más y tener mayor ganancia.

## CONCLUSIÓN

Los territorios de las comunidades Mashunta, Santa Rita y Nueva Jerusalén contienen una alta diversidad de flora. Las especies más abundantes fueron *Oxandra euneura* (517 ind., 16.8 %), *Mauritia flexuosa* (139 ind., 4.52 %), *Euterpe precatoria* (103 ind., 3.35 %), *Ischnosiphon* sp. 1 (91 ind., 2.96 %), *Heliconia* sp. 1 (82 ind., 2.66 %), *Pouteria gomphiiifolia* (71 ind., 2.31 %), *Tovomita laurina* (62 ind., 2.01 %), *Bactris riparia* (61 ind., 1.98 %), *Cynometra spruceana* (47 ind., 1.53 %), *Lepidocaryum tenue* (47 ind., 1.53 %). Las familias más abundantes fueron Annonaceae (598 ind., 19.43 %), Arecaceae (472 ind., 15.34 %), Fabaceae (335 ind., 10.89 %), Sapotaceae (145 ind., 4.71 %) y Myristicaceae (140 ind., 4.55 %).

Los tipos de vegetación encontrados fueron bosque de colina baja (87870.6 ha, 56.7 %), terraza alta (26876.8 ha, 17.3 %), colina alta (13413.6 ha, 8.7 %), terraza baja (11085.3 ha, 7.2 %), varillal pantanoso (3483.9 ha, 2.3 %), aguajal mixto (2848.9 ha, 1.8 %) y aguajal denso (1101.9 ha, 0.7 %). Es posible elaborar mapas o modelos espaciales de los tipos de vegetación a partir de las imágenes de satélite con combinación de capas fisiográficas mediante procedimientos automatizados para la selva baja de la Amazonía peruana. Se debe desarrollar proyectos de uso sostenibles para garantizar la conservación de las comunidades vegetales y de sus especies ya que existen amenazas que pueden poner en riesgo su supervivencia.

## AGRADECIMIENTO

Estamos muy agradecidos con Carlos Hugo Payaguaje Salazar, Ilmer Silvio Salazar Garces y Jamilton Lister Piaguaje Macanilla de la localidad de Mashunta; Así como con Kaner Isaac Cabrera y Jhon Cliber Pacaya Vilchez de la localidad de Santa Rita y Manuel Coquinche López y Jhonny Pacaya Payaguaje de la localidad de Nuevo Jerusalén por colaborar con nosotros en el proceso de colecta de las muestras botánicas en el campo. A SERFOR por el permiso de colectas botánicas. Asimismo con las autoridades de las tres comunidades por permitirnos desarrollar el proyecto en sus jurisdicciones y por las facilidades brindadas durante la fase de campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta L.E. 1999. *Situación socioeconómica en la cuenca del río Putumayo. Algunas pautas para la perspectiva de trabajo institucional*. Instituto Sinchi. Leticia. Documento de trabajo.

Alverson W.S., Vriesendorp C., Del Campo A., Moskovits D.K., Stotz D.F., García M., y Borbor L.A. (Eds). 2008. *Ecuador-Perú: Cuyabeno-Güepí. Rapid Biological and Social Inventories Report 20*. The Field Museum. Chicago. 376 Pág.

Alverson W.S. del Campo Á., Von May R., López Wong C., Ríos Ochoa S. 2010. *Perú: Majuna, Rapid Biological and Social Inventories Report, 22*. The Field Museum. Chicago. 226-233 pp.

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105–121 pp.

Arroyave M.D.P., Gómez C., Gutiérrez M.E., Múnera D.P., Zapata P.A., Vergara I.C. y Ramos K. C. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, (5): 45-57.

Bejarano P. y Piana R. 2002. *Plan de manejo de los aguajales aledaños al caño Parinari*. Iquitos, Perú, 44 pp

Blasi C., Carranza M.L., Files M., Tilia A., y Acosta A. 1999. Relation between climate and vegetation along a Mediterranean-temperate boundary in central Italy. *Global Ecology & Biogeography*, 8: 17-27.

Bortolini W., Silveira C.T. y Silveira R.M.P 2017. Empleo de técnicas geomorfométricas na identificação de padrões de relevo. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, 41, 131-150.

Delgado C.A. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol.* 29(87): 229-233.

Dikau R. 1989. The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. Three dimensional applications in geographical information systems, 51-77.

Draper F.C., Honorio Coronado E.N., Roucoux K.H., Lawson I.T., Pitman N.C., Fine P.V. y García-Villacorta R. 2018. Peatland forests are the least diverse tree communities documented in Amazonia, but contribute to high regional beta-diversity. *Ecography* 41(8): 1256–1269.

Encarnación F., Zárate R. y Mori T. 2015. *Temático de Vegetación. Zonificación Ecológica y Económica - ZEE de la provincia Alto Amazonas, departamento Loreto*. Iquitos - Perú. 56 p

Fine P.V., García-Villacorta R., Pitman N.C., Mesones I. y Kembel S.W. 2010. A floristic study of the white-sand forests of Peru. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 97(3): 283-305.

Font P. 1985. Diccionario de Botánica. Ed. LABOR, S. A. Barcelona-Madrid. 1244 pp.

Gallardo G.P. 2015. Estructura y diversidad florística de un bosque sobre arena blanca (varillal) en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos- Perú. Facultad de ciencia Forestales. Universidad de la Amazonía Peruana. Iquitos-Peru. 94 pp.

García-Villacorta R., Ahuite-Reátegui M. y Olortegui-Zumaeta M. 2003. Clasificación de bosques sobre arena blanca de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana. *Folia Amazónica*, 14(1): 17-33.

Gentry A. 1993. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa. *Conservation International*. Washington, USA. 895pp.

Gentry A.H., y Ortiz R. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. *Amazonía Peruana: Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. 155-166.

Horn C.M., Gilmore M.P., y Endress B.A. 2012. Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management*. 267: 93-103.

Holm J.A., Miller C.J., y Cropper W.P. 2008. Population dynamics of the dioecious Amazonian palm *Mauritia flexuosa*: simulation analysis of sustainable harvesting. *Biotropica*, 40(5): 550-558.

Hammer O., Harper D. y Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1): 9.

Josse C., Navarro G., Encarnación F., Tovar A., Comer P., Ferreyra W., Rodríguez F., Saito J., Sanjurjo J., Dyson J., Rubin De Celis E., Zárate R., Chang J., Ahuite M., Vargas C., Paredes F., Castro W., Maco J., y Reátegui F. 2007. Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación y mapeo. *NatureServe*. Arlington, Virginia. 94 pp.

MINAM 2015. *Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva*. MINAM, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima. 108 pp.

Mori T. J., Zárate R., Cohello G., Palacios J. J. y Pereira Y.C. 2017. Vegetación y Flora. En: Pérez, P., Zárate R. y Mejía K. (Eds.). Biodiversidad de la Concesión Alto Huallabamba, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Grambs Corporación Grafica SAC. Lima, Perú. 98 págs.

Palacios J. y Torres G. 2014. Clasificación de parámetros de relieve utilizando el modelo digital de elevación (MDE), para describir el paisaje colinoso de la cordillera subandina. *Folia Amazónica*, 23(1): 49-56.

Palacios E. y Rodriguez A. 2013. Seed eating by *Callicebus lugens* at Caparl'i Biological Station, on the lower Apaporis River, Colombian. En: Veiga L., Barnett A., Ferrari S., Norconk, M. (Eds.) *Evolutionary biology and conservation of titis, sakis and uacaris*. Cambridge University Press. USA. 225-231 pp.

Palacios J., Zárate R., Torres G., Denux J., Maco J., Gallardo G., Mori T., Rengifo J., Jarama A., Marín M., García F., Cuadros A. 2016. Mapeo de los Bosques tipo Varillal utilizando Imágenes de Satélite Rapideye en la provincia Maynas, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 25 (1): 25 – 36.

Palacios J.J., Zárate R., Torres G.M., Macedo N.L., Alva A.A., Gonzales P.Y. 2015. Evaluación de la Distribución de Reflectividad de Herbazales Pantanosos y Áreas deforestadas utilizando imágenes Landsat 8 en Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 24 (1): 01-08

Pitman N., Smith R.C., Vriesendorp C., Moskovits D., Piana R., Knell G. y Wachter T (Eds.). 2004. Perú: *Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Rapid Biological Inventories Report 12*. Chicago, Illinois. The Field Museum. 273 pp.

Ribeiro J., Hopkins M., Vicentini A., Sothers C., Costa M., Brito J., Souza M., Martins L., Lohmann L., Assuncao P., Pereira E., Silva C., Mesquita M. y Procopio L. 1999. Flora da Reserva Ducke. *Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA. Manaus, Brasil. 799 pp.

Ricaurte L.F., Jokela J., Siqueira A., Núñez-Avellaneda M., Marin C., Velázquez-Valencia A. y Wantzen K.M. 2012. Wetland Habitat Diversity in the Amazonian Piedmont of Colombia. *Wetlands*, 32(6): 1189-1202.

Ruokolainen K., y Tuomisto H. 1998. Capítulo 7: *Vegetación natural de la zona de Iquitos. Geoecología y desarrollo Amazónico: Estudio integrado en la zona de Iquitos*, Perú. 114, 253-365.

Seaby R.M.H., y Henderson P.A. 2007. Species diversity and richness version 4.1.2. PISCES Conservation Limited. (<http://www.piscs-conservation.com/freestuff.html>).

Shimwell D. 1971. *Description & Classification of Vegetation*. Sidgwick & Jackson Londres. 322 pp.

Spichiger R., Méroz J., Loizeau P. y Stutz L. 1989. *Contribución a la Flora de la Amazonía Peruana: Los Árboles del Arboretum Jenaro Herrera*. Vol. I 359 pp. y Vol. II. 565 pp.

Stohlgren T., Falkner M. y Schell L. 1995. Modified-Whittaker Nested Vegetation Sampling Method. *Vegetatio*, 117 (2): 113-121

Tinós T. M., Ferreira M.V., Riedel P.S., y Zaine J.E. 2014. Aplicação e avaliação de metodologia de classificação automática de formas de relevo. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 15(3). 353-370.

Valderrama E. 2007. Estudio florístico de los árboles en una hectárea de bosque colinoso en la estación experimental del Instituto Tecnológico de Nauta, Loreto, Perú. Tesis de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 184 pp.

Vásquez R. 1997. *Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos*, Perú. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis-USA. 1046 pp.

Vásquez R., Rojas R., y Rodríguez E. 2002. *Adiciones a la Flora Peruana: especies nuevas, nuevos registros y estados taxonómicos de las Angiospermas para el Perú*. Trujillo-Perú. Arnaldoa, 9 (2): 43-110 pp.



Vásquez R. y R. Rojas. 2004. *Plantas de la Amazonía Peruana Clave para Identificar las Familias de Gymnospermae y Angiospermae*. Arnaldo Edición Especial. Trujillo, Perú. 261 pp.

Vriesendorp C. 2013. Panorama Regional y Sitios Visitados. En Pitman P., Ruelas E., Vriesendorp C., Stotz D., Wachter T., del Campo A., Alvira D., Rodríguez B., Chase R., Sáenz A., Soria P. (Eds). 2013. Perú: *Ere-Campuya-Algodón. Rapid Biological and Social Inventories Report 25*. The Field Museum, Chicago. 150 pp.

Zárate R., Mori T. y Maco J. 2013. Estructura y Composición Florística de las Comunidades Vegetales del ámbito de la Carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 22 (1-2): 77-89

Zarate R., Mori T., Ramirez F., Davila H., Gallardo P. y Cohello G. 2015. Lista actualizada y clave para la identificación de 219 especies arbóreas de los bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto- Perú. 24 pp.

Zárate R., Palacios J.J., Jung N.I., Ramos M.C., Méndez E.A., Mozombite L.F., Jarama A.R., Fachín L.M., Rondona I., Sánchez A., Domper A.R. y Pinheiro J.V. 2017- hasta la fecha. Iniciativa Visor de Servicio Web: Mapa Global de Publicaciones (Loreto). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Versión 1. Iquitos, Perú. [www.iiap.org.pe/mapa\\_publicaciones](http://www.iiap.org.pe/mapa_publicaciones).

## ANEXOS

**Tabla 8. Densidad (ind./ha) de las plantas por zonas de evaluación y tipo de vegetación.**

Orden/Familia/Especie	Mashunta			Nueva Jerusalén			Santa Rita			Total
	BCB	VP	Total	AM	BCB	Total	AD	BCB	Total	
<b>Alismatales</b>										
<b>Araceae</b>										
<i>Araceae</i> sp. 1	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Araceae</i> sp. 2	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Araceae</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Philodendron</i> sp. 1	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<b>Apiales</b>										
<b>Araliaceae</b>										
<i>Dendropanax arboreus</i>	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Dendropanax</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<b>Arecales</b>										
<b>Areceaceae</b>										
<i>Astrocaryum jauari</i>	-	4	4	-	-	-	2.5	-	1.4	1.7
<i>Attalea butyracea</i>	-	-	-	26	-	21.7	-	-	-	7.2
<i>Attalea insignis</i>	-	-	-	8	-	6.7	-	-	-	2.2
<i>Attalea racemosa</i>	-	-	-	2	30	11.7	-	16.7	7.1	6.7
<i>Bactris macroacantha</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Bactris riparia</i>	-	112	112	-	-	-	12.5	-	7.1	34
<i>Desmoncus mitis</i>	-	8	8	6	-	5	-	-	-	3.9
<i>Euterpe precatória</i>	-	68	68	62	-	51.7	95	-	54.3	57
<i>Geonoma deversa</i>	-	2	2	-	35	11.7	-	-	-	4.4
<i>Geonoma</i> sp. 1	50	-	10	-	-	-	-	6.7	2.9	3.9
<i>Geonoma stricta subsp. arundinacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	13.3	5.7	2.2
<i>Lepidocaryum tenue</i>	-	-	-	-	235	78.3	-	-	-	26
<i>Mauritia flexuosa</i>	-	22	22	88	-	73.3	210	-	120	77
<i>Mauritia carana</i>	-	12	12	-	-	-	-	-	-	3.3
<i>Oenocarpus bataua</i>	-	-	-	34	20	35	-	36.7	15.7	18
<i>Socratea exorrhiza</i>	-	-	-	44	-	36.7	-	10	4.3	14
<b>Boraginales</b>										
<b>Boraginaceae</b>										
<i>Cordia nodosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	16.7	7.1	2.8
<b>Caryophyllales</b>										
<b>Nyctaginaceae</b>										
<i>Neea floribunda</i>	-	2	2	-	-	-	-	3.3	1.4	1.1
<i>Neea</i> sp. 1	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Neea</i> sp. 2	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Neea</i> sp. 3	-	-	-	-	40	13.3	-	-	-	4.4
<i>Neea</i> sp. 4	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6







Orden/Familia/Especie	Mashunta			Nueva Jerusalén			Santa Rita			Total
	BCB	VP	Total	AM	BCB	Total	AD	BCB	Total	
<i>Unonopsis</i> sp. 5	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Unonopsis</i> sp. 6	-	-	-	-	-	-	2.5	3.3	2.9	1.1
<i>Unonopsis spectabilis</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	6.7	2.9	1.7
<i>Unonopsis stipitata</i>	-	-	-	4	-	3.3	-	-	-	1.1
<i>Xylopia parviflora</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Xylopia</i> sp. 1	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1
<i>Xylopia</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<b>Myristicaceae</b>										
<i>Compsoeura</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Iryanthera elliptica</i>	-	-	-	-	-	-	-	20	8.6	3.3
<i>Iryanthera hostmannii</i>	10	-	2	18	10	18.3	-	10	4.3	8.3
<i>Iryanthera juruensis</i>	20	-	4	6	-	5	-	20	8.6	6.1
<i>Iryanthera laevis</i>	-	-	-	-	20	6.7	-	13.3	5.7	4.4
<i>Iryanthera lancifolia</i>	10	-	2	-	15	5	-	20	8.6	5.6
<i>Iryanthera macrophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	13.3	5.7	2.2
<i>Iryanthera</i> sp. 1	-	-	-	-	5	1.7	-	3.3	1.4	1.1
<i>Iryanthera tessmannii</i>	-	24	24	-	-	-	5	-	2.9	7.8
<i>Iryanthera tricornis</i>	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1
<i>Viola calophylla</i>	10	-	2	-	30	10	-	30	12.9	8.9
<i>Viola elongata</i>	10	-	2	-	5	1.7	-	-	-	1.1
<i>Viola marlenei</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Viola multinervia</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Viola pavonis</i>	10	18	20	26	-	21.7	25	3.3	15.7	19
<i>Viola sebifera</i>	10	-	2	-	-	-	-	10	4.3	2.2
<i>Viola</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Viola</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Viola</i> sp. 3	20	-	4	-	-	-	-	3.3	1.4	1.7
<i>Viola</i> sp. 4	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Viola</i> sp. 5	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Viola</i> sp. 6	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Viola surinamensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<b>Malpighiales</b>										
<b>Calophyllaceae</b>										
<i>Calophyllum brasiliense</i>	-	-	-	2	-	1.7	2.5	-	1.4	1.1
<i>Marila tomentosa</i>	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<b>Caryocaraceae</b>										
<i>Caryocar glabrum</i>	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<b>Clusiaceae</b>										
<i>Chrysochlamys</i> sp. 1	-	-	-	4	-	3.3	-	-	-	1.1
<i>Chrysochlamys ulei</i>	-	-	-	30	-	25	-	-	-	8.3
<i>Clusia octandra</i>	20	-	4	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Clusiaceae</i> sp. 1	-	-	-	4	-	3.3	-	-	-	1.1
<i>Clusiaceae</i> sp. 2	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Clusiaceae</i> sp. 3	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1
<i>Decaphalangium peruvianum</i>	10	2	4	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Garcinia macrophylla</i>	-	-	-	-	-	-	2.5	3.3	2.9	1.1
<i>Garcinia</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Symphonia globulifera</i>	-	10	10	8	-	6.7	-	-	-	5
<i>Tovomita laurina</i>	10	114	116	-	-	-	-	13.3	5.7	34
<i>Tovomita pyrifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Tovomita</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Tovomita speciosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.7	2.9	1.1
<b>Dichapetalaceae</b>										
<i>Dichapetalaceae</i> sp. 1	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<b>Erythroxylaceae</b>										

Orden/Familia/Especie	Mashunta			Nueva Jerusalén			Santa Rita			Total
	BCB	VP	Total	AM	BCB	Total	AD	BCB	Total	
<i>Erythroxylum fimbriatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Erythroxylum</i> sp. 1	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<b>Euphorbiaceae</b>										
<i>Alchornea discolor</i>	-	-	-	-	-	-	15	-	8.6	3.3
<i>Conceveiba</i> sp. 1	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Croton cuneatus</i>	-	2	2	-	-	-	2.5	-	1.4	1.1
<i>Euphorbiaceae</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Euphorbiaceae</i> sp. 2	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Euphorbiaceae</i> sp. 3	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Euphorbiaceae</i> sp. 4	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Hevea guianensis</i>	-	-	-	58	-	48.3	-	-	-	16
<i>Mabea nitida</i>	-	6	6	-	-	-	-	-	-	1.7
<i>Mabea piri</i>	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Mabea speciosa</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	2.9	1.1
<i>Micrandra spruceana</i>	-	-	-	4	-	3.3	-	-	-	1.1
<i>Nealchornea yapurensis</i>	-	-	-	8	15	11.7	-	13.3	5.7	6.1
<i>Pseudosenefeldera inclinata</i>	-	4	4	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Sapium glandulosum</i>	-	4	4	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Sapium</i> sp. 1	-	4	4	-	-	-	-	-	-	1.1
<b>Goupiaceae</b>										
<i>Goupia glabra</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	4.3	1.7
<b>Lacistemataceae</b>										
<i>Lacistema aggregatum</i>	-	2	2	-	5	1.7	2.5	-	1.4	1.7
<b>Linaceae</b>										
<i>Roucheria</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<b>Malpighiaceae</b>										
<i>Byrsonima poeppigiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.7	2.9	1.1
<b>Ochnaceae</b>										
<i>Cespedesia spathulata</i>	-	-	-	4	-	3.3	10	3.3	7.1	3.9
<i>Ochnaceae</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Ochnaceae</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<b>Phyllanthaceae</b>										
<i>Amanoa guianensis</i>	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<b>Quiinaceae</b>										
<i>Quiinaceae</i> sp. 1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<b>Salicaceae</b>										
<i>Casearia pitumba</i>	-	4	4	2	5	3.3	-	-	-	2.2
<i>Casearia</i> sp. 1	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Casearia</i> sp. 2	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<b>Violaceae</b>										
<i>Leonia crassa</i>	-	-	-	-	-	-	-	13.3	5.7	2.2
<i>Leonia</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	6.7	2.9	1.1
<i>Leonia</i> sp. 2	-	-	-	-	15	5	-	-	-	1.7
<i>Rinorea lindeni</i>	40	-	8	-	-	-	-	-	-	2.2
<i>Rinorea racemosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	4.3	1.7
<i>Rinorea</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	20	8.6	3.3
<b>Malvales</b>										
<b>Elaeocarpaceae</b>										
<i>Elaeocarpaceae</i> sp. 1	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Sloanea brevipes</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Sloanea durissima</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Sloanea floribunda</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	4.3	1.7
<i>Sloanea fragrans</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	4.3	1.7
<i>Sloanea grandiflora</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Sloanea guianensis</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	2.9	1.1



Orden/Familia/Especie	Mashunta			Nueva Jerusalén			Santa Rita			Total
	BCB	VP	Total	AM	BCB	Total	AD	BCB	Total	
<i>Hirtella</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Hirtella</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	20	8.6	3.3
<i>Hirtella</i> sp. 4	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Hirtella</i> sp. 5	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Hirtella</i> sp. 6	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Licania apetala</i>	-	-	-	-	10	3.3	-	3.3	1.4	1.7
<i>Licania klugii</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Licania lata</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Licania</i> sp. 1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Licania</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Licania</i> sp. 3	-	-	-	4	-	3.3	-	-	-	1.1
<i>Licania</i> sp. 4	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Licania</i> sp. 5	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Licania</i> sp. 6	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Licania</i> sp. 7	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Licania brittoniana</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.7	2.9	1.1
<i>Parinari klugii</i>	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Parinari</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	5	-	2.9	1.1
<i>Parinari</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Parinari</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	26.7	11.4	4.4
<i>Parinari</i> sp. 4	-	-	-	-	-	-	7.5	3.3	5.7	2.2
<b>Moraceae</b>										
<i>Brosimum guianense</i>	10	-	2	-	5	1.7	2.5	-	1.4	1.7
<i>Brosimum rubescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Brosimum</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Brosimum</i> sp. 2	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1
<i>Brosimum</i> sp. 3	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1
<i>Brosimum utile</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Clarisia racemosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Ficus</i> sp. 1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Ficus</i> sp. 2	-	-	-	8	-	6.7	-	-	-	2.2
<i>Ficus</i> sp. 3	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Helicostylis scabra</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.7	2.9	1.1
<i>Helicostylis tomentosa</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Moraceae</i> sp. 1	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Moraceae</i> sp. 2	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Naucleopsis imitans</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	6.7	2.9	1.7
<i>Naucleopsis oblongifolia</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	3.3	1.4	1.1
<i>Naucleopsis pseudonaga</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Naucleopsis</i> sp. 1	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Naucleopsis</i> sp. 2	20	-	4	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Naucleopsis</i> sp. 3	-	-	-	-	20	6.7	-	-	-	2.2
<i>Naucleopsis ulei</i>	10	-	2	-	10	3.3	-	-	-	1.7
<i>Perebea</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Perebea</i> sp. 2	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	-	-	-	-	-	-	-	36.7	15.7	6.1
<i>Pseudolmedia laevis</i>	50	-	10	-	5	1.7	-	-	-	3.3
<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	4.3	1.7
<i>Pseudolmedia</i> sp. 1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Pseudolmedia</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	10	4.3	1.7
<i>Pseudolmedia</i> sp. 3	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Pseudolmedia</i> sp. 4	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1
<i>Sorocea pubivena</i> subsp. <i>hirtella</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Trymatococcus amazonicus</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	6.7	2.9	1.7

Orden/Familia/Especie	Mashunta			Nueva Jerusalén			Santa Rita			Total
	BCB	VP	Total	AM	BCB	Total	AD	BCB	Total	
<b>Ulmaceae</b>										
<i>Ampelocera edentula</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	2.9	1.1
<i>Cecropia distachya</i>	-	-	-	4	5	5	-	-	-	1.7
<b>Urticaceae</b>										
<i>Cecropia</i> sp. 1	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Coussapoa orthoneura</i>	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Coussapoa trinervia</i>	-	14	14	-	10	3.3	2.5	-	1.4	5.6
<i>Pourouma bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.7	2.9	1.1
<i>Pourouma</i> sp. 1	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Pourouma</i> sp. 2	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<b>Santalales</b>										
<b>Olacaceae</b>										
<i>Aptandra</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Heisteria acuminata</i>	-	6	6	-	-	-	-	-	-	1.7
<i>Olacaceae</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Olacaceae</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Olacaceae</i> sp. 3	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Olacaceae</i> sp. 4	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Tetrastylidium peruvianum</i>	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<b>Sapindales</b>										
<b>Anacardiaceae</b>										
<i>Anacardiaceae</i> sp. 1	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Anacardiaceae</i> sp. 2	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1
<i>Anacardiaceae</i> sp. 3	-	-	-	-	15	5	-	-	-	1.7
<i>Tapirira guianensis</i>	-	-	-	16	-	13.3	-	-	-	4.4
<i>Tapirira</i> sp. 1	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<b>Burseraceae</b>										
<i>Burseraceae</i> sp. 1	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Crepidospermum prancei</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.7	2.9	1.1
<i>Dacryodes peruviana</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Protium apiculatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Protium crassipetalum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Protium divaricatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Protium hebetatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Protium klugii</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Protium opacum</i>	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Protium polybotryum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Protium</i> sp. 1	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Protium</i> sp. 2	10	-	2	-	10	3.3	-	3.3	1.4	2.2
<i>Protium</i> sp. 3	-	-	-	-	25	8.3	-	-	-	2.8
<i>Protium</i> sp. 4	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1
<i>Protium</i> sp. 5	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Tetragastris altissima</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Tetragastris panamensis</i>	-	-	-	6	-	5	-	13.3	5.7	3.9
<b>Meliaceae</b>										
<i>Guarea guidonia</i>	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Guarea juglandiformis</i>	20	-	4	-	-	-	-	3.3	1.4	1.7
<i>Guarea kunthiana</i>	-	-	-	4	-	3.3	-	-	-	1.1
<i>Guarea macrophylla</i>	-	-	-	10	-	8.3	-	-	-	2.8
<i>Guarea</i> sp. 1	-	4	4	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Guarea</i> sp. 2	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Guarea</i> sp. 3	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Guarea</i> sp. 4	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Guarea</i> sp. 5	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Trichilia pallida</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6

Orden/Familia/Especie	Mashunta			Nueva Jerusalén			Santa Rita			Total
	BCB	VP	Total	AM	BCB	Total	AD	BCB	Total	
<b>Rutaceae</b>										
<i>Galipea</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<b>Sapindaceae</b>										
<i>Matayba inelegans</i>	-	-	-	-	-	-	-	50	21.4	8.3
<i>Matayba macrocarpa</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Matayba purgans</i>	-	4	4	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Matayba</i> sp. 1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Matayba</i> sp. 2	-	2	2	4	-	3.3	-	3.3	1.4	2.2
<i>Paullinia alata</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Paullinia faginea</i>	-	-	-	-	-	-	-	6.7	2.9	1.1
<i>Sapindaceae</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Sapindaceae</i> sp. 2	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<i>Sapindaceae</i> sp. 3	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Sapindaceae</i> sp. 4	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Talisia carinata</i>	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<i>Talisia</i> sp. 1	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<b>Simaroubaceae</b>										
<i>Simaba</i> sp. 1	-	2	2	-	-	-	-	3.3	1.4	1.1
<i>Simaba</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	2.5	3.3	2.9	1.1
<i>Simarouba amara</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	4.3	1.7
<b>Solanales</b>										
<b>Convolvulaceae</b>										
<i>Dicranostyles falconiana</i>	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Dicranostyles</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<b>Solanaceae</b>										
<i>Solanaceae</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	2.5	-	1.4	0.6
<b>Zingiberales</b>										
<b>Costaceae</b>										
<i>Costus arabicus</i>	-	-	-	4	-	3.3	-	-	-	1.1
<i>Costus</i> sp. 1	-	-	-	10	-	8.3	-	-	-	2.8
<i>Costus</i> sp. 2	-	-	-	18	-	15	-	-	-	5
<b>Heliconiaceae</b>										
<i>Heliconia</i> sp. 1	-	118	118	30	-	25	20	-	11.4	46
<b>Marantaceae</b>										
<i>Calathea</i> sp. 1	-	2	2	54	-	45	-	-	-	16
<i>Ischnosiphon obliquus</i>	-	-	-	8	-	6.7	-	-	-	2.2
<i>Ischnosiphon</i> sp. 1	-	74	74	38	-	31.7	87.5	-	50	51
<i>Ischnosiphon</i> sp. 2	-	-	-	-	25	8.3	-	-	-	2.8
<b>Zingiberaceae</b>										
<i>Renealmia</i> sp. 1	-	-	-	2	-	1.7	-	-	-	0.6
<b>Indeterminado</b>										
<i>Indeterminado</i> sp. 1	10	-	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Indeterminado</i> sp. 2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	0.6
<i>Indeterminado</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	3.3	1.4	0.6
<i>Indeterminado</i> sp. 4	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Indeterminado</i> sp. 5	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Indeterminado</i> sp. 6	-	-	-	-	5	1.7	-	-	-	0.6
<i>Indeterminado</i> sp. 7	-	-	-	-	10	3.3	-	-	-	1.1

V



## CAPÍTULO 2

# ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *Mauritia flexuosa* Y *Oenocarpus bataua*

Ricardo Zárate Gómez, Juan José Palacios Vega, Kember Mejia, Geancarlo Cohello Huaymacari

### RESUMEN

El aguaje (*Mauritia flexuosa*) y ungurauí (*Oenocarpus bataua*) son palmeras de importancia ecológica en el bosque amazónico y claves en la economía del poblador amazónico por ello es de vital importancia generar información para lograr su manejo sostenible. El estudio se realizó en tres comunidades indígenas: Mashunta, Santa Rita y Nueva Jerusalén de la cuenca alta del Putumayo, para determinar la productividad de frutos, proporción de sexo y biomasa aérea de los aguajes, además de elaborar mapas de densidad de aguaje y ungurauí. Se establecieron once parcelas de 0.1 ha para la evaluación de los aguajes y cuatro transectos para el estudio del ungurauí. El sexo del aguaje fue determinado a partir de las observaciones de flores, frutos y plántulas. La biomasa aérea fue calculada a partir de ecuaciones establecidas. Las distribuciones del aguaje y ungurauí se determinaron a partir de formas de relieve en un modelo digital de elevación (MDE), clasificación supervisada de imágenes de satélite Landsat 8, e información de campo, y analizadas con regresión logística. Se registraron 116 individuos de aguaje y 388 individuos de ungurauí. La cantidad de racimos de aguajes producidos varió de 0 a 5 en 0.1 ha y se encontraron 12 racimos en 1.1 ha, 33 individuos fueron hembras y 64 machos. La biomasa aérea de *Mauritia flexuosa* en 1.1 ha fue entre 76.58 -93.28 toneladas. El aguajal mixto y denso tuvieron una superficie de 2848.89 y 1101.85 ha, mientras que el unguraual alcanzó 47110.50 ha. Nuestros resultados sugieren un urgente manejo sostenible de aguaje y ungurauí en la cuenca del Putumayo para lograr su conservación efectiva a largo plazo.

**Palabras clave:** Biomasa, Mapa, Modelo espacial, Productividad, Proporción de sexos.

### ABSTRACT

The aguaje (*Mauritia flexuosa*) and ungurauí (*Oenocarpus bataua*) are palms of ecological importance in the Amazon forest and keys in the economy of the Amazonian population, so it is vital to generate information to achieve sustainable management. The study was carried out in three indigenous communities: Mashunta, Santa Rita and Nueva Jerusalén of the upper Putumayo basin, to determine the productivity of fruits, sex ratio and aerial biomass of the aguajes, besides elaborating density maps of aguaje and ungurauí. Eleven plots of 0.1 ha were established for the evaluation of the aguajes and four transects for the study of the ungurauí. The sex of the aguaje was determined from the observations of flowers, fruits and seedlings. Aerial biomass was calculated from established equations. The distributions of aguaje and ungurauí were determined from landforms in a digital elevation model (MDE), supervised classification of Landsat 8 satellite images, and field information, and analyzed with logistic regression. We registered 116 aguaje individuals and 388 ungurauí individuals. The number of produced bunches of aguaje varied from 0 to 5 in 0.1 ha and 12 bunches were found in 1.1 ha, 33 individuals were females and 64 males. The aerial biomass of *Mauritia flexuosa* in 1.1 ha was between 76.58 and 93.28 tons. The mixed and dense palm swamp had 2848.89

and 1101.85 ha, while the ungurauai reached 47110.50 ha. Our results suggest an urgent sustainable management of aguaje and ungurauai in the Putumayo basin to achieve its effective long-term conservation.

**Keywords:** Biomass, Map, Productivity, Sex ratio, Spatial model.

## INTRODUCCIÓN

El aguaje (*Mauritia flexuosa*) y ungurauai (*Oenocarpus bataua*) tienen enorme importancia ecológica en el bosque amazónico y en la economía de los pobladores amazónicos (Endress *et al.* 2013, Gilmore *et al.* 2013). Son muy utilizados en la alimentación, medicina tradicional, productos cosméticos, construcción, herramientas y utensilios y para la venta (Balslev *et al.* 2008). La extracción de frutos basada en la tala está impactando negativamente a las poblaciones de estas dos palmeras, por lo cual es necesario conocer su productividad para usar sosteniblemente ambas especies de palmeras.

La importancia económica de *Mauritia flexuosa* fueron remarcados en varios estudios (Zárate *et al.* 2017), así como la variedad morfológica del fruto (Freitas *et al.* 2011, Gonzales *et al.* 2006) y cantidad de hojas (Espinoza 2015), aunque los morfotipos del aguaje son únicamente variaciones fenotípicas que no son marcadas en el genotipo, y genéticamente las poblaciones se encuentran bien diferenciadas (Aspajo *et al.* 2008). Se ha generado información ecológica y silvicultural en su medio natural para su aprovechamiento sostenible (Bejar 2014, Freitas y Flores 2015, Buendía 2016,) y se realizaron pruebas de polinización controlada para determinar la mejor producción de frutos (Freitas *et al.* 2010).

También se ha investigado la comercialización de frutos de aguaje en forma de masa y fruto en la ciudad de Iquitos (Rojas *et al.* 2001), y potencial de industrialización (Rojas *et al.* 2001), además de los beneficios económicos de la extracción y comercialización del fruto de las comunidades de la cuenca Yanayacu y Samiria (Mendoza 2005). El ungurauai (*Oenocarpus bataua*) tiene frutos con gran variedad de formas provenientes de diferentes lugares (Gonzales *et al.* 2014). La producción de ungurauai está relacionada a la altura y DAP (Dávila 2015) y puede incrementar su productividad mediante una polinización controlada (Vásquez y Quispe 2010).

El estudio de distribución espacial del ungurauai fue realizado por Sanjurjo *et al.* (2012) quienes pronosticaron que en el departamento Loreto, esta y otras especies en escenarios de cambio climático, experimentaría una reducción del 54%, lo cual implica un interés muy grande en su estudio. Una representación espacial se puede determinar a partir de modelos de distribución, como la regresión logística, que consideran diferentes factores de caracterización de la distribución (Ríos *et al.* 2003), estos modelos relacionan datos de presencia-absencia o abundancia recopilados principalmente en campo, de sensores remotos, ópticos y radar (Roper *et al.* 2014). Los modelos probabilísticos aparecen como una fuente de generación de información emergente.

Pero aún falta generar información para el aprovechamiento sostenible de estas dos palmeras en el sector alto del río Putumayo; por lo cual el presente estudio se orientó a estimar la productividad de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa*), medir la proporción de sexo de los individuos de aguajes y determinar su biomasa aérea, así como elaborar mapas de densidad de aguaje y Ungurauai (*Oenocarpus bataua*). Toda esta información será fundamental para generar la mejor estrategia de conservación y futuros planes de aprovechamiento que beneficien al bosque amazónico y a las comunidades indígenas.

## COLECTA DE DATOS

### Área de estudio

Comprende el territorio de las comunidades indígenas secoyas de Mashunta y Santa Rita, además de la comunidad kichwa de Nueva Jerusalén. Estas comunidades están localizadas en la cuenca alta del Putumayo (Tabla 1), cerca de la frontera con Colombia, en el distrito de Teniente Manuel Clavero, Provincia de Putumayo, Departamento de Loreto, Perú.

**Tabla 1. Ubicación de las once parcelas (0.1 ha) establecidas para el estudio de los aguajes (*Mauritia flexuosa*).**

Vegetación	Código de parcela	Coordenadas		Altitud msnm	Árboles $\geq 10$ cm de DAP	Aguajes $\geq 10$ cm de DAP	Localidad
		X	Y				
Varillal pantanoso	P06	-74° 22' 12"	-0° 51' 30"	177	139	4	Mashunta
	P07	-74° 23' 10"	-0° 51' 34"	181	134	5	Mashunta
	P08	-74° 23' 07"	-0° 51' 26"	197	113	2	Mashunta
	P09	-74° 19' 54"	-1° 01' 14"	149	90	23	Santa Rita
Aguajal denso	P10	-74° 19' 58"	-1° 01' 21"	142	96	25	Santa Rita
	P14	-74° 19' 42"	-1° 00' 06"	147	83	17	Santa Rita
	P15	-74° 19' 45"	-1° 00' 14"	171	92	19	Santa Rita
	P16	-74° 09' 20"	-1° 01' 39"	200	63	5	Nueva Jerusalén
	P17	-74° 09' 17"	-1° 01' 50"	172	54	4	Nueva Jerusalén
	P18	-74° 11' 01"	-1° 01' 38"	186	51	6	Nueva Jerusalén
	P19	-74° 10' 56"	-1° 01' 48"	167	66	6	Nueva Jerusalén

### Productividad de frutos y proporción de sexo *Mauritia flexuosa*

Para determinar la cantidad de palmeras de aguaje se establecieron once parcelas tipo Whittaker (Stohlgren *et al.* 1995). Las parcelas fueron de 50 x 20 m (0.1 ha) y se instalaron cerca del transecto principal. Se registraron todos los individuos de *Mauritia flexuosa* con fuste  $\geq 10$  cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y se midió el diámetro y altura total de cada individuo. Además se registraron el código de la parcela, localidad, coordenadas geográficas, altitud, vegetación, clase hidrológica, fisiografía y otros. El estudio se realizó del 12 de agosto al 16 de setiembre del 2017.

Se contabilizó la cantidad de aguajes con estípites  $\geq 10$  cm de DAP en las once parcelas, y se determinó el sexo de los individuos a partir de la observación de las flores, frutos y presencia de muchas plántulas al pie de la planta; algunas veces no fue posible determinar el sexo.

### Biomasa y densidad de *Mauritia flexuosa*

Se ha calculado la biomasa de cada parcela y árbol de aguaje con tallos  $\geq 10$  cm de DAP utilizando fórmulas ya establecidas. Chave *et al.* (2005) propuso la siguiente ecuación:  $AGB = \rho \chi \exp(-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207 (\ln(D))^2 - 0.0281 (\ln(D))^3)$ , donde AGB es la Biomasa aérea (sin considerar raíces y otros del suelo);  $\chi$  es la densidad del tallo de especie, o del género/familia, y D= diámetro. Los datos de densidad empleados para nuestro cálculo corresponde a la publicación de Cheve *et al.* (2006). Adicional a la fórmula antes mencionada, Freitas *et al.* (2006) propusieron la siguiente fórmula  $B = (-0.0582H^3) + (4.5868H^2) - (43.198H) + 126.82$ , donde B es la biomasa aérea y H es la altura total del individuo. Finalmente Goodman *et al.* (2013) sugirió utilizar convenientemente la siguiente fórmula  $y = a + bX(\ln AGB) = 2.4647 + 1.3777(\ln H)$ , donde AGB es la biomasa aérea y H es la altura total del individuo.

### Distribución espacial de *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua*

La distribución espacial del aguaje (*Mauritia flexuosa*) se realizó identificando formas homogéneas de relieve, las cuales luego se clasificaron como formas fisiográficas (Ricaurte *et al.* 2012). Las formas del terreno se especializaron utilizando un MDE del cual se extrajo la pendiente, relieve y perfil de relieve (Hammond 1964) para luego ser clasificadas de forma cuantitativa (Morgan y Lesh 2005, Dikau 1989). Seguidamente se identificaron otras formas de no relieve, como los cuerpos de agua, áreas de intervención antrópica, áreas pantanosas, bosques de tipo varillal y comunidades de aguajales, clasificando imágenes de satélite ópticas. Finalmente la información resultante se integró con los datos de vegetación en campo para su extrapolación a otras áreas homogéneas que cumplan con las mismas características (Figura 1).

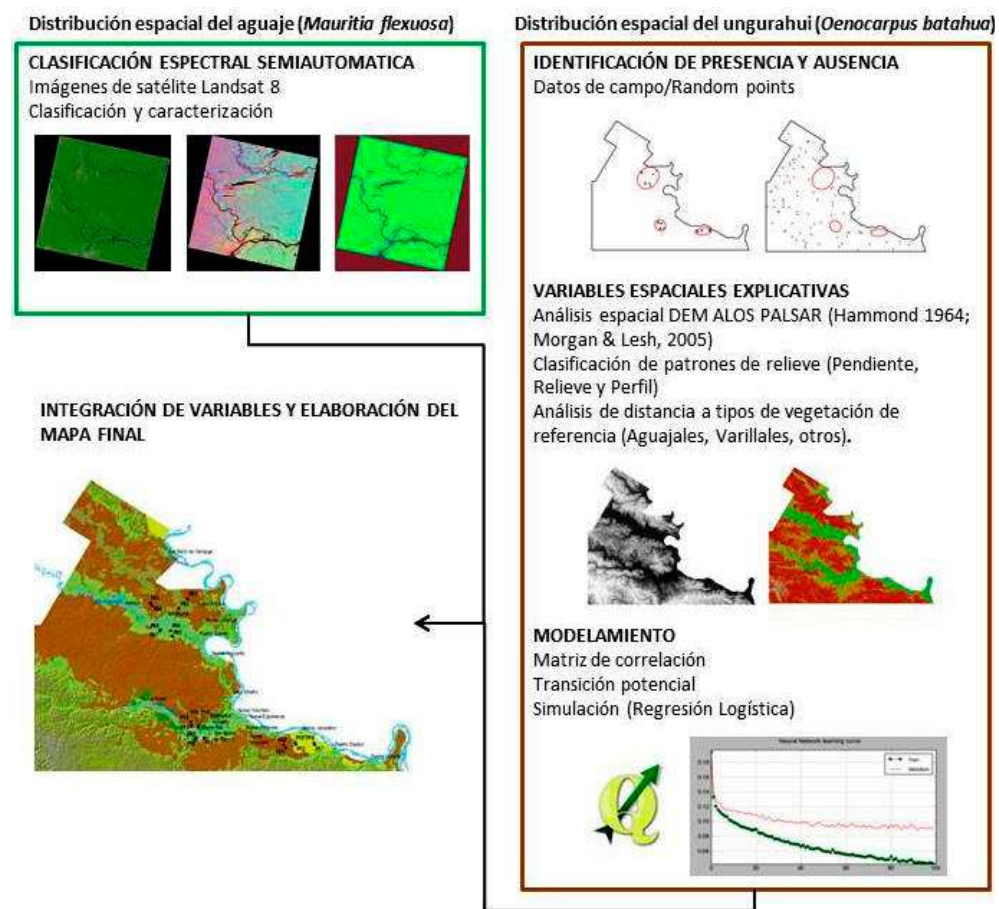


Figura 1. Flujo metodológico para la elaboración de los mapas de aguaje (*Mauritia flexuosa*) y unguirahui (*Oenocarpus bataua*).

La distribución espacial del unguirahui (*Oenocarpus bataua*) se realizó elaborando una capa de información vectorial de los lugares de colecta y luego se preparó la información vectorial a utilizar como el área de interés a predecir, exceptuando aquellas generadas por los lugares de presencia, para esto se utilizó las funciones de procesamiento del programa ArcGIS versión 10.4. Seguidamente se procedió a generar los lugares de ausencia a partir de puntos al azar dentro del área de interés para luego integrarse con los datos de presencia en una sola capa vectorial, a esta capa de puntos se agregó datos de variables explicativas de presencia potencial en formato raster, tales como parámetros morfométricos (pendiente, aspecto, patrón de terreno, perfil, relieve, curvatura, rugosidad) extraídos de modelos digitales de elevación y clasificación de comunidades vegetales. Finalmente para generar la distribución potencial se procedió a aplicar el plugin MOUSCE de QGIS el cual determina una distribución probable o escenario a partir de información explicativa espacial (Rahman *et al.* 2017).

### RESULTADOS

#### Productividad de frutos de aguaje (*Mauritia flexuosa*)

La cantidad de racimos producidos, en las fechas evaluadas, varió de 0 a 5 en 0.1 ha, sumando 12 racimos en 1.1 ha o 10.9 racimos/ha (Tabla 2). Sólo tres de las once parcelas presentaron palmeras con infrutescencias, además se debe indicar que en dos parcelas no presentaron inflorescencias.

Tabla 2. Cantidad de Infrutescencias (racimos de frutos) de *Mauritia flexuosa* en 0.1 ha en el sector estudiado.

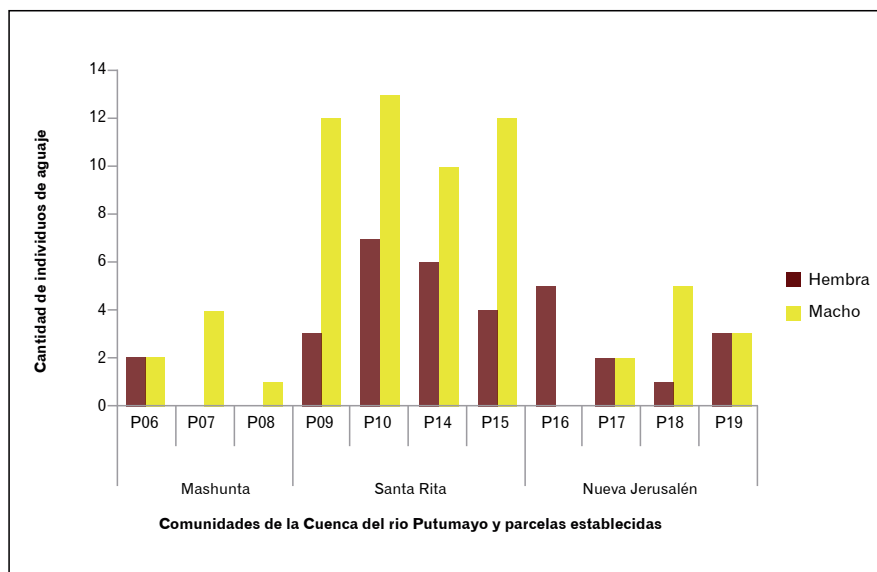
Parcela	Cantidad de racimos	Hembras	Machos
P06	5	2	2
P07	0	0	4
P08	0	0	1
P09	4	3	12
P10	3	7	13
P14	0	6	10
P15	0	4	12
P16	0	5	0
P17	0	2	2
P18	0	1	5
P19	0	3	3
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>33</b>	<b>64</b>

#### Proporción de sexo en el aguaje (*Mauritia flexuosa*)

Se registraron 116 individuos de *Mauritia flexuosa*, de los cuales se determinaron el sexo de 97 individuos (83.6 %), 33 fueron hembras y 64 machos. Es decir, casi el doble de machos para las hembras, alcanzando un sex-ratio de 1 hembra para 1.9 machos. Aunque en cada parcela de evaluación el número de machos y hembras varió de 0 a 7 hembras y de 0 a 13 machos. En las parcelas 6, 17 y 19 la cantidad de machos y hembras fueron iguales, es decir el 50 % fueron hembras y el 50 % fueron machos. Mientras que en las parcelas 7, 8, 9, 10, 14, 15 y 18, se registraron notoriamente más machos que hembras, 63 - 100 % de machos y 0 - 38 % de hembras; y sólo en la parcela 16 se encontró el 100 % de hembras (Tabla 3, Figura 2).

**Tabla 3. Cantidad de individuos machos y hembras de *Mauritia flexuosa* por parcelas de 20 x 50 m en el sector estudiado.**

Grupo	P06	P07	P08	P09	P10	P14	P15	P16	P17	P18	P19	Total
Hembra	2			3	7	6	4	5	2	1	3	33
Macho	2	4	1	12	13	10	12		2	5	3	64
Juvenil		1		1	2	1	3					8
Indeterminado			1	7	3							11
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>116</b>



**Figura 2. Cantidad de individuos hembras y machos de aguaje en las parcelas establecidas en la cuenca alta del río Putumayo, Perú**

#### Biomasa de *Mauritia flexuosa*

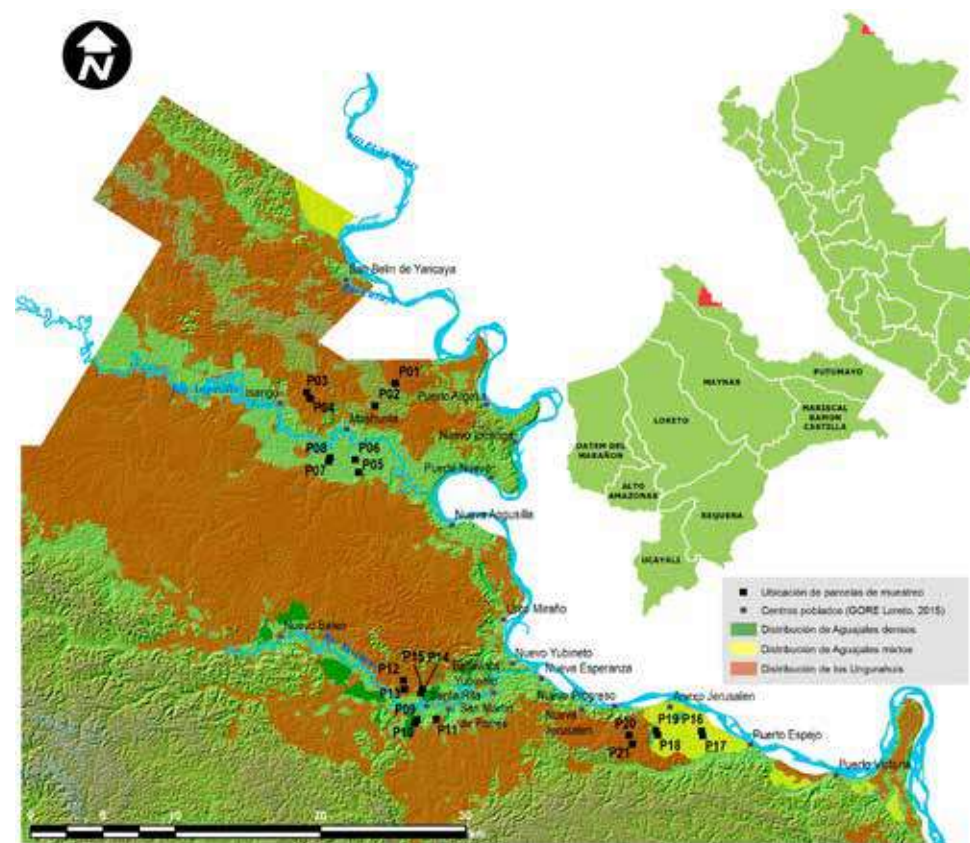
La biomasa aérea total en 1.1 ha fue de 93.2887 T de acuerdo a la fórmula de Goodman *et al.* (2013), 87.1785 T según Freitas *et al.* (2006) y 76.5828 T de acuerdo a la fórmula de Cheve *et al.* (2006) (Tabla 4). En las parcelas osciló de 1.4584 T a 22.0100 T de acuerdo a Goodman *et al.* (2013), y de 1.2640 a 21.1952 T de acuerdo a Freitas *et al.* (2006), y de 2.1971 a 15.5877 T de acuerdo a Cheve *et al.* (2006) (Tabla 4).

#### Distribución de *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua*

Del modelo aplicado podemos indicar que existe una distribución de aguajal denso en una superficie de 1101.85 ha, que representa el 0.71 %, así mismo, el aguajal mixto abarca una superficie de 2848.89 ha, que representa el 1.84 %. El unguirai está distribuido en el bosque de colina baja con una superficie de 47110.50 ha, que representa el 30.39 % y en el bosque de terraza alta abarca 21704.99 ha, el cual representa el 14.00 % del área de estudio (ver Figura 3).

**Tabla 4. Biomasa área de *Mauritia flexuosa* por parcela de 20 x 50 m a partir de las fórmulas de Goodman *et al.* (2013), Freitas *et al.* (2006) y Cheve *et al.* (2006).**

Parcela	Biomasa (kg)		
	Goodman <i>et al.</i> (2013)	Freitas <i>et al.</i> (2006)	Cheve <i>et al.</i> (2006)
P06	2916.7	2527.9	3254.4
P07	3124.9	2823.4	3297.1
P08	1458.4	1264.0	2197.1
P09	16713.3	14499.9	13204.6
P10	22010.0	21195.2	15587.7
P14	11753.3	10718.1	9658.6
P15	13944.8	12707.1	12392.9
P16	4977.5	5036.7	4853.7
P17	3912.3	3940.2	3717.4
P18	5424.9	5280.9	3982.0
P19	7052.3	7184.2	4436.3
<b>Total</b>	<b>93288.3</b>	<b>87177.6</b>	<b>76581.9</b>



**Figura 3. Mapa de distribución del aguaje (*Mauritia flexuosa*) y unguirai (*Oenocarpus bataua*).**

## DISCUSIÓN

La cantidad de infrutescencias producidas por árbol de *M. flexuosa* varió de 0 a 4 en nuestro estudio, mientras que Delgado *et al.* (2007) reportaron un promedio de 3 infrutescencias, Trujillo *et al.* (2011) registraron 3.5 y Ponce *et al.* (2000) entre 3 y 5, por lo tanto la cantidad de infrutescencias de *M. flexuosa* varía de 0 a 5. La cantidad de frutos varía por fuerzas internas y externas; como la genética, edad, luminosidad, el clima, el suelo, entre otros. Esta información es relevante para el manejo de los aguajales y calcular su productividad.

La proporción de sexo del aguaje que encontramos fue de 1 hembra para 1.9 machos, esto fue debido a que hubo varios árboles hembras fueron talados para la extracción de sus frutos, eso se constató visualmente y en conversaciones con pobladores locales. En la Amazonía norperuana, Horn *et al.* (2012) encontraron 0.22 hembras para 0.78 machos (1 hembra para 3.5 machos) en la cuenca de Yanayacu, río Napo; Manzi y Coomes (2009) indicaron que hay 0.24 hembras para 0.76 machos cerca de Roca fuerte. En la Amazonía brasilera, Khorsand *et al.* (2013) registraron 0.6 hembras para 0.4 machos en Reserva Ecológica Macara, Roraima. Esto nos muestra que en ambientes cercanos a centros poblados se reportan más machos que hembras por la falta de un adecuado manejo.

Entonces, posiblemente el real sex-ratio del aguaje incluyen más individuos hembras, pero aún no sabemos cuántas hembras por macho existen en realidad para esta zona en ambientes no intervenidos, por ende, este fenómeno se torna muy interesante para su estudio especialmente en ambientes afectados antropicamente en la Amazonía peruana. Este desequilibrio en la cantidad de hembras en comparación con la cantidad de machos puede estar influenciando en la producción de frutos, disminuyendo su cantidad. Es muy importante cambiar la forma de extracción del fruto de aguaje de tal manera que no incluya la muerte de la palmera y promover su escalamiento para la colecta de los frutos (Delgado *et al.* 2007), adicional a esto, el precio de venta de aguaje en estas zonas es muy bajo, el cual debería mejorar toda vez que vendría de lugares manejados, esto ayudaría a los pobladores a tener mayor ganancia económica pero con menor volumen de extracción.

La cantidad de *M. flexuosa* con estípites fue de 2 a 25 en parcelas de 0.1 ha, lo que equivale al rango de 20 a 250 por hectárea (promedio = 105.5), esto está de acuerdo a varios autores (Salazar, 1967; Malleux *et al.* 1973; Urrego, 1987; Kahn & Mejía, 1990; Freitas, 1996; Mejía, 2000; IIAP, 2001; Freitas, 2002), quienes presentan un rango de 72 a 432 estípites (promedio = 206.8). Estas diferencias en las cantidades expresan lo que se conoce como aguajal denso y aguajal mixto (Zárate *et al.* 2013) aún falta realizar mayores estudios para determinar el umbral en cuanto a la cantidad de palmeras de aguaje del aguajal mixto y denso. El aguajal mixto y denso al parecer corresponde a una sucesión ecológica desde el aguajal denso al mixto (Hergoualc'h *et al.* 2017). Otra fuerza que está influenciando en la cantidad de individuos de aguaje es la sobre extracción (Delgado *et al.* 2007, Gilmore *et al.* 2013).

La biomasa del aguaje estimada tuvo un promedio de 804.2 kg (de acuerdo a la ecuación propuesta por Goodman *et al.* (2013), 751.5 kg (de acuerdo a la ecuación propuesta por Freitas *et al.*, 2006) y 660.2 kg (de acuerdo a la ecuación propuesta por Cheve *et al.* 2006). Estos resultados son similares a los reportados por Freitas *et al.* (2006) para aguajes de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, por lo tanto la biomasa aérea del aguaje es parecida en diferentes lugares.

## CONCLUSIÓN

La cantidad de infrutescencia de aguajes varía de 0 a 4 en el área de estudio, tiene una biomasa aérea de 77 a 93 T por 1.1 ha y tiene más individuos machos que hembras, por ello se debe aplicar planes de manejo para la extracción del fruto sin talar la palmera.

Es posible elaborar mapas o de distribución espacial potencial de aguaje y unguirai para la selva baja de la Amazonía peruana a partir de información de varias fuentes como satelital óptica o radar que sirven como insumos para la obtención de variables espaciales explicativas de presencia a partir de la recopilación de datos en campo, sumado a la aplicación de modelos predictivos que actualmente se disponen en herramientas libres.

## AGRADECIMIENTO

Los autores estamos muy agradecidos con Salomon Calvache López, Víctor Abdul Vásquez Mananita, Carlos H. Payaguaje Salazar, Ilmer S. Salazar Garces, Jamilton L. Piaguaje Macanilla, Kaner I. Cabrera, Jhon C. Pacaya Vilchez, Manuel Coquinche López y Jhonny Pacaya Payaguaje por ayudarnos en la fase de campo del presente estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aspajo F., Rodríguez Á.M., Corazón M.A., Freitas L., Del Castillo D., Castro D., García M., Renno J.F., García C.R. 2008. Caracterización Genética de los Morfotipos de Aguaje *Mauritia flexuosa* LF (Arecaceae) y análisis de la variabilidad de tres poblaciones naturales en la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 17 (1-2): 75 - 82.
- Balslev H., Grandez C., Paniagua Zambrana N., Møller A.L. y Hansen S.L. 2008. Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Biología*, 15: 121-132.
- Bejar A.M. 2014. *Evaluación de rodales naturales de aguaje "Mauritia flexuosa L.f" con fines de aprovechamiento sostenido en la comunidad Cametsa Quipatsi - Suaya en la región Ucayali*. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 68pp.
- Buendía B. 2016. *Evaluación del potencial de rodales naturales de aguaje (Mauritia flexuosa L.f) con fines de aprovechamiento del fruto en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú*. Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú. 60pp.
- Chave J., Andalo C., Brown S., Cairns M., Chambers J., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure P., Nelson B., Ogawa H., Puig H., Riera B. y Yamakura T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145: 87–99
- Chave J.C., Muller Landau H.C., Baker T.R., Easdale T.A., ter Steege H. y Webb C.O. 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2,456 neotropical tree species. *Ecological Applications*, 16: 2356-2367
- Dávila V.A. 2015. *Relación altura y diámetro con la productividad de frutos de Oenocarpus bataua Mart "ungurahui", distrito San Juan Bautista, Loreto, Perú – 2014*. Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 67pp.
- Delgado C., Couturier G., y Mejia K. 2007. *Mauritia flexuosa* (Arecaceae: Calamoideae), an Amazonian palm with cultivation purposes in Peru. *Fruits*, 62(3): 157-169.
- Dikau, R. 1989. The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. Three dimensional applications in geographical information systems, 51-77.

Endress B.A., Horn C.M. y Gilmore M. P. 2013. *Mauritia flexuosa* palm swamps: composition, structure and implications for conservation and management. *Forest ecology and management*, 302: 346-353.

Espinoza D.A. 2015. *Evaluación biométrica de seis parcelas de progenies de aguaje "Mauritia flexuosa L.F.", ubicadas en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera, Loreto, Perú*. Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 76pp.

Foster R., Beltrán H., Vriesendorp C., García R. y Pitman N. 2018. Río Yavarí, Prov. Mariscal Ramón Castilla, Loreto, PERU. Palmas del Yavari. © Environmental & Conservation Programs, The Field Museum, Chicago, IL 60605 USA. [RRC@fmnh.org] Rapid Color Guide # 161 versión 1.0.

Freitas L., Otárola Acevedo E., Del Castillo Torres D., Linares Bensimón C., Martínez Dávila P., Salas M. Adolfo G. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto-Perú. Documento técnico N°29. 62 pp

Freitas L. 1996. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera. IIAP. *Documento técnico* N°21. 77 pp

Freitas L. 2002. Impacto del aprovechamiento convencional sobre la densidad y regeneración de aguajes. Informe Sobre Inventario de aguajales en la zona La Punga. *Documento de trabajo*.

Freitas L., Alvarado J., Vásquez J., Torres D. 2010. Polinización controlada del aguaje *Mauritia flexuosa* Lf, aplicando diferentes tipos de conservación de polen, y frecuencias de aplicación. *Folia Amazónica*, 19(1-2): 49-54.

Freitas L. y Flores H. 2015. Condición silvicultural de la palmera *Mauritia flexuosa* Lf. en el ecosistema "aguajal" de Parinari, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 24(2): 155-162.

Freitas L., Ochoa M., Del Castillo D. 2011. Variabilidad morfológica de las estructuras reproductivas del aguaje *Mauritia flexuosa* Lf en tres poblaciones naturales de la Amazonía peruana. *Folia Amazónica*, 20(1-2): 101-109.

Gentry A. 1993. *A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa*. Conservation International. Washington, USA. 895pp.

Gilmore M.P., Endress B.A., y Horn C.M. 2013. The socio-cultural importance of *Mauritia flexuosa* palm swamps (aguajales) and implications for multi-use management in two Maijuna communities of the Peruvian Amazon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1): 1-23

Gonzales A., Jarama A.R., Chuquival G., Vargas R. 2006. Colección y evaluación de germoplasma de (*Mauritia flexuosa* L.F) aguaje en la Amazonía peruana. *Folia Amazónica*, 15(1-2): 19-28.

Gonzales A., Mejía K.M., Torres G. 2014. Caracterización morfológica de frutos de *Oenocarpus bataua* C. Martius "ungurahui". *Folia Amazónica*, 23(2): 131-138.

Goodman R.C., Phillips O.L., del Castillo Torres D., Freitas L., Cortese S.T., Monteagudo A. y Baker T.R. 2013. Amazon palm biomass and allometry. *Forest Ecology and Management*, 310: 994-1004.

Hammond, E. H. 1964. Analysis of properties in landform geography: An application to broadscale landform mapping. *Annals of the Association of American Geographers*, 54(1):11-19.

Hergoualch K., Gutierrez-Velez V.H., Menton M. y Verchot L.V. 2017. Caracterización de la degradación de los pantanos de palmeras turbosos desde el espacio y sobre el terreno: Un estudio exploratorio en la Amazonia peruana. CIFOR. 179. 25 pp

Horn C.M., Gilmore M.P., y Endress B.A. 2012. Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 267: 93-103.

IIAP. 2001. Zonificación Ecológico-Económica del Área de Influencia de la carretera Iquitos Nauta. Iquitos, Perú.

Kahn F. y Mejía K. 1990. Palm communities in wetland forest ecosystem of Peruvian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 33-34:169-179.

Khorsand R., Imbrozio R. y Koptur S. (2013). How do habitat and climate variation affect phenology of the Amazonian palm, *Mauritia flexuosa*?. *Journal of Tropical Ecology*, 29(3), 255-259.

Malleux J., Ojeda O., Lombarda I., Neyra R., Gonzales R., Lao M., Salazar C. 1973. Informe del avance de estudio de factibilidad de aprovechamiento de huasaí en la zona de Tamshiyacu, río Amazonas (Iquitos). Universidad Nacional Agraria. Lima.61pp.

Manzi M. y Coomes O.T. 2009. Managing Amazonian palms for community use: a case of aguaje palm (*Mauritia flexuosa*) in Peru. *Forest Ecology and Management*, 257(2): 510-517.

Mejía K. 2000. Palmerales de la reserva Nacional Pacaya Samiria. Informe final. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 38pp.

Mendoza D.E. 2005. Efecto socioeconómico del aprovechamiento del fruto de la *Mauritia flexuosa* Lf. aguaje, en las cuencas del Yanayacu y Samiria, Reserva Nacional Pacaya Samiria. Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 82pp.

Morgan J.M., y Lesh A.M. 2005. Developing landform maps using ESRI'S Model-Builder. In ESRI International User Conference

Ponce M.E., Stauffer F. W., de Lourdes Olivo, M., y Ponce, M. A. (2000). *Mauritia flexuosa* Lf (Arecaceae). Una revisión de su utilidad y estado de conservación en la cuenca amazónica, con especial énfasis en Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, pp. 19-46.

Rahman M., Tabassum F., Rasheduzzaman M., Saba H., Sarkar L., Ferdous J., Uddin S. y Islam A. 2017. Temporal dynamics of land use/land cover change and its prediction using CA ANN model for southwestern coastal Bangladesh, *Environmental Monitoring and Assessment*, 2017, 189:565.

Ribeiro J., Hopkins M., Vicentini A., Sothers C., Costa M., Brito J., Souza M., Martins L., Lohmann L., Assuncao P., Pereira E., Silva C., Mesquita M. y Procopio L. 1999. Flora da Reserva Ducke. *Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA. Manaus, Brasil. 799pp.

Ricaurte, L. F., Jokela, J., Siqueira, A., Núñez-Avellaneda, M., Marin, C., Velázquez-Valencia, A., & Wantzen, K. M. 2012. Wetland Habitat Diversity in the Amazonian Piedmont of Colombia. *Wetlands*, 32(6): 1189-1202

Ríos J.J. M., Castro C.M. V., Pérez E.C. y Ríos A.M. 2003. *Modelo probabilístico de la distribución geográfica del matorral subinermes en la reserva de la biosfera de Mapimí, Durango, México*. Agrofaz: publicación semestral de investigación científica, 3(2): 373-380.

Rojas R., Ruíz G., Ramírez P., Salazar C., Rengifo C., Llerena C., Marín C., Torres D., Ojanama J., Silvano W., Muñoz V., Luque H., Vela N., Del Castillo N., Solignac J., López V., Panduro F. 2001. Comercialización de masa y «fruto verde» de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) en Iquitos (Perú). *Folia Amazónica*, 12(1-2): 15-38

Rojas R., Salazar C., Llerena C., Rengifo C., Ojanama J., Muñoz V., Luque H., Solignac J., Torres D., Panduro F. 2001. Industrialización primaria del aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.) en Iquitos (Perú). *Folia Amazónica*, 12(1-2): 107-121.

Ropero R., Aguilera, P., Fernández A. y Rumí R. 2014. Redes bayesianas: una herramienta probabilística en los modelos de distribución de especies. *Revista Ecosistemas*, 23(1): 54-60.

Salazar C. 1967. El aguaje (*Mauritia vinifera*) recurso forestal potencial. *Revista Forestal del Perú*, 1(2): 65-68.

Sanjurjo-Vílchez J., Soudre-Zambrano M. y Bendayán-Acosta L. 2012. Distribución biogeográfica de seis especies de frutales nativos en la región Loreto, Perú. Una aproximación al 2020 mediante modelamiento y simulación usando diva-gis. *Folia Amazónica*, 21(1-2): 129-140.

Stohlgren T.J., Falkner M.B., Schell L.D., 1995. A Modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio* 117, 113 -121.

Trujillo-González J.M.T., Mora M.A.T. y Santana-Castañeda, E. 2011. La palma de Moriche (*Mauritia flexuosa* L.f.) un ecosistema estratégico. *Orinoquia*, 15(1), 62-70.

Urrego L. 1987. Estudio preliminar de la fenología de la canaguacha (*Mauritia flexuosa* L.f.). *Colombia Amazónica*, 2 (2): 57-81.

Vásquez Zavaleta T., Quispe Gomes I. 2010. Polinización Controlada en Ungurahui (*Oenocarpus batua* Mart.) Tambopata – Madre de Dios. *Folia Amazónica*, 19 (1-2): 55-59.

Zárate R., Mori T., y Maco-García J.T. 2013. Estructura y composición florística de las comunidades vegetales del ámbito de la carretera Iquitos-Nauta, Loreto-Perú. *Folia Amazónica*, 22(1-2): 77-89.

Zárate R., Palacios J.J., Jung N.I., Ramos M.C., Méndez E.A., Mozombite L.F., Jarama A.R., Fachín L.M., Rondón I., Sánchez A., Domper A.R. y Pinheiro J. V. 2018. Iniciativa Visor de Servicio Web: Mapa Global de Publicaciones (Loreto). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Versión 1. Iquitos, Perú. [www.iiap.org.pe/mapa\\_publicaciones](http://www.iiap.org.pe/mapa_publicaciones).

**Tabla 5. Ubicación de los 388 individuos de *Oenocarpus batua* registrados para la elaboración del mapa de densidad.**

ID	Longitud	Latitud	msnm	ID	Longitud	Latitud	msnm
1	-74° 19' 14"	-1° 01' 06"	161	51	-74° 20' 24"	-0° 59' 49"	145
2	-74° 19' 14"	-1° 01' 07"	161	52	-74° 20' 24"	-0° 59' 49"	149
3	-74° 19' 13"	-1° 01' 09"	160	53	-74° 20' 24"	-0° 59' 48"	149
4	-74° 19' 12"	-1° 01' 12"	169	54	-74° 20' 24"	-0° 59' 48"	150
5	-74° 19' 11"	-1° 01' 12"	170	55	-74° 20' 25"	-0° 59' 47"	152
6	-74° 19' 11"	-1° 01' 12"	170	56	-74° 20' 25"	-0° 59' 45"	151
7	-74° 19' 11"	-1° 01' 13"	167	57	-74° 20' 25"	-0° 59' 44"	147
8	-74° 19' 11"	-1° 01' 13"	166	58	-74° 20' 25"	-0° 59' 43"	146
9	-74° 19' 11"	-1° 01' 13"	165	59	-74° 20' 26"	-0° 59' 37"	148
10	-74° 19' 11"	-1° 01' 13"	165	60	-74° 20' 26"	-0° 59' 37"	149
11	-74° 19' 03"	-1° 01' 30"	167	61	-74° 20' 26"	-0° 59' 36"	150
12	-74° 19' 03"	-1° 01' 34"	166	62	-74° 20' 26"	-0° 59' 33"	150
13	-74° 19' 02"	-1° 01' 36"	167	63	-74° 20' 26"	-0° 59' 33"	151
14	-74° 19' 02"	-1° 01' 37"	169	64	-74° 20' 26"	-0° 59' 31"	151
15	-74° 19' 01"	-1° 01' 38"	169	65	-74° 20' 26"	-0° 59' 31"	151
16	-74° 19' 01"	-1° 01' 40"	167	66	-74° 20' 27"	-0° 59' 28"	152
17	-74° 19' 01"	-1° 01' 40"	167	67	-74° 20' 27"	-0° 59' 28"	152
18	-74° 18' 59"	-1° 01' 44"	168	68	-74° 20' 27"	-0° 59' 28"	154
19	-74° 18' 59"	-1° 01' 47"	172	69	-74° 20' 27"	-0° 59' 27"	153
20	-74° 18' 59"	-1° 01' 48"	171	70	-74° 20' 27"	-0° 59' 25"	156
21	-74° 18' 58"	-1° 01' 48"	168	71	-74° 20' 27"	-0° 59' 24"	156
22	-74° 18' 58"	-1° 01' 48"	168	72	-74° 20' 27"	-0° 59' 23"	154
23	-74° 18' 58"	-1° 01' 49"	168	73	-74° 20' 27"	-0° 59' 20"	155
24	-74° 18' 56"	-1° 01' 56"	170	74	-74° 20' 28"	-0° 59' 13"	173
25	-74° 18' 56"	-1° 01' 57"	170	75	-74° 20' 29"	-0° 59' 05"	166
26	-74° 18' 53"	-1° 02' 02"	169	76	-74° 20' 29"	-0° 59' 03"	173
27	-74° 18' 53"	-1° 02' 02"	169	77	-74° 20' 30"	-0° 58' 55"	157
28	-74° 18' 52"	-1° 02' 04"	170	78	-74° 20' 30"	-0° 58' 52"	157
29	-74° 18' 53"	-1° 02' 04"	170	79	-74° 20' 31"	-0° 58' 51"	163
30	-74° 18' 52"	-1° 02' 05"	171	80	-74° 20' 31"	-0° 58' 50"	163
31	-74° 18' 52"	-1° 02' 05"	172	81	-74° 20' 31"	-0° 58' 50"	162
32	-74° 18' 51"	-1° 02' 06"	171	82	-74° 20' 31"	-0° 58' 46"	164
33	-74° 18' 51"	-1° 02' 06"	171	83	-74° 20' 32"	-0° 58' 45"	166
34	-74° 18' 51"	-1° 02' 06"	171	84	-74° 20' 32"	-0° 58' 43"	178
35	-74° 18' 51"	-1° 02' 07"	171	85	-74° 20' 33"	-0° 58' 39"	179
36	-74° 18' 51"	-1° 02' 08"	170	86	-74° 20' 33"	-0° 58' 38"	176
37	-74° 18' 51"	-1° 02' 08"	170	87	-74° 20' 34"	-0° 58' 35"	164
38	-74° 18' 49"	-1° 02' 11"	170	88	-74° 20' 33"	-0° 58' 33"	167
39	-74° 18' 49"	-1° 02' 12"	169	89	-74° 20' 33"	-0° 58' 32"	178
40	-74° 18' 43"	-1° 02' 23"	171	90	-74° 20' 33"	-0° 58' 32"	178
41	-74° 18' 42"	-1° 02' 25"	173	91	-74° 20' 33"	-0° 58' 30"	181
42	-74° 18' 42"	-1° 02' 25"	173	92	-74° 20' 33"	-0° 58' 30"	181
43	-74° 18' 40"	-1° 02' 29"	172	93	-74° 20' 33"	-0° 58' 27"	181
44	-74° 18' 42"	-1° 02' 26"	169	94	-74° 20' 33"	-0° 58' 27"	181
45	-74° 20' 24"	-0° 59' 55"	148	95	-74° 20' 32"	-0° 58' 25"	179
46	-74° 20' 24"	-0° 59' 54"	147	96	-74° 20' 32"	-0° 58' 24"	179
47	-74° 20' 24"	-0° 59' 54"	148	97	-74° 20' 32"	-0° 58' 24"	179
48	-74° 20' 24"	-0° 59' 53"	146	98	-74° 20' 32"	-0° 58' 24"	177
49	-74° 20' 24"	-0° 59' 52"	145	99	-74° 20' 32"	-0° 58' 23"	177
50	-74° 20' 24"	-0° 59' 50"	143	100	-74° 20' 32"	-0° 58' 23"	177







## CAPÍTULO 3

# ANFIBIOS Y REPTILES EN BOSQUE INUNDABLE Y TIERRA FIRME

Pedro E. Pérez Peña, Ian Paul Medina Torres, Jorge S. Pizarro García

### RESUMEN

Los estudios de composición y abundancia por hábitats son de gran importancia para comprender con mayor profundidad los patrones de diversidad de anfibios y reptiles en la Amazonía. Por ello, se utilizaron el reconocimiento por encuentros visuales, registros auditivos y casuales para evaluar la herpetofauna en bosques inundables (aguajal mixto, varillal pantanoso, terraza baja) y tierra firme (colina baja) de la cuenca alta del Putumayo. El esfuerzo de 144 horas-hombres y los registros casuales y auditivos permitieron encontrar 53 especies de anfibios y 32 reptiles. El bosque de colina baja tuvo la mayor riqueza de especies, mientras que el varillal pantanoso fue el más pobre. Se observó mayor dominancia en los bosques inundables en donde las familias Hylidae y Leptodactylidae fueron las más abundantes. Se evidenció la dominancia en particular de alguna especie en cada hábitat. *Leptodactylus discodactylus* fue más abundante en el varillal pantanoso, *Osteocephalus planiceps* en terraza baja, *Boana geographica* y *Leptodactylus discodactylus* en aguajal mixto y *Osteocephalus planiceps* y *Rhinella margaritifera* en colina baja. La comunidad de anfibios y reptiles del bosque inundable y tierra firme difieren significativamente. El registro de *Amazophrynella amazonicola* en colina baja nos permitió ampliar su distribución a 244 km al norte. Los anfibios y reptiles están en buen estado de conservación pero es necesario implementar estrategias de uso sostenible de otras especies que crean microhábitats de reproducción para lograr una conservación efectiva.

**Palabras clave:** Abundancia, Amazonía, Biodiversidad, Hábitats, Herpetofauna.

### ABSTRACT

Studies of composition and abundance by type of habitat are of great importance to understand in greater depth the diversity patterns of amphibians and reptiles in the Amazon. Visual encounter survey, auditory and casual were used to evaluate the herpetofauna in flooded forest (mixed palm swamp, peatland pole forest and low terrace) and terra firme (low hill), in the upper Putumayo basin. The effort of 144 man-hours and casual and auditory records allowed finding 53 species of amphibians and 32 reptiles. The low hill forest had the highest species richness while the peatland pole forest was the poorest. Greater dominance was observed in the flooded forests and the families Hylidae and Leptodactylidae were the most abundant. The dominance in particular of some species in each habitat was evidenced. *Leptodactylus discodactylus* was the most abundant in the peatland pole forest, *Osteocephalus planiceps* in low terrace, *Boana geographica* and *Leptodactylus discodactylus* in mixed aguajal and *Osteocephalus planiceps* and *Rhinella margaritifera* in low hill. The community of amphibians and reptiles of flooded forest and terra firme differ significantly. Our record of *Amazophrynella amazonicola* in low hill allowed us to expand its distribution to 244 km to the north. Amphibians and reptiles are still in good condition but it is necessary to implement strategies for the sustainable use of other species that create breeding microhabitats to achieve effective conservation.

**Keywords:** Abundance, Amazon, Biodiversity, Habitats, Herpetofauna.

## INTRODUCCIÓN

El Putumayo es una de las cuencas más importantes en la Amazonía peruana no sólo por albergar una extraordinaria biodiversidad de flora y fauna (Aquino *et al.* 2007, Pitman *et al.* 2016) sino también por tener una excepcional riqueza étnica y cultural (Mayor y Bodmer 2009). Una muestra representativa de su alta biodiversidad son los anfibios y reptiles, especies indicadoras que habitan diversos hábitats inundables y de tierra firme. Este tipo de información es vital para comprender profundamente los patrones de diversidad en nuestra Amazonía (Von May *et al.* 2010), asimismo, permite tomar la mejor decisión, como la conservación de aquellas especies con poblaciones amenazadas y restringidas a un tipo de hábitat.

La mayoría de estudios herpetológicos en el Putumayo se orientaron a crear listados de especies (Lescure y Gasc 1986, Acosta-Galvis y Brito 2016, Brito y Acosta-Galvis 2016, Rodríguez y Knell 2004, Von May y Mueses-Cisneros 2010, Von May y Venegas 2010, Venegas y Gagliardi 2013, Chávez y Mueses-Cisneros 2016), información muy importante que permitió conocer la existencia de al menos 124 especies de anfibios y 103 reptiles, aunque se desconoce la composición y abundancia en los diferentes tipos de hábitats. En la Amazonía norte peruana, los pocos estudios de abundancia por hábitats se limitaron a evaluar un sólo tipo de bosque, como el estudio de anfibios y reptiles en bosque de colina baja del río Itaya (Rengifo-Pashanasi y Pérez-Mendoza, 2013), bosque sobre arena blanca del río Blanco (Pérez-Panduro 2016) y de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (Rivera 1999), bosque de terraza media de Mazán (Lopez 2009), así como anfibios del bosque inundable y vegetación flotante del río Samiria (Odicio-Iglesias 2012, Upton 2014). Cada estudio demostró que los hábitats tienen una especie dominante en particular.

Al sur de la Amazonía peruana hay más especies de anfibios en el bosque inundable (Von May *et al.* 2010), aunque esta riqueza puede disminuir de acuerdo al grado de susceptibilidad de inundación (Pereira-Ramalho *et al.* 2017), es decir los bosques con menos estrés hídrico pueden tener mayor número de especies. Los bosques de tierra firme y la red de pequeños cuerpos de agua atraen a muchas especies con reproducción acuática (Rojas-Ahumada y Menin 2010, Menin *et al.* 2011, Jorge *et al.* 2016). Los bosques de tierra firme también tienen alta riqueza específica de especies con desarrollo directo especialmente en lugares con poca intervención antrópica (Perman *et al.* 1995, Rojas-Zamora y Pérez-Peña 2018).

El conocimiento de la diversidad herpetológica por hábitats es fundamental para descifrar los complejos patrones de distribución y diversidad de los anfibios y reptiles en nuestra Amazonía, permitiendo conocer a las especies abundantes y claves de los diferentes hábitats, las que pueden ser usadas en programas de monitoreos del estado de conservación de la Amazonía. Por ello, este estudio muestra la diversidad y abundancia de anfibios y reptiles en los bosques de terraza baja, aguajal mixto, varillal pantanoso y colina baja, y analiza la abundancia y dominancia de las especies y su estado de conservación. De esta forma se pretende ayudar brindando información que permita monitorear una zona con alta diversidad de especies.

## COLECTA DE DATOS

### Área de Estudio

El estudio se realizó en bosques de tierra firme e inundable de los ríos Angusilla y Yubineto, afluentes de la cuenca alta del Putumayo al norte de Loreto en la frontera de Perú-Colombia. (Figura 1). El área de estudio limita al norte con la Reserva Comunal Airo Pai. La urbe más cercana es Puerto Leguizamo, ciudad colombiana situada a 84 km al norte, en donde la temperatura promedio es de 26.3°, y los picos más altos ocurren entre noviembre y marzo, y la más baja entre junio y julio; la precipitación anual es 2990 mm y la mensual oscila entre 108 y 377 mm; la mayor precipitación se da entre abril y julio, y la menor entre diciembre y enero (climate-data.org).

La temporada de vaciante se inicia en agosto y llega a su mínimo nivel entre los meses de diciembre y febrero, mientras que la temporada de aguas altas comienza lentamente entre marzo y mayo, y se maximiza entre junio y julio. El registro de anfibios y reptiles se realizó al inicio de la vaciante, entre los meses de agosto y setiembre del 2017. Se tuvo tres zonas de muestreos: la primera estuvo ubicada en la comunidad secoya de Mashunta (río Angusilla), la segunda en otra comunidad secoya llamada Santa Rita (río Yubineto), y la tercera en la comunidad kichwa Nuevo Jerusalén que está ubicada a orillas del río Putumayo a la margen derecha.

### Diseño de muestreo

El diseño de muestreo fue de tipo estratificado por tratarse de diferentes tipos de hábitats. Se establecieron 18 unidades de muestreo, seis en cada localidad (Mashunta, Santa Rita, Nueva Jerusalén). A nivel de hábitats se tuvieron cinco unidades en bosque de colina baja, tres en varillal hidromórfico o pantanoso, cuatro en bosque de terraza baja y seis en aguajal mixto (Tabla 01). Las unidades de muestreos fueron transectos lineales de 200 m, separados al menos por 300 m para obtener independencia. Cada transecto fue muestreado durante tres días y fueron caminados durante una hora en el día y la noche. La búsqueda se realizó entre las 9:00 y 12:00 h y entre las 20:00 y 23:00. En este tiempo se muestreo tres transectos de forma continua.

### Métodos

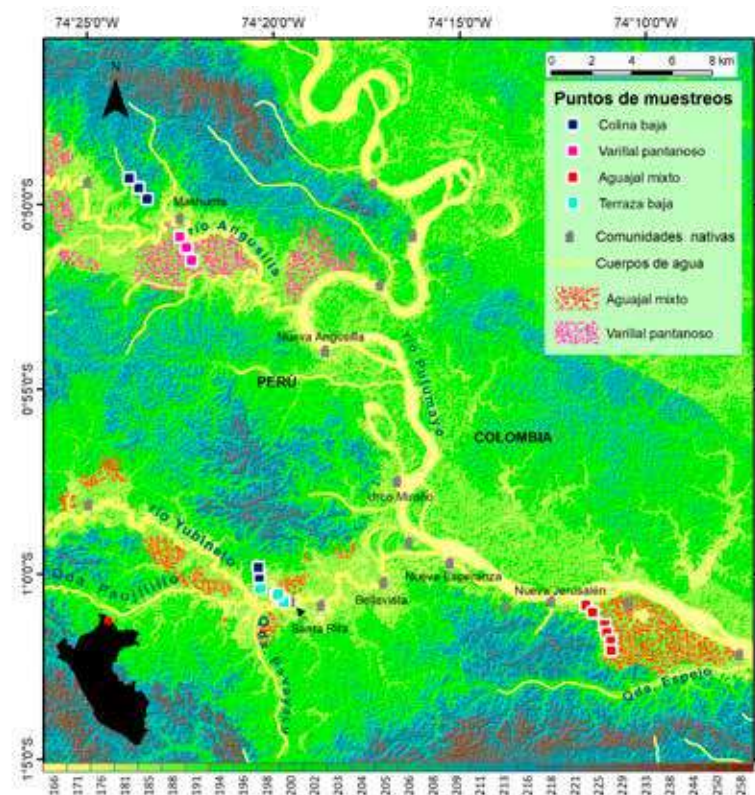
#### Relevamiento por Encuentros Visuales (Crump y Scott 2001)

Se realizó la búsqueda durante una hora en transectos de 200 m en el día y la noche. El esfuerzo se expresó en horas/hombre de búsqueda, y en cada registro se anotó el nombre de la especie, hora de registro, microhábitat, longitud hocico-cloaca (mm) y masa (g). Se excluyeron tiempos de lluvia y post-lluvia para evitar sub o sobrestimar las abundancias. La búsqueda se realizó de forma activa en el sotobosque con la ayuda de una vara. Los microhábitats muestreados fueron las hojarasca, troncos caídos, orillas de cuerpos de agua, hierbas, plántulas, arbustos, árboles y palmeras, además de forma esporádica aquellos estratos superiores mayor a 3 m de altura. Este método es usado para determinar la riqueza de especies de un área y calcular índices de abundancias dentro de una comunidad, aunque puede subestimar las especies diminutas que viven en la hojarasca como los microhílicos y otras especies fosoriales y de dosel (Doan 2003, Crump y Scott 2001).

Para disminuir las ausencias de especies de dosel se utilizó también registros auditivos con la finalidad de registrar aquellas especies que viven en hoyos en medio dosel y en las copas de los árboles. Este método se empleó al mismo tiempo que el VES en los transectos. Es muy eficiente cuando se conoce los cantos de las especies y resulta muy importante para algunas especies arborícolas, crípticas, fosoriales y de hojarasca. Asimismo se tuvieron registros oportunistas o casuales, las cuales se realizaron de forma complementaria para aumentar la lista de especies (Pérez y Yáñez 2003, Hutchens y DePerno 2009). Esto se realizó fuera del horario de evaluación y participaron todas las personas que estuvieron realizando estudios en la zona, quienes capturaron y entregaron individuos de anfibios y reptiles al equipo herpetológico. Durante el estudio se tomaron muestras fotográficas de todas las especies, y se colectaron ejemplares para luego ser depositados en la Colección de Biodiversidad del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

**Tabla 1. Ubicación de las unidades de muestreo evaluadas en la cuenca alta del río Putumayo. Las letras iniciales indican la localidad: Mashunta (M), Santa Rita (SR), Nuevo Jerusalén (NJ) y las últimas letras indican el tipo de bosque: Bosque de colina basa (Bcb), Varillal pantanoso (Vp), Bosque de terraza baja (Btb) y Aguajal mixto (Am).**

Lugar	Unidad de muestreo	Inicio		Fin	
		X	Y	X2	Y2
Mashunta	MT1A-Bcb	-0.83092060	-74.38976568	-0.82971757	-74.39103306
	MT1B-Bcb	-0.82591831	-74.39354106	-0.82479673	-74.39496120
	MT1C-Bcb	-0.82152222	-74.39776569	-0.81951390	-74.39824231
	MT3A-Vp	-0.84786286	-74.37507797	-0.84944590	-74.37422394
	MT3B-Vp	-0.85275666	-74.37208445	-0.85440303	-74.37126635
Santa Rita	MT3C-Vp	-0.85855524	-74.36977380	-0.85983064	-74.36861424
	SR1A-Btb	-1.00613764	-74.33914495	-1.00424690	-74.33920824
	SR1B-Bcb	-1.00132487	-74.33946946	-0.99958796	-74.33973943
	SR1C-Bcb	-0.99692828	-74.33992870	-0.99499236	-74.34027960
	SR2A-Btb	-1.01226003	-74.32846652	-1.01132855	-74.33000358
Nueva Jerusalen	SR2B-Btb	-1.00914865	-74.33167571	-1.00841622	-74.33338348
	SR2C-Btb	-1.00902187	-74.33108256	-1.00733912	-74.33074137
	NJT2A-Am	-1.01385740	-74.19339470	-1.01517784	-74.19207325
	NJT2B-Am	-1.01702287	-74.19037420	-1.01884125	-74.19059842
	NJT2C-Am	-1.02277501	-74.18503433	-1.02351639	-74.18339846
	NJT2-2A-Am	-1.02607671	-74.18416173	-1.02765966	-74.18355918
	NJT2-2B-Am	-1.03000236	-74.18236328	-1.03177534	-74.18194042
	NJT2-2C-Am	-1.03419075	-74.18206563	-1.03577399	-74.18255952



**Figura 1. Mapa de ubicación de las unidades de muestreo en los diferentes tipos de vegetación en la cuenca alta del Putumayo.**

### Identificación y preservación

Las especies de anfibios y reptiles se identificaron con las guías o descripciones de Dixon y Soini (1986), Heyer (1994), Duellman y Mendelson III (1995), Ávila-Pires (1995), Morales (2002), Angulo *et al.* (2003), Duellman (2005), Lima *et al.* (2005), Elmer y Cannatella (2008), Vitt *et al.* (2008), Duellman y Lehr (2009), Lehr *et al.* (2010) Brown *et al.* (2011), Gunther *et al.* (2012) y Caminer y Ron (2014). La sistemática y nomenclatura en anfibios sigue a Frost (2018) y en reptiles a Uetz *et al.* (2018).

Las especies de interés, raras o posibles nuevas para la ciencia fueron colectadas para su preservación. Los anfibios y pequeños reptiles fueron sumergidos en una solución de lidocaína entre 2 y 5 minutos. El sacrificio de los reptiles grandes se realizó con una inyección en el corazón. Posteriormente se fijó en alcohol de 96% durante 15 horas en la cámara húmeda y luego se preservó en alcohol de 70% previo etiquetado. Las muestras fueron depositadas en la Colección de Biodiversidad del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

### Estado de conservación y amenazas

Se evaluó el estado de conservación de las especies mediante las listas de especies amenazadas del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, las especies incluidas en los apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre-CITES, y la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN. Además se evaluó de acuerdo a la abundancia o presencia de especies indicadoras de bosque saludable. Las amenazas se identificaron *in situ* durante las evaluaciones de campo.

### Análisis de Datos

La diversidad se analizó en términos de riqueza, abundancia y dominancia. La riqueza observada se determinó como el número de especies registradas y su comparación fue mediante curvas de rarefacción, porque permite comparar muestras heterogéneas o con diferencia en esfuerzo de búsqueda. La riqueza esperada fue estimada con los estimadores no paramétrico de Chao 1 y 2 utilizando PAST (Hammer *et al.* 2001) y graficada mediante SigmaPlot 11.0. La dominancia fue calculada con el índice de Simpson y graficada con la curva de orden de especies-abundancia. Se estimó el índice de abundancia mediante la división entre el número de individuos de cada especie y el esfuerzo empleado en cada unidad de muestreo (número de individuos / horas hombre de muestreo).

La similitud entre hábitats se realizó con el Análisis de Componentes Principales (ACP) usando una matriz de covarianza para encontrar las especies con mayor variación entre los hábitats y se complementó con el Análisis de Similitud (ANOSIM) para evaluar sus diferencias entre las comunidades de anfibios y reptiles por tipo de hábitats. Se utilizó el software Community Analysis Package - CAP 4.0 (Henderson y Seaby 2007). Los datos de las matrices fueron sometidos a una transformación para reducir la influencia de taxones dominantes.

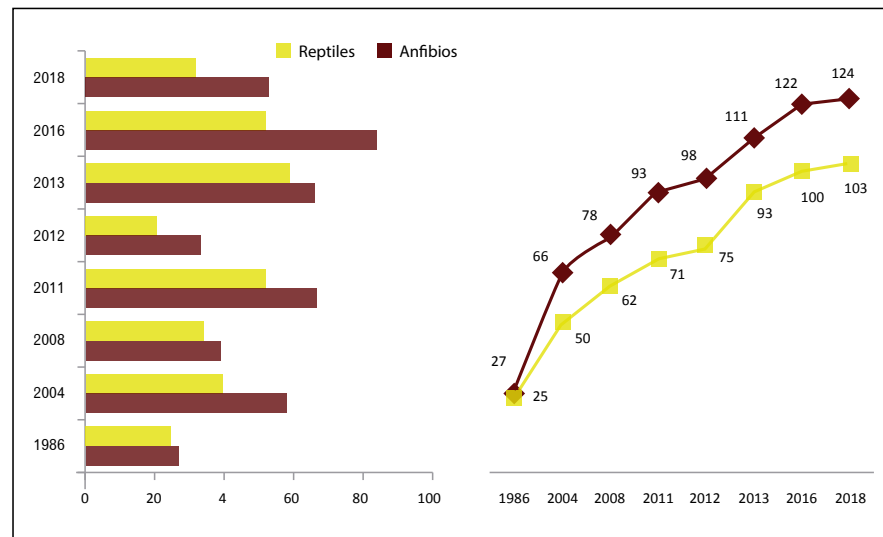
### RESULTADOS

#### Riqueza de especies

El esfuerzo de 144 horas-hombre en transectos y los registros casuales y auditivos durante 20 días de muestreo diurnos y nocturnos reportó un total de 85 especies, 53 anfibios y 32 reptiles (Ver anexo). Las 53 especies de anfibios fueron del orden Anura, y las ranas arborícolas de la familia Hylidae y Craugastoridae tuvieron la mayor riqueza con 20 y 10 especies, respectivamente. Las familias que tuvieron menos de dos especies fueron Aromobatidae, Dendrobatidae, Microhylidae, Phyllomedusidae y Pipidae. Las 32 especies de reptiles se distribuyeron en 28 géneros y 12 familias dentro de los órdenes Crocodylia, Squamata y

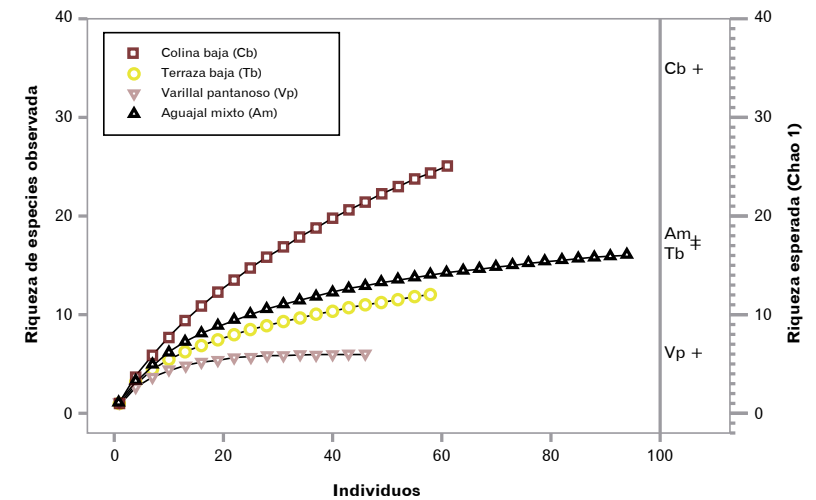
Testudines, siendo la familia Colubridae, con 14 especies, la que tuvo mayor riqueza. Las otras familias presentaron menos de cuatro especies. Nuestro estudio tiene dos nuevos registros de anfibios: *Boana alfaroi* y *Dendropsophus riveroi* y tres reptiles: *Imantodes lentiferos*, *Oxybelis fulgidus* y una especie de *Erythrolamprus*.

Considerando nuestros estudios y aquellos realizados en toda la cuenca del Putumayo desde 1986, se estima un total de 227 especies, de las cuales 124 son anfibios y 103 reptiles. Las curvas de acumulación aún están en crecimiento en anfibios y reptiles. Según el estimador no paramétrico de Chao2 se cree que la cuenca del Putumayo puede albergar 143 especies de anfibios y 139 de reptiles, es decir una riqueza muy parecida entre ambos grupos (Figura 2).



**Figura 2. Riqueza de especies de anfibios y reptiles registradas desde 1986 (izquierda) y su acumulación de especies en la cuenca del Putumayo (derecha). Los registros se obtuvieron de Lescure y Gasc (1986), Rodríguez y Knell (2004), Yañez-Muñoz y Venegas (2008), Von May y Mueses-Cisneros (2011), Venegas y Gagliardi (2013), Chávez y Mueses-Cisneros (2016) y el presente estudio.**

Los cuatro hábitats: bosque de terraza baja, colina baja, varillal pantanoso o hidromórfico y aguajal mixto presentaron diferentes valores de riqueza en anfibios y reptiles. El análisis comparativo entre estos hábitats del grupo mejor representado, los anfibios, mostró que el bosque de colina baja alberga mayor riqueza de especies, y el varillal hidromórfico es el que menos cantidad de especies presenta. Los bosques de terraza baja y aguajal mixto tienen la mitad de especies que alberga el bosque con mayor riqueza. En el bosque de colina baja se registraron 25 especies, que es el 72% de las especies esperadas (35 especies), mientras que en el bosque de terraza baja y aguajal mixto se identificaron un total de 12 y 16 especies, las que conforman el 70 y 91% de las especies esperadas (17 especies en ambos) (Figura 3). Es decir, se logró registrar en mayor proporción a las especies del aguajal mixto. En el varillal hidromórfico, hábitat inundado, se registraron solamente seis especies, y posiblemente se haya registrado todas las especies presentes en esta temporada, es posible que existan otras especies en temporada de máxima vaciante y creciente.



**Figura 3. Riqueza de especies observadas (izquierda) y esperadas de anfibios usando el estimador no paramétrico de Chao1 (derecha) en los bosques de colina baja, aguajal mixto, terraza baja y varillal pantanoso.**

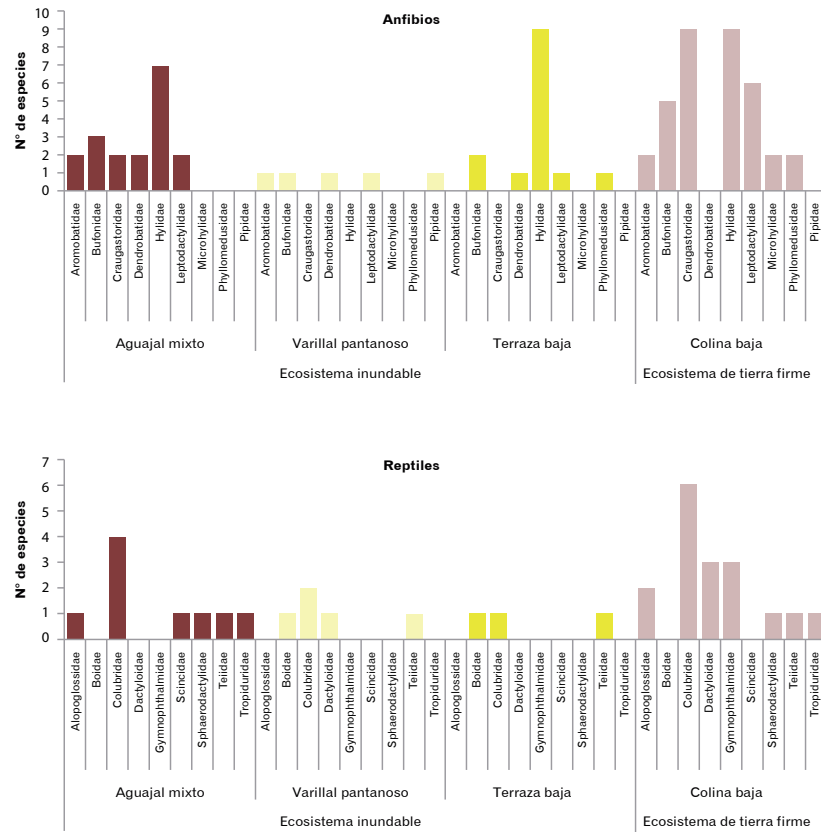
Las especies de ranas arborícolas de la familia Hylidae estuvieron mejor representadas en los cuatro tipos de hábitats, es decir, estas especies fácilmente exploran los diferentes hábitats amazónicos, fue la familia con mayor número de especies en el ecosistema inundable, mientras que en tierra firme, además de los hílidos, la familia Craugastoridae tuvo mayor número de especies, así como las familias Leptodactylidae y Bufonidae (Figura 4).

En el aguajal mixto, varillal pantanoso y terraza baja, se registraron mayor cantidad de especies de ranas arborícolas del género *Boana* y *Osteocephalus*, mientras que en colina baja hubo más especies de ranas arborícolas de desarrollo directo, los *Pristimantis*, las ranas terrestres *Leptodactylus* y *Rhinella*, así como también las ranas arborícolas *Boana* quienes tienen desarrollo larval. Evidentemente, en el bosque de colina baja se registraron más especies de ranas terrestres. Es decir, el ecosistema de tierra firme alberga mayor número de especies terrestres que el ecosistema inundable.

Las serpientes de la familia colubridae tuvieron el mayor número de especies. En el bosque de colina baja se registraron especies importantes de lagartijas arborícolas de la familia Dactyloidae, lagartijas terrestres de la familia Gymnophthalmidae y Alopoglossidae (Figura 4). Es decir, los reptiles al igual que los anfibios siguen el mismo patrón de riqueza entre los diferentes tipos de hábitats. Los únicos géneros que tuvieron más de dos especies, y se registraron sólo en bosque de colina, fueron las lagartijas arborícolas *Anolis* y las terrestres *Alopoglossus* que viven entre las hojarascas, ramas y troncos caídos.

#### Abundancia

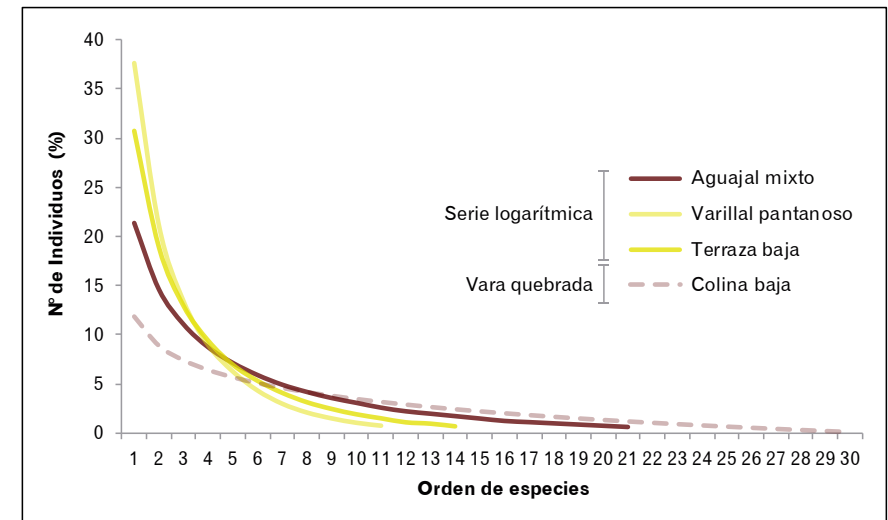
La dominancia de anfibios y reptiles por tipo de hábitat fue gradualmente disminuyendo a medida que el hábitat se convertía en tierra firme, tal es así que el varillal pantanoso con presencia continua de agua, tuvo 0.24 de dominancia, la terraza baja, con gran cantidad de agua durante 6 meses, tuvo 0.18, el aguajal mixto con menos cantidad de agua mostró una dominancia de 0.12, y la colina baja con ausencia de agua tuvo 0.07. Es decir, en promedio el ecosistema inundable tuvo una dominancia de 0.18 y el de tierra firme sólo alcanzó 0.07.



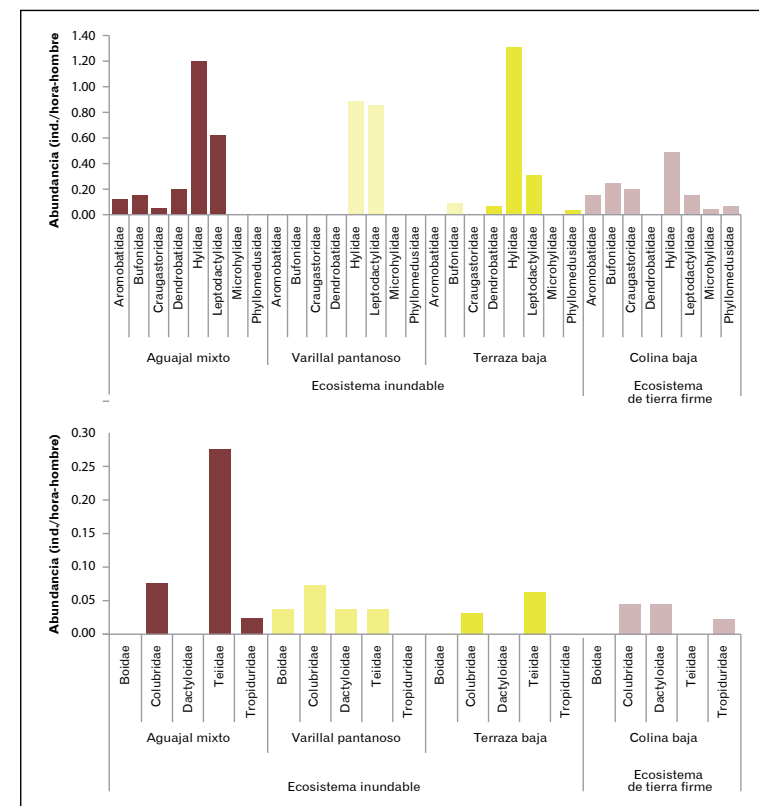
**Figura 4. Riqueza de especies por familia y hábitats de anfibios y reptiles a inicios de la temporada de vaciante. Nótese la importancia de la familia Hylidae y Colubridae en todos los hábitats.**

Los modelos de distribuciones de abundancia de los hábitats inundables fueron coherentes con el modelo de serie logarítmica ( $P > 0.05$ ) mientras que el de colina baja siguió al modelo de vara quebrada ( $P > 0.05$ ). La serie logarítmica indica que hay pocas especies con gran abundancia mientras que la vara quebrada revela muchas especies en similar condición, es decir, menos dominancia (Figura 5).

La abundancia de las ranas arborícolas de la familia Hylidae fue mayor en los cuatro tipos de hábitats, aunque tuvo valores más altos en terraza baja y aguajal mixto alcanzando 1.31 ind./hora-hombre y 1.20 ind./hora-hombre. Las ranas terrestres de la familia Leptodactylidae también lograron abundancias altas sólo en los tres hábitats inundables, con 0.85 ind./hora-hombre, 0.63 ind./hora-hombre y 0.31 ind./hora-hombre en varillal pantanoso, aguajal mixto y terraza baja. En el bosque de colina baja tuvieron mayor abundancia las especies terrestres de la familia Bufonidae, las pequeñas ranas arborícolas de desarrollo directo de la familia Craugastoridae, las ranas terrestres de la familia Aromobatidae y Leptodactylidae con 0.24 ind./hora-hombre, 0.20 ind./hora-hombre, 0.16 ind./hora-hombre y 0.16 ind./hora-hombre, respectivamente (Figura 6). En reptiles, las lagartijas heliofílicas de la familia Teiidae tuvieron la abundancia más alta sólo en el aguajal mixto. En el resto de hábitats la abundancia de reptiles fue tan baja que no alcanzó a mostrar dominancia alguna (Figura 6).



**Figura 5. Distribución de la abundancia de anfibios y reptiles en los hábitats de ecosistema inundable y tierra firme. Nótese la diferencia del modelo de distribución entre ambos ecosistemas.**



**Figura 6. Abundancia de las familias de anfibios y reptiles por tipo de hábitats.**

En el aguajal mixto las especies más abundantes fueron *Boana geographica* y *Leptodactylus discodactylus*, ambas con 0.55 ind./hora-hombre, y son especies que aprovechan la disponibilidad de charcos para su reproducción. En el varillal pantanoso, hábitat con suelo inundado, abunda excepcionalmente *Leptodactylus discodactylus* con 0.85 ind./hora-hombre, especie con preferencia de charcos que a lo largo del transecto de muestreo estuvo vocalizando. Esta rana también puede registrarse en el suelo húmedo entre las hojarascas pero mayormente esta en charcos.

En el bosque de terraza baja la rana arborícola *Osteocephalus planiceps* fue la más abundante con 0.66 ind./hora-hombre y tuvo preferencia por los arbustos, lianas y aletas de grandes árboles. En el bosque de colina baja las más abundantes fueron *O. planiceps* y *Rhinella margaritifera* con 0.22 ind./hora-hombre y 0.20 ind./hora-hombre. La primera especie también fue abundante en bosque de terraza baja, aunque los individuos tuvieron tamaños entre 30.1 y 83.7 mm, mientras que en colina baja tuvieron entre 32.7 y 86.3 mm (Figura 7), es decir se registró individuos ligeramente de mayor tamaño en el ecosistema de tierra firme. La segunda especie es terrestre durante el día aunque en las noches se encuentra reposando en las hojas o ramas de las plántulas o arbustos.

En colina baja las ranas no alcanzaron las abundancias de las ranas dominantes de los hábitats inundables, el cual es una evidencia que en este tipo de ecosistemas sólo algunas especies logran adaptarse a las condiciones inundables y quienes lo logran suelen dominar excepcionalmente. Es importante notar que la lagartija heliofílica *Kentropyx pelviceps* fue el único reptil abundante en aguajal mixto. Asimismo, fue muy particular el mayor número de especies de serpientes en el varillal pantanoso. Las especies presentes fueron: *Helicops angulatus* (acuática), *Imantodes cenchoa* y *Corallus hortulanus* (arborícola). No se registró especies terrestres en este hábitat.

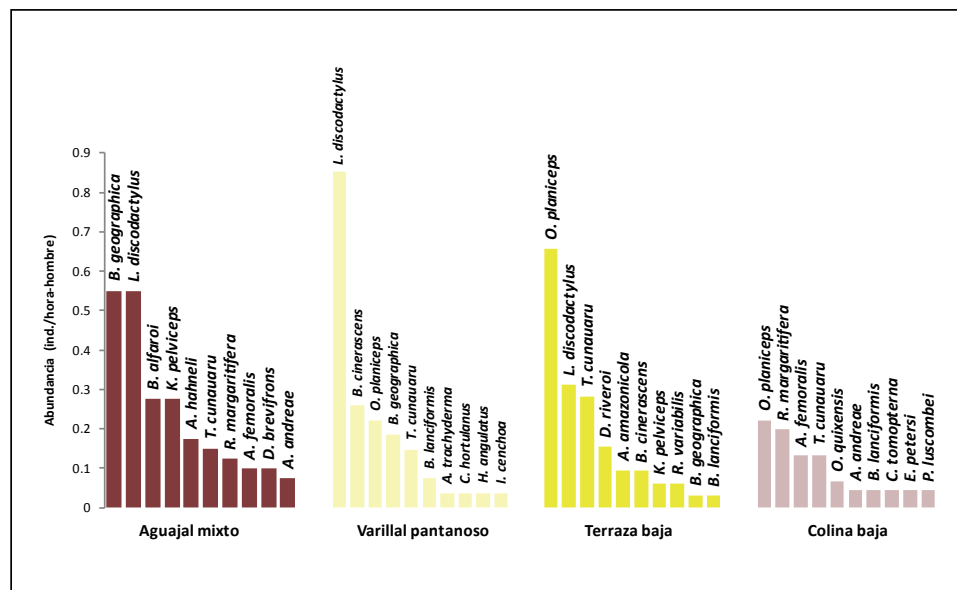


Figura 7. Abundancia de diez especies de anfibios y reptiles más dominantes en cuatro tipos de hábitats.

### Similitud entre hábitats

La comunidad de anfibios y reptiles se diferenciaron por hábitat y puede ser explicado al 67.9% en dos componentes o dimensiones. En el componente 1 la variabilidad de anfibios y reptiles se explica al 46% y las especies más importantes fueron *Boana geographica* y *Leptodactylus discodactylus*, quienes fueron más abundantes en el varillal pantanoso y aguajal mixto, mientras que el componente 2 explica la variabilidad al 21.8% y la especie más importante fue *Osteocephalus planiceps* en bosque de terraza baja.

La comunidad de anfibios en colina baja fue diferente al aguajal mixto (ANOSIM,  $P=0.007$ ), terraza baja (ANOSIM,  $P=0.016$ ) y al varillal pantanoso (ANOSIM,  $P=0.036$ ). Es decir, el ecosistema de tierra firme fue diferente a todos los hábitats del ecosistema inundable. Así mismo hubo diferencias entre hábitats inundables; el aguajal fue diferente al bosque de terraza baja (ANOSIM,  $P=0.014$ ) y hay indicios que también sea diferente al varillal pantanoso (ANOSIM,  $P=0.086$ ); mientras que el varillal pantanoso fue similar a terraza baja ( $P=0.171$ ) (Figura 8). Es decir, los hábitats del ecosistema inundable albergan comunidades heterogéneas de anfibios y reptiles, y esto depende de la intensidad de la inundación, mientras más inundado menor cantidad de especies pero mayor abundancia de aquellas especies que logran adaptarse.

La rana *Leptodactylus discodactylus* es una especie que vive mayormente en charcos, donde se reproduce y refugia. Es una especie muy dominante en el varillal pantanoso y también en algunos aguajales mixtos; en terraza baja también fue registrada en menor cantidad. Está ausente en tierra firme. *Boana geographica* es una especie arborícola que se reproduce en cuerpos de agua con poca corriente, por esta razón se registraron mayormente juveniles y en menor cantidad adultos. *Osteocephalus planiceps* es una rana arborícola que explora el estrato vertical del bosque, se puede encontrar en todos los hábitats pero mayormente en terraza baja y varillal pantanoso. Es decir estas especies de ranas pueden ser indicadoras de ecosistema inundable y fácilmente pueden diferenciar a las comunidades de anfibios y

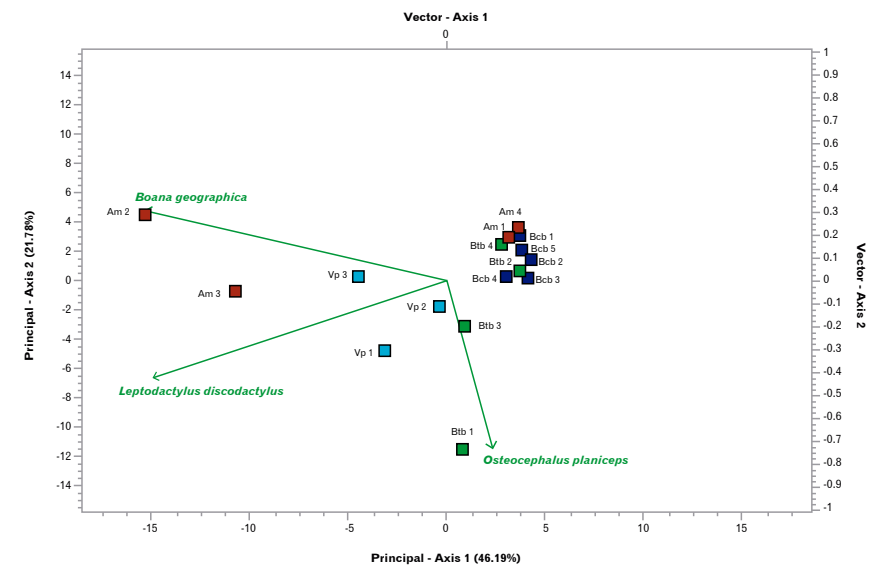


Figura 8. Similitud de las comunidades de herpetozoos y las especies más con mayor variabilidad. Am: aguajal mixto; Vp: varillal pantanoso; Btb: bosque de terraza baja y Bcb: bosque de colina baja.

reptiles de tierra firme.

#### Estado de conservación

No hubo especies en categorías de amenaza a nivel nacional. *Paleosuchus trigonatus* está categorizada a nivel nacional como Casi Amenazado (NT), *Pristimantis delius* y *Ranitomeya variabilis* están como especies con Datos Insuficientes (DD) y la gran mayoría en Preocupación Menor (LC) según la lista roja de la UICN. Aunque las especies *Allobates femoralis*, *Ameerega hahneli*, *Ranitomeya variabilis* y *Podocnemis expansa* están incluidas en el Apéndice II de CITES.

No hubo dominancia de especies de bosques perturbados. Las especies dominantes registradas indican un bosque con buena cobertura vegetal, aunque no indican si hay uso sostenible del bosque, porque pueden estar siendo sobreexplotadas las palmeras de unguurahui (*Oenocarpus bataua*) y aún mantener buena cobertura boscosa producida por otros árboles de tierra firme, al igual que en el aguajal, puede existir sólo individuos machos producto de la tala de individuos hembras. El uso insostenible del aguaje *Mauritia flexuosa* puede afectar la disponibilidad de charcos permanentes y temporales, microhabitats preferidos de *Leptodactylus discodactylus*. Es decir, los bosques evaluados por lo menos conservan los principales microhabitats de los anfibios y reptiles.

#### Ampliación del rango de distribución

La rana terrestre *Amazophrynella amazonicola* fue descrita por Rojas *et al.* (2015) de ejemplares colectados cerca de la ciudad de Iquitos. Su localidad más al norte fue el curso alto del río Chambira. *Amazophrynella siona* es una especie muy similar pero se diferencia por carecer de puntos negros en el vientre. Nuestros registros permiten ampliar el rango de distribución de *A. amazonicola* a 244 km hacia el norte, en el río Yubinetto, afluente del río Putumayo. Asimismo se tuvieron otros registros en la cuenca alta del Nanay, cuenca baja y media del Pucacuro, cuenca alta del Aravela, afluente del río Curaray (Tabla 2, Figura 9 y 10). Todos mayormente en bosque de tierra firme aunque también hubo en bosques inundables pero en menor cantidad.

De acuerdo a nuestros registros, *A. amazonicola* prefiere las partes más bajas del ecosistema de tierra firme; es posible que el río Tigre conforme el límite entre ambas especies en el extremo oeste, así como el río Curaray en la parte norte, pero aún no es muy claro en la parte más al norte y al extremo este. Es posible que sus límites sean los ríos, pero para confirmar es necesario realizar muestreos exhaustivos en ambas márgenes del río Napo, así como en la cuenca alta del Tamboryacu, cuenca media y baja del Putumayo y en la margen izquierda del río Amazonas. De esta forma se pudiera confirmar si esta especie tiene un rango de distribución que limita al este por el Putumayo, al sur con el Amazonas y Maraón, al oeste

Tabla 2. Coordenadas de los nuevos registros de *A. amazonicola* en el departamento de Loreto.

Río / Lugar de referencia	X	Y
Río Nanay – Alvarenga	-3.48863789	-74.32326134
Río Nanay – Alvarenga	-3.43705117	-74.40746119
Río Nanay – Alvarenga	-3.19916852	-74.70620737
Río Pucacuro – Nelia	-3.26725677	-74.97565784
Río Pucacuro- Posayo	-2.80138236	-75.06549856
Río Aravela- Buena vista viejo	-1.85802591	-75.42140715
Río Yubinetto- Santa Rita	-1.00406235	-74.33924423
Río Yubinetto- Santa Rita	-1.00532435	-74.33918825
Río Yubinetto- Santa Rita	-1.00454724	-74.33915875
Río Yubinetto- Santa Rita	-1.01067641	-74.33059689
Río Yubinetto- Santa Rita	-1.00613764	-74.33914135
Río Putumayo-Nuevo Jerusalén	-1.01884577	-74.19059932

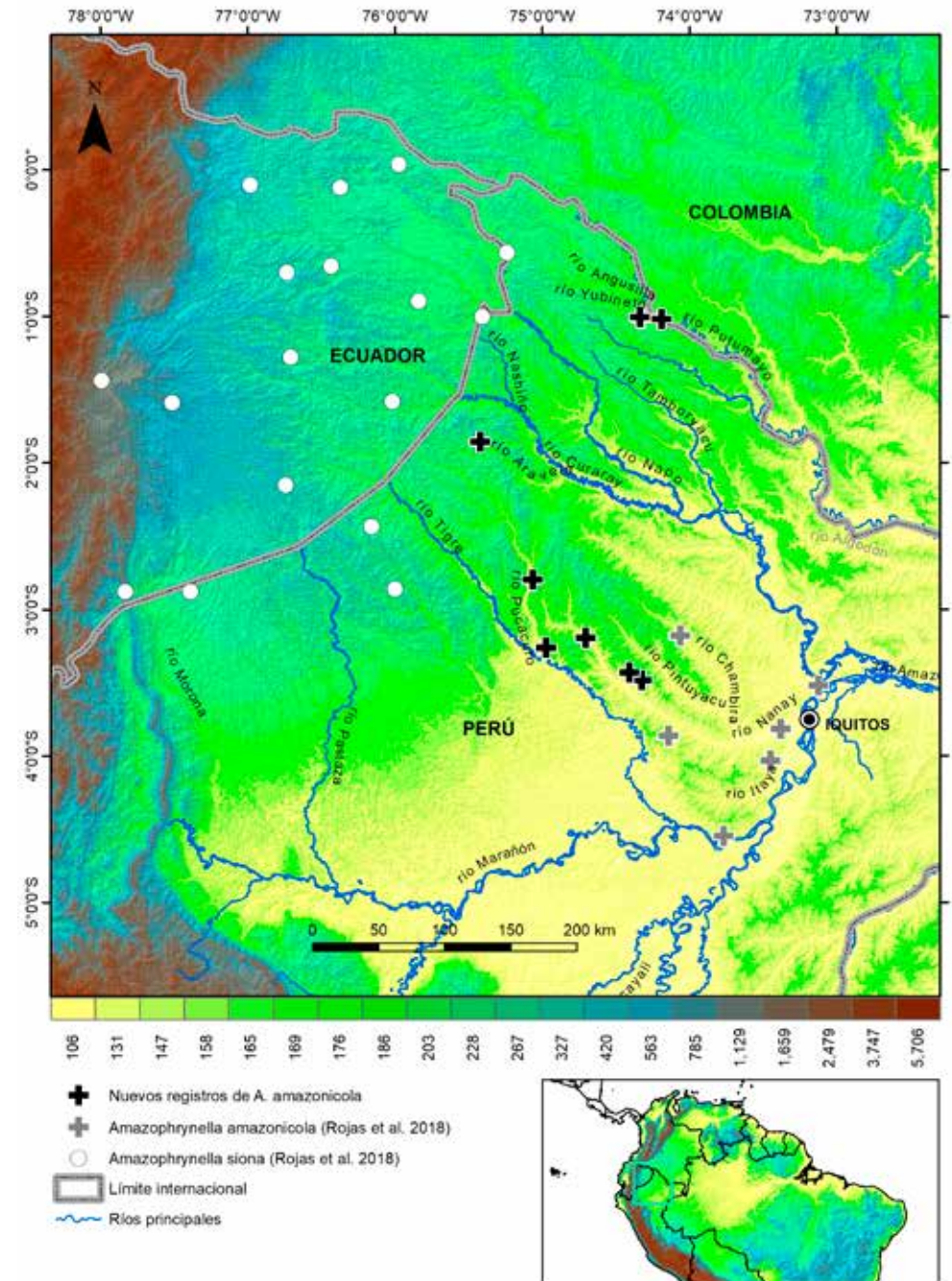


Figura 9. Nuevos registros de *A. amazonicola* mostrando que el río Yubinetto puede ser su límite extremo norte y el río Tigre sería su límite en la parte oeste. Asimismo es importante notar que esta especie ocupa la Amazonía más baja a diferencia de *A. siona* que esta en la parte más alta de la Amazonía. Las cabeceras de los ríos Curaray y Tigre pueden dividir ambas especies.





Figura 10. *Amazophrynella amazonicola* registrada en diferentes localidades de Loreto: río Yubineto (A y B), río Aravela (C y D), río Pucacuro (E y F) y río Nanay (G y H). Nótese las manchas negras en el vientre, característica principal que permite diferenciar de *A. siona*.

por el río Tigre y al norte por el río Angusilla, Napo y Curaray.

#### Amenazas y recomendaciones para la conservación

En las unidades evaluadas no se han observado amenazas antrópicas considerables, pero sí actividades de subsistencia que si no se implementa programas de manejo de uso sostenible podrían convertirse en amenazas que pueden poner en riesgo la supervivencia de las comunidades de anfibios y reptiles. En Mashunta se observó quemas de bosque muy cerca de los bosques de colina baja para el cultivo de piña, plátano, yuca, caña de azúcar entre otras; esta actividad parece ser migratoria ocupando importantes extensiones de terreno.

Asimismo se observó que realizan cacería de huangana *Tayassu pecari* y sajino *Pecari tajacu*, especies que crean charcos temporales muy útiles para la reproducción de especies terrestres. En Santa Rita se identificaron caminos cerca de las quebradas que son utilizados para la caza y extracción de madera. En Nuevo Jerusalén existen grandes extensiones de bosques hidromórficos donde el aguaje (*Mauritia flexuosa*) es extraído sin ningún manejo, es decir, las palmeras son cortadas para ser aprovechadas creando claros que influyen en la temperatura del lugar.

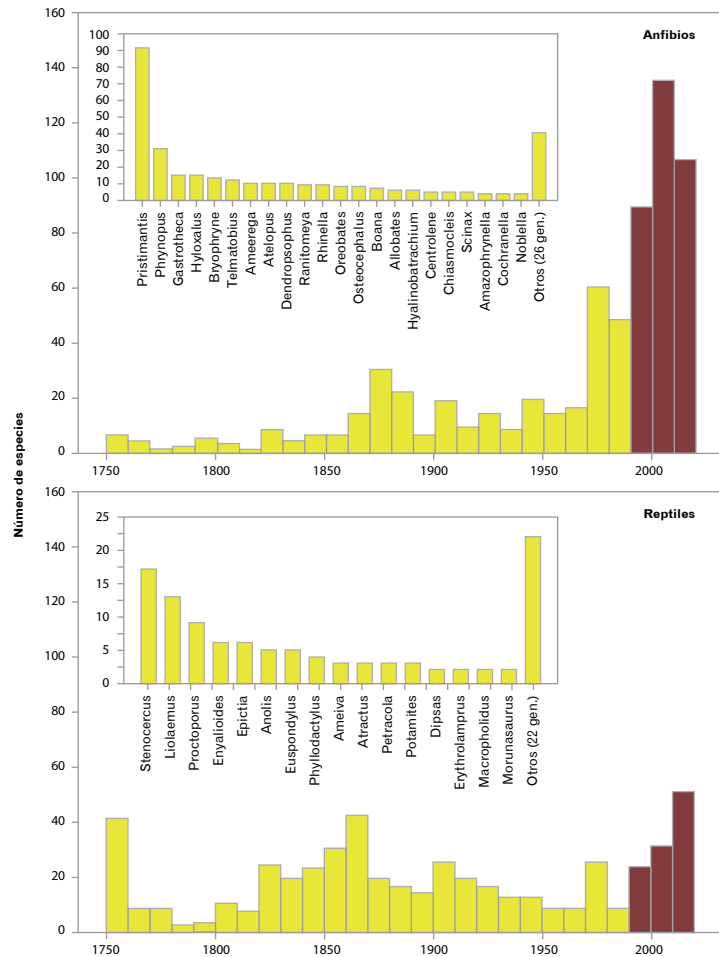
El aprovechamiento del aguaje *Mauritia flexuosa* y unguahui *Oenocarpus batua*, así como la cacería de pecaríes son actividades vitales para el poblador secoya y kichwa. La implementación de los planes de manejo de aguaje y unguahui, y animales de caza son urgentes porque permitirá mantener poblaciones saludables de palmeras y pecaríes, de esta forma conservar a largo plazo estos hábitats inundables y de tierra firme. Es importante integrar otras técnicas de cultivo que ayuden a diversificar y reducir las áreas de cultivo para mitigar la deforestación a causa de la expansión agrícola.

#### DISCUSIÓN

La riqueza de especies de anfibios y reptiles en la cuenca del Putumayo es alta y aún sigue incrementándose a través del tiempo, todavía no se forma una meseta en la curva de acumulación de especies, el cual indica que faltan muchas especies por descubrir. Este patrón es congruente con el impresionante incremento de especies de anfibios durante las últimas tres décadas en el Perú, que pasó de 285 a 655 especies (Frost 2018), es decir, se incrementó 370 (56.5 %) especies de anfibios en este periodo. Las especies más descritas en estos 30 años de mayor producción científica fueron aquellas pertenecientes a los géneros *Pristimantis* y *Phrynopis* con 92 y 31 especies. Mientras que en reptiles, se describió 106 especies, el 21.3 % de las 497 existentes en el Perú. Las especies más descritas fueron aquellas de los géneros *Stenocercus*, *Lioalaemus* y *Proctoporus* con 17, 13 y 9 especies (Figura 11). Esto demuestra que el Perú está en pleno proceso de conocer su enorme riqueza de anfibios y reptiles.

Los eventos que ocurrieron después del levantamiento de los andes como la formación de climas regionales y la red de drenaje permitieron crear un mosaico de suelos, hábitats y ecosistemas de la Amazonía peruana (Tuomisto *et al.* 1995, Hoorn *et al.* 2010), principalmente en el extremo oeste. Hay mucha evidencia que la especiación de anfibios y reptiles se ve favorecida por diferentes tipos de hábitats (Schneider *et al.* 1999, Ogden y Thorpe 2002, Pincheira-Donoso *et al.* 2015). Es por esta razón que los diferentes tipos de hábitats en la cuenca del Putumayo pueden ser los causantes de la gran diversidad de anfibios y reptiles, 124 de anfibios y 103 de reptiles. La composición de herpetozoos en el ecosistema inundable no fue similar al de tierra firme, y tampoco entre hábitats inundables. La gran variedad de hábitats permitió incrementar la diversidad, por lo tanto se debe tener en consideración los diferentes tipos de hábitats para lograr conservar la mayor cantidad de especies de anfibios y reptiles.

El bosque de colina baja tuvo mayor número de especies de anfibios mientras que el varillal pantanoso fue el más pobre. La terraza baja y el aguajal mixto tuvieron una riqueza intermedia.



**Figura 11. Descubrimiento de las 655 especies de anfibios y 497 reptiles en el Perú. Nótese que en las últimas tres décadas se registró el 56.5% de anfibios y 21.3 % de reptiles. Los cuadros internos indican los géneros con mayor número de especies descritas en los últimos 30 años. Información obtenida de Frost (2018)**

Pereira-Ramalho *et al.* (2017) indicaron que la riqueza de especies de anfibios disminuye con la susceptibilidad al pulso de inundación, es decir, hábitats más inundados tendrían menor número de especies. Es por esta razón que el varillal pantanoso, hábitat con inundación permanente, albergó solamente a aquellas especies con adaptación acuática. Sin embargo von May *et al.* (2010) de acuerdo a los resultados de su investigación en Madre de Dios, al sur de la Amazonía peruana, sugirieron que el bosque inundable tiene mayor número de especies que el de tierra firme. Este resultado es muy contrastante a nuestro estudio.

Diferentes estudios coinciden con nuestros resultados. Un estudio comparativo de bosque inundable y tierra firme en la Reserva Nacional Pucacuro, al norte de Loreto, encontró que el bosque inundable alberga 48 especies de anfibios y reptiles mientras que el de tierra firme 70 especies, es decir 45% más que el bosque inundable (Pérez-Peña y Yañez 2003). Otro estudio

comparativo por hábitats en el distrito de Jeberos demostró que hay más especies de anfibios y reptiles en bosque de colina baja y terraza alta que en los bosques inundables (Panaifo y Ramirez 2016). En la vegetación flotante de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, se registraron 19 especies de anfibios (Upton *et al.* 2014) y en el bosque inundable de la misma reserva, con más de 2 millones de hectáreas, se registraron 63 especies de anfibios (Bodmer *et al.* 2011); mientras que en 9 ha de bosque de tierra firme del Centro de Investigación Allpahuayo en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana se registraron 68 especies de anfibios y 56 reptiles (Pérez-Peña *et al.* 2017 a y b); y en 5700 ha se registraron 83 anfibios y 123 reptiles (Rivera y Soini 2002). Es decir, 32% más que en el bosque inundable de la Reserva Nacional Pacaya Samiria.

Indudablemente al norte de la Amazonía peruana, el bosque de tierra firme tiene mayor número de especies que el bosque inundable. En el bosque de tierra firme, las quebradas son muy importantes porque ayuda a incrementar la presencia de especies de anfibios (Menin *et al.* 2011, Ribeiro *et al.* 2012), es decir, los hábitats de tierra firme con presencia de quebradas tienen muchas especies de anfibios. En el bosque inundable, las zonas con menor tiempo de inundación presentan mayor número de especies (Pereira Ramalho *et al.* 2017). Toda esta variedad de hábitat, muy cercanos entre si, permite que en una escala pequeña o microgeografica exista una alta diversidad de anfibios y reptiles (Doan y Arizabal 2002).

En el ecosistema inundable se registró mayor número de especies de ranas arborícolas de la familia Hylidae y pocas especies de la familia Craugastoridae. En el bosque inundable de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, al norte de la Amazonía peruana, se registraron 32 especies de la familia Hylidae y 5 de la familia Craugastoridae (Bodmer *et al.* (2011). En el bosque inundable del río Purús, en Brasil, se registraron 26 especies de la familia Hylidae y 5 de Craugastoridae (Pereira-Ramalho *et al.* 2017). En el bosque inundable de Madre de Dios, al sur de la Amazonía peruana, se registraron 19 especies de Hylidae y 9 de Craugastoridae (von May *et al.* 2010). Es decir, es común registrar pocas especies con el modo de reproducción directo en los bosques inundables.

En el ecosistema de tierra firme nuestro estudio registró la misma proporción de especies de la familia Hylidae y Craugastoridae. En un bosque de tierra firme, los ambientes riparios permiten la presencia de microhabitats para el modo reproductivo acuático, cruciales para la existencia de muchas especies con modo de reproducción dependientes de cuerpos de agua (Rojas-Ahumada y Menin 2010). En el ecosistema de tierra firme de la Reserva Nacional Pucacuro, al norte de la Amazonía peruana, se encontraron 21 especies de la familia Craugastoridae y 6 de Hylidae (Pérez-Peña y Yañez 2003), en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana se registraron 13 especies de craugastóridos y 26 de hílidos (Perez Peña *et al.* 2017a). Es decir, el ecosistema de tierra firme puede albergar indistintamente especies con modo de reproducción acuático o directo, por la mayor variedad y disponibilidad de microhabitats.

En el ecosistema inundable se observó especies con mayor abundancia, como la especie *Leptodactylus discodactylus* que fue cuantioso en el varillal pantanoso y aguajal mixto. *L. discodactylus* tiene un nicho ecológico reducido (Heyer y Bellin 1973), habita mayormente áreas pantanosas en donde puede depositar entre 128 y 420 huevos y se alimenta mayormente de pequeños coleópteros (Duellman 1978). Es abundante sólo en el bosque inundable del interior del bosque, porque en las orillas de los cuerpos de agua domina otras especies como *Leptodactylus petersii* y *Leptodactylus leptodactyloides* (Bodmer *et al.* 2011). En el bosque inundable del sur de la Amazonía peruana no domina ninguna especie del género *Leptodactylus*, pero si en el pantano palmáceo, en donde domina únicamente *Leptodactylus petersii* (von May *et al.* 2010); es importante mencionar que la distribución de *L. discodactylus* no alcanza al sur de la Amazonía peruana (de Sa *et al.* 2014), quizá por esta razón *L. petersii* es la especie dominante en sus áreas pantanosas.

La rana arborícola *Boana geographica* fue dominante en el aguajal mixto. Esta especie fue también abundante en ciertos lugares del bosque inundable del río Pucacuro (Pérez-Peña y Yañez 2003). Al sur de la Amazonía peruana no fue registrada en el bosque inundable y además fue rara en el pantano palmáceo (von May *et al.* 2010). Esta especie está asociada a cuerpos de agua; los adultos son mayormente registrados cerca de charcos o áreas pantanosas en donde están gran cantidad, especialmente en temporada de reproducción, la cual se da después de fuertes lluvias durante todo el año (Duellman 1978).

La rana arborícola *Osteocephalus planiceps* al ser abundante en terraza baja, colina baja y varillal pantanoso nos indica que puede soportar el estrés hídrico. En el río Pucacuro se registró mayormente en el bosque inundable (Pérez-Peña y Yañez 2003). En la Amazonía ecuatoriana fue registrada en bosque de tierra firme, inundable y en áreas abiertas, quizá porque tiene la capacidad de reproducirse en bromelias, pozas terrestres y pantanos (Read y Ron 2018) y alimentarse mayormente de grillos y escarabajos (Menendez-Guerrero 2001). Su gran adaptación a diferentes hábitats permitió que sea una de las especies más abundantes en bosque inundable y de tierra firme.

La rana terrestre *Rhinella margaritifera* fue abundante en el bosque de colina baja. Rojas-Zamora y Pérez-Peña (2018) encontraron en gran abundancia al interior del bosque de terraza alta, evitando los bordes de ambientes degradados. Panaifo y Ramirez (2016) también registraron como especie abundante en bosque de colina baja y terraza alta pero también fue importante en el bosque de terraza media y terraza baja inundable. Pérez-Peña y Yañez (2003) registraron mayormente en bosque inundable y fue la especie más dominante en este hábitat. Aunque Bodmer *et al.* (2011) encontraron pocos individuos en el bosque inundable del Samiria. Esta especie puede depositar hasta 2500 huevos en quebradas y charcos temporales durante todo el año (Duellman 1978), quizá la disponibilidad de charcos temporales o quebradas condicionan la presencia de esta especie en algún tipo de hábitat. Sin olvidar que es un complejo de muchas especies que aún están por describirse (Fouquet *et al.* 2007).

El estado de conservación de los diferentes tipos de bosque parece bueno al mantener abundante especies indicadoras de ecosistemas saludables de tierra firme como *Rhinella margaritifera* (Rojas y Pérez-Peña 2018) y de terraza baja como *Leptodactylus discodactylus* (Bodmer *et al.* 2011). Las escasas amenazas observadas parecen no poner en riesgo las poblaciones de anfibios y reptiles. Existe cacería de mamíferos grandes como los pecaríes (*Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*), majas (*Cuniculu paca*) y venados (*Mazama americana* y *Mazama nemorivaga*) en la zona de estudio. Por lo tanto, es necesario tener en consideración el uso sostenible de estas especies, toda vez que su disminución en el bosque puede afectar a la conservación de los anfibios y reptiles.

Recién en esta última década se mostró interés en el estudio de las relaciones entre las especies más preferidas de la cacería, los pecaríes, y los anfibios. Los pecaríes son indispensables en la creación de microhábitats para la reproducción y reclutamiento de anfibios terrestres en los diferentes tipos de hábitats (Beck *et al.* 2010, Reider *et al.* 2013). Por esta razón, se considera que la sobrecaza de este grupo de mamíferos puede afectar a la supervivencia de los anfibios terrestres. Ringler *et al.* (2015) sugieren que la efectiva conservación de anfibios debe involucrar la conservación de otras especies que forman sus hábitats o microhábitats, como los pecaríes, considerados como los arquitectos del bosque. Es decir, la conservación de anfibios y reptiles debe originarse de un plan integral que involucre el manejo sostenible de la fauna silvestre con participación de las comunidades nativas.

## CONCLUSIÓN

Nuestro registro de 53 especies de anfibios y 32 reptiles en los diferentes tipos de hábitats permitió incrementar el listado de especies de la cuenca del Putumayo a 125 especies de anfibios y 103 de reptiles. La riqueza de especies por tipos de hábitats fue diferente; el bosque de colina baja tuvo mayor riqueza y el varillal hidromorfo fue el más pobre. El bosque de terraza baja y aguajal mixto tuvieron riqueza intermedia. Hubo mayor dominancia en aguajal mixto, varillal pantanoso y terraza baja que en colina baja, y las familias Hylidae y Leptodactylidae fueron las más abundantes en los bosques inundables. *Leptodactylus discodactylus* fue el más abundante en el varillal pantanoso, *Osteocephalus planiceps* en terraza baja, *Boana geographica* y *Leptodactylus discodactylus* en aguajal mixto y *Osteocephalus planiceps* y *Rhinella margaritifera* en colina baja. El bosque de tierra firme difiere significativamente de los bosques inundables. Este patrón natural y las reducidas amenazas muestran que la zona aún mantiene un buen estado de conservación. Nuestro estudio amplía la distribución de *Amazophrynella amazonicola* a 244 km al norte y los ríos Tigre y Amazonas parecen ser los límites al oeste y sur respectivamente. Es necesario evaluar y determinar los límites al norte y al este del Perú. Nuestro estudio, al igual que otros, sugiere que la conservación efectiva de anfibios y reptiles debe tomar en consideración el manejo sostenible de especies que crean microhábitats para reproducción, como los pecaríes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Galvis A.R. y Brito J. 2016. Anfibios del Corredor Trinacional La Paya-Cuyabeno-Güepí Sekime. En: *Diversidad biológica y cultural del Corredor Trinacional de áreas protegidas La Paya - Cuyabeno - Güepí Sekime. Colombia - Ecuador - Perú*. Usma J.S., Ortega P., Valenzuela S., Deza J. y Rivas J. (Eds.). WWF Bogotá D.C., Colombia. 262-273 pp.
- Angulo A., Cocroft R.B. y Reichle S. 2003. Species identity in the genus *Adenomera* (Anura: Leptodactylidae) in southeastern Peru. *Herpetologica*, 59(4): 490-504.
- Aquino R., Pacheco T. y Vásquez M. 2007. Evaluación y valoración económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Biología*, 14(2): 187 – 192
- Avila-Pires T.C.S. 1995. *Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata)*. *Zoologische Verhandlungen* 299: 1 – 706.
- Beck H., Thebpanya P. y Filiaggi M. 2010. Do Neotropical peccary species (Tayassuidae) function as ecosystem engineers for anurans?. *Journal of Tropical Ecology*, 26(4): 407-414.
- Bodmer R.E., Puertas P.E., Antúnez M.S., Fang T. y Pérez-Peña P.E. 2011. *Monitoreo de especies indicadoras para evaluar el impacto del cambio climático en la cuenca del Samiria, Reserva Nacional Pacaya Samiria*. SERNANP, WCS, Fundación Moore, Earthwatch, FUDAMAZONIA, University of Kent. Iquitos - Perú. 206 pp.
- Brito J. y Acosta Galvis A.R. 2016. Reptiles del Corredor Trinacional La Paya-Cuyabeno-Güepí Sekime. En: *Diversidad biológica y cultural del Corredor Trinacional de áreas protegidas La Paya - Cuyabeno - Güepí Sekime. Colombia - Ecuador - Perú*. Usma, J.S.; Ortega, P.; Valenzuela, S.; Deza, J. y Rivas, J. (Eds.). WWF Bogotá D.C., Colombia. 262-273 pp.
- Brown J., Twomey E., Amézquita A., Barbosa De Souza M., Caldwell J., Lötters S., Von May R., Melo-Sampaio P., Mejía-Vargas D.; Pérez-Peña P., Pepper M., Poelman E., Sanchez-Rodriguez M. y Summers K. 2011. A taxonomic revision of the Neotropical poison frog genus *Ranitomeya*

(Amphibia: Dendrobatidae). *Zootaxa*, 3083: 1–120.

Caminer M.A. y Ron S.R. 2014. Systematics of treefrogs of the *Hypsiboas calcaratus* and *Hypsiboas fasciatus* species complex (Anura, Hylidae) with the description of four new species. *ZooKeys*, 370: 1–68

Chávez G. y Mueses-Cisneros. 2016. Anfíbios y Reptiles. En: *Perú: Medio Putumayo-Algodón*. Pitman N., Bravo A., Claramunt S., Vriesendorp C., Alvira-Reyes D., Ravikumar A., del Campo A., Stotz D., Wachter T., Heilpern S., Rodríguez Grández B., Sáenz-Rodríguez A.R. y Chase-Smith R. (Eds.) Rapid Biological and Social Inventories Report 28. The Field Museum, Chicago. 119-130.

Clima Date. 2018. Colombia, Clima: Putumayo. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/putumayo-65/>

Crump M.L. y Scott N.J. 2001. Relevamientos por Encuentros Visuales. En: *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfíbios*. Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.C. y Foster M. (Eds.). Editorial Universitaria de la Patagonia, Argentina. 80-87 pp.

de Sá R. O., Grant T., Camargo A., Heyer W. R., Ponssa M. L., y Stanley E. 2014. Systematics of the neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. *South American Journal of Herpetology*, 9: 1-128

Dixon R.J. y Soini P. 1986. The Reptiles of the upper Amazon Basin, Iquitos region, Perú. Milwaukee Public Museum, Milwaukee, Wisconsin, EEUU. 147 pp.

Doan T.M. y Arriaga W.A. 2002. Microgeographic Variation in Species Composition of the Herpetofaunal Communities of Tambopata Region, Peru 1. *Biotropica*, 34(1): 101-117.

Doan T.M. 2003. Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna?. *Journal of herpetology*, 37(1): 72-82.

Duellman W.E. 1978. *The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador*. Miscellaneous Publication N° 65. Lawrence, University of Kansas. 352 pp.

Duellman W.E. 2005. *Cusco Amazónico: The Lives of Amphibians and Reptiles in an Amazonian Rainforest*. Ithaca. Cornell University Press. 433 pp.

Duellman W.E. y Mendelson III. 1995. Amphibians y Reptiles from Northern Departamento Loreto, Peru: Taxonomy and Biogeography. *Univ. Kansas. Sci. Bull*, 55(10): 329 – 376.

Duellman W.E. y Lehr E. 2009. *Terrestrial breeding frogs (Strabomantidae) in Peru*. Ulrich Manthey, Berlin. 386 pp.

Elmer K.R. y Cannatella D.C. 2008. Three new species of leaf litter frogs from the upper Amazon forests: cryptic diversity within *Pristimantis* "ockendeni" (Anura: Strabomantidae) in Ecuador. *Zootaxa*, 1784:11-38.

Fouquet A., Vences M., Salducci M. D., Meyer A., Marty C., Blanc M. y Gilles A. 2007. Revealing cryptic diversity using molecular phylogenetics and phylogeography in frogs of the *Scinax ruber* and *Rhinella margaritifera* species groups. *Molecular phylogenetics and Evolution*, 43(2): 567-582.

Frost D.R. 2018. Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 6.0. The American Museum of Natural History, New York, USA. Revisado el 06/11/2018 <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.

Gunther K., Hans H.D. y Milan V. 2012. A contribution to the knowledge of the lizard genus *Alopoglossus* (Squamata: Gymnophthalmidae). *Herpetological Monographs*, 26: 173 - 188.

Hammer Ø., Harper D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9

Henderson P.A. y Seaby R.M. H. 2007. *Community Analysis Package 4.0*. Pisces Conservation Ltd, Lymington, UK.

Heyer W.R. y Bellin M.S. 1973. Ecological notes on five sympatric *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae) from Ecuador. *Herpetologica*, 29(1): 66-72

Heyer W.R. 1994. Variation Within the *Leptodactylus podicipinus-wagneri* Complex of Frogs (Amphibia: Leptodactylidae). *Smithsonian Contribution to Zoology*, 546 : 1- 124

Horn C., Wesselingh F.P., Ter Steege H., Bermudez M.A., Mora A., Sevink J., Sanmartin I., Sánchez-Meseguer A., Anderson C.L., Figueredo J.P., Jaramillo C., Riff D., Negri F.R., Hooghiemstra H., Lundberg J., Stadler T., Sarkinen T. y Antonelli A. 2010. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. *Science*, 330(6006): 927-931.

Hutchens S., y DePerno C. 2009. Measuring species diversity to determine land-use effects on reptile and amphibian assemblages. *Amphibia-Reptilia*, 30(1): 81-88.

Jorge R.F., Simões P.I., Magnusson W.E. y Lima A.P. 2016. Fine-scale habitat heterogeneity explains the local distribution of two Amazonian frog species of concern for conservation. *Biotropica*, 48(5), 694-703.

Lehr E., Moravec J. y Gagliardi Urrutia L.A.G. 2010. A new species of *Pristimantis* (Anura: Strabomantidae) from the Amazonian lowlands of northern Peru. *Salamandra*, 46(4): 197-203.

Lescure J. y Gasc J. P. 1986. Partage de L' espace forestier par les amphibiens et les reptiles en amazone du Nord-Ouest. *Ecología Animal. Caldasia*, 15: 71-75

Lima A., Magnusson W., Menins M., Erdmant L., Rodrigues D., Keller C. y Hödl W. 2005. *Guia da Sapos Da Reserva Adolpho Duck*. Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Áttema Desing Editorial. Manaus. 168 p.

López J.J. 2009. Herpetofauna en bosque de Terraza Media en el Sector km 34.5 – 36.5 de la Carretera Bellavista – Mazán, (Proyecto Amazonas), Loreto – Perú. *Tesis para optar el título de Biólogo*. Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela de Biología. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 70 pp.

Mayor P. y Bodmer R. 2009. *Pueblos indígenas de la Amazonía peruana*. Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía. Iquitos. 339 pp.

Menéndez-Guerrero P. 2001. Ecología trófica de la comunidad de anuros del Parque Nacional Yasuní en la amazonía ecuatoriana. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del

Ecuador. Escuela de Biología. Quito. 163 pp.

Menin M., Waldez F. y Lima A.P. 2011. Effects of environmental and spatial factors on the distribution of anuran species with aquatic reproduction in central Amazonia. *The Herpetological Journal*, 21(4): 255-261.

Morales V.R. 2002. Sistemática y biogeografía del grupo trilineatus (Amphibia, Anura, Dendrobatidae, Colostethus), con descripción de once nuevas especies. *Publicaciones de la Asociación de Amigos Doñana*, 13: 1-59.

Odcio-Iglesias M.M. 2012. Ecología poblacional de anuros en el área de influencia de los puestos de vigilancia de Ungurahui, Wishto y Tacsha en la cuenca del río Samiria de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto-Perú. *Tesis de Biólogo*. 91 pp.

Ogden R., y Thorpe R. S. 2002. Molecular evidence for ecological speciation in tropical habitats. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(21): 13612-13615.

Panaifo N. y Ramírez J.L. 2016. Evaluación de la diversidad de la herpetofauna en seis unidades de vegetación del distrito de Jeberos, provincia Alto Amazonas, Región Loreto. *Tesis de Biólogo*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 80 pp.

Pearman P.B., Velasco A. M., y López A. 1995. Tropical amphibian monitoring: a comparison of methods for detecting inter-site variation in species' composition. *Herpetologica*, 51(3): 325-337.

Pereira-Ramalho W., Machado I.F. y Vieira L.J.S. 2017. Do flood pulses structure amphibian communities in floodplain environments?. *Biotropica*, 50(2): 338-345.

Pérez-Peña P.E. y Yañez C. 2003. Inventario de Anfibios y Reptiles en el río Pucacuro, Loreto, Perú. *Tesis de Biólogo*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 149 pp.

Pérez-Peña P.E., Gagliardi-Urrutia G., Rojas O., Ríos E., Pizarro J.S., Medina I.P. 2017a. *Reptiles del Centro de Investigaciones Allpahuayo, Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto - Perú*. Guía de Identificación de Bolsillo. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Editorial Grambs Corporación Gráfica. Lima-Perú. 22 pp.

Pérez Peña P.E., Gagliardi-Urrutia G., Rojas O., Ríos E., Pizarro J.S., Medina I.P. 2017b. *Anfibios del Centro de Investigaciones Allpahuayo, Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto - Perú*. Guía de Identificación de Bolsillo. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Editorial Grambs Corporación Gráfica. Lima-Perú. 22 pp.

Pérez-Panduro A.M. 2016. Diversidad de herpetozoos en bosques de varillal de la Reserva Nacional Matsés-Puesto de Vigilancia Torno, Loreto-Perú. *Tesis de Biólogo*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 53 p.

Pincheira-Donoso D., Harvey L. P., y Ruta M. 2015. What defines an adaptive radiation? Macroevolutionary diversification dynamics of an exceptionally species-rich continental lizard radiation. *BMC Evolutionary Biology*, 15(1): 153.

Pitman N., Bravo A., Claramunt S., Vriesendorp C., Alvira Reyes D., Ravikumar A., del Campo Á., Stotz D. F., Wachter T., Heilpern S., Rodríguez Grandez B., Saenz Rodríguez A. R. y Smith R. C. (Eds.) 2016. *Perú: Medio Putumayo-Algodón*. Rapid Biological and Social Inventories Report 28. The Field Museum, Chicago. 522 pp.

Read M. y Ron S. R. 2018. *Osteocephalus planiceps*. En: Ron S.R., Merino-Viteri A. y Ortiz D. A. (Eds.). Anfibios del Ecuador. Version 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Osteocephalus%20planiceps>.

Reider K.E., Carson W.P. y Donnelly M. A. 2013. Effects of collared peccary (*Pecari tajacu*) exclusion on leaf litter amphibians and reptiles in a Neotropical wet forest, Costa Rica. *Biological Conservation*, 163: 90-98.

Rengifo-Pashanasi J., y Pérez-Mendoza L. M. 2013. Inventario de anfibios y reptiles en bosque de colina baja de la quebrada Yanayacu-río Itaya, Loreto Perú. *Tesis de Biólogo*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 89 pp.

Ribeiro J.W., Lima A.P. y Magnusson W.E. 2012. The effect of riparian zones on species diversity of frogs in Amazonian forests. *Copeia*, 2012(3): 375-381.

Ringler M., Hödl W. y Ringler E. 2015. Populations, pools, and peccaries: simulating the impact of ecosystem engineers on rainforest frogs. *Behavioral Ecology*, 26(2): 340-349.

Rivera C. F. 1999. Inventario de la Herpetofauna en Ecosistemas de Arena Blanca del sector Km 20-30 de la Carretera Iquitos Nauta, Loreto Perú. *Tesis de Biólogo* de la FCB -UNAP 72 pp.

Rivera C. y Soini P. 2002. Herpetofauna de Allpahuayo Mishana. La herpetofauna de la zona Reservada Allpahuayo-Mishana, Amazonía norperuana. *Recursos Naturales*, 1(1): 143-151

Rodríguez L. y Knell G. 2004. Anfibios y reptiles. En: *Perú: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo*. Pitman N., Smith R.C., Vriesendorp C., Moskovits D., Piana R., Knell G. y Watcher T. (Eds.). Rapid Biological Inventories Report 12. The Field Museum, Chicago. 67-70 pp

Rojas R., Carvalho V.T., Ávila R.W., Farias I.P., Gordo M. y Hrbek T. 2015. Two new species of *Amazophrynella* (Amphibia: Anura: Bufonidae) from Loreto, Peru. *Zootaxa*, 3946(1): 79-103.

Rojas R.R., Fouquet A., Ron S.R., Hernández-Ruz E.J., Melo-Sampaio P.R., Chaparro, J.C., Vogt R., Carvalho V.T., Pinheiro L., Avila R.W., Farias I.P., Gordo M. y Krbek T. 2018. A Pan-Amazonian species delimitation: high species diversity within the genus *Amazophrynella* (Anura: Bufonidae). *PeerJ*, 6: e4941.

Rojas-Ahumada D. P. y Menin M. 2010. Composition and abundance of anurans in riparian and non-riparian areas in a forest in Central Amazonia, Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 5(2): 157-168.

Rojas-Zamora R.R., y Pérez-Peña P.E. 2018. Evidencia preliminar del efecto borde en anfibios de la Reserva Nacional Pucacuro, al norte de la Amazonía peruana. *Folia Amazónica*, 27(1): 55-67.

Schneider C. J., Smith T. B., Larison B. y Moritz C. 1999. A test of alternative models of diversification in tropical rainforests: ecological gradients vs. rainforest refugia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(24): 13869-13873.

Tuomisto H., Ruokolainen K., Kalliola R., Linna A., Danjoy W. y Rodríguez Z. 1995. Dissecting amazonian biodiversity. *Science*, 269(5220): 63-66.

Uetz P., Freed P. y Hošek J. (Eds) 2018. The Reptile Database. Visitado el 06/11/2018 <http://www>.

reptile-database.org.

Upton K., Warren-Thomas E., Rogers, I., y Docherty E. 2014. Amphibian diversity on floating meadows in flooded forests of the Peruvian Amazon. *Herpetological Review*, 45(2): 209-212.

Venegas P. y G. Gagliardi Urrutia. 2013. Anfibios y Reptiles. En: *Perú: Ere-Campuya-Algodón*. Pitman N., Ruelas-Inzunza E., Vriesendorp C., Stotz D.F., Wachter T., del Campo A., Alvira D., Rodríguez-Grández B., Chase-Smith R., Sáenz-Rodríguez A.R. y Soria-Ruiz P. Rapid Biological and Social Inventories Report 25. The Field Museum, Chicago. 107-113 pp

Vitt L., Magnusson W., Ávila T. y Lima A. 2008. *Guía de Lagartos Da Reserva Adolpho Ducke*. Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. – INPA. Áttema Editorial. Manaus. 176 p.

Von May R. y Venegas P.J. 2010. Anfibios y reptiles. En: *Perú: Majuna*. Gilmore M. P., Vriesendorp C., Alverson W.S., del Campo A., von May R., López Wong C. y Ríos S. (Eds.). Rapid Biological and Social Inventories Report 22. The Field Museum, Chicago. 74 – 81 pp.

Von May R., Jacobs J. M., Santa-Cruz R., Valdivia J., Huamán J.M. y Donnelly M.A. 2010. Amphibian community structure as a function of forest type in Amazonian Peru. *Journal of Tropical Ecology*, 26(5): 509-519.

Von May R. y Mueses Cisneros J.J. 2011. Anfibios y Reptiles. En: *Perú: Yaguas-Cotuhé*. Pitman N., Vriesendorp C., Moskovits D.K., von May R., Alvira D., Wachter T., Stotz D.F. y del Campo A. (eds.). Rapid Biological and Social Inventories Report 23. The Field Museum, Chicago. 108-116 pp.

Yáñez-Muñoz M. y Venegas P.J. 2008. Anfibios y reptiles. En: *Ecuador-Perú: Cuyabeno-Güepí*. Alverson W.S., Vriesendorp C., del Campo A., Moskovits D.K., Stotz D.F. García M. y Borbor L.A. (Eds.). Rapid Biological and Social Inventories Report 20. The Field Museum, Chicago. 308–313 pp.

## ANEXO

### Listado de especies de anfibios y reptiles por tipo de bosque y registro en el alto Putumayo. CB: colina baja, TB: terraza baja, VP: varillal pantanoso, AM: aguajal mixto.

CLASE /Orden/ Familia / Especie	Tipos de bosque				Tipo de registro			
	CB	TB	VP	AM	Casual directo	Casual auditivo	VES	VES auditivo
<b>AMPHIBIA</b>								
<b>Anura</b>								
<b>Aromobatidae</b>								
<i>Allobates femoralis</i>	x		x	x	x		x	x
<i>Allobates insperatus</i>	x			x	x		x	
<b>Bufonidae</b>								
<i>Amazophrynella amazonicola</i>	x	x		x	x		x	
<i>Rhaebo guttatus</i>					x			
<i>Rhinella castaneotica</i>	x						x	
<i>Rhinella ceratophrys</i>	x				x			
<i>Rhinella margaritifera</i>	x	x		x	x		x	
<i>Rhinella marina</i>			x		x			
<i>Rhinella proboscidea</i>	x			x	x			
<b>Craugastoridae</b>								
<i>Noblella myrmecoides</i>	x				x			
<i>Oreobates quixensis</i>	x			x	x		x	
<i>Pristimantis altamazonicus</i>				x			x	
<i>Pristimantis buccinator</i>	x				x		x	
<i>Pristimantis delius</i>	x				x		x	
<i>Pristimantis luscombei</i>	x						x	
<i>Pristimantis martiae</i>	x				x			
<i>Pristimantis peruvianus</i>	x						x	
<i>Pristimantis variabilis</i>	x				x			
<i>Strabomantis sulcatus</i>	x				x			
<b>Dendrobatidae</b>								
<i>Ameerega hahneli</i>				x	x		x	
<i>Ranitomeya variabilis</i>		x	x	x	x		x	
<b>Hylidae</b>								
<i>Boana alfaroi</i>				x			x	
<i>Boana boans</i>						x		
<i>Boana calcarata</i>	x						x	
<i>Boana cinerascens</i>		x	x		x		x	x
<i>Boana geographica</i>	x	x	x	x	x		x	x
<i>Boana lanciformis</i>	x	x	x	x			x	x
<i>Boana maculateralis</i>	x				x			
<i>Dendropsophus brevifrons</i>				x			x	x
<i>Dendropsophus riveroi</i>		x		x			x	
<i>Nyctimantis rugiceps</i>	x						x	
<i>Osteocephalus deridens</i>		x			x			
<i>Osteocephalus mutabor</i>	2				x		x	
<i>Osteocephalus planiceps</i>	x	x	x		x		x	
<i>Osteocephalus taurinus</i>		x					x	
<i>Osteocephalus yasuni</i>		x		x			x	
<i>Scinax garbei</i>					x			
<i>Scinax ruber</i>					x			
<i>Tepuihyla tuberculosa</i>	x							x

CLASE /Orden/ Familia / Especie	Tipos de bosque				Tipo de registro			
	CB	TB	VP	AM	Casual directo	Casual auditivo	VES	VES auditivo
<i>Trachycephalus cunauaru</i>	x	x	x	x		x		x
<b>Leptodactylidae</b>								
<i>Adenomera andreae</i>	x			x			x	
<i>Engystomops petersi</i>	x						x	
<i>Leptodactylus discodactylus</i>	x	x	x	x	x		x	x
<i>Leptodactylus leptodactyloides</i>	x						x	
<i>Leptodactylus mystaceus</i>					x			
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	x					x		x
<i>Leptodactylus wagneri</i>	x				x			
<i>Lithodytes lineatus</i>					x			
<b>Microhylidae</b>								
<i>Chiasmocleis bassleri</i>	x						x	
<i>Chiasmocleis carvalhoi</i>	x						x	
<b>Phyllomedusidae</b>								
<i>Callimedusa tomopterna</i>	x	x					x	
<i>Phyllomedusa tarsius</i>	x						x	
<b>Pipidae</b>								
<i>Pipa pipa</i>			x		x			
<b>REPTILIA</b>								
<b>Crocodylia</b>								
<b>Alligatoridae</b>								
<i>Paleosuchus trigonatus</i>					1			
<b>Squamata: sauria</b>								
<b>Alopoglossidae</b>								
<i>Alopoglossus angulatus</i>	x			x	x			
<i>Alopoglossus atriventris</i>	x				x			
<b>Dactyloidae</b>								
<i>Anolis scypheus</i>	x				x			
<i>Anolis trachyderma</i>	x		x				x	
<i>Anolis transversalis</i>	x						x	
<b>Gymnophthalmidae</b>								
<i>Arthrosaura reticulata</i>	x				x			
<i>Cercosaura argula</i>	x				x			
<i>Loxopholis parietalis</i>	x				x			
<b>Scincidae</b>								
<i>Copeoglossum nigropunctatum</i>				x	x			
<b>Sphaerodactylidae</b>								
<i>Gonatodes humeralis</i>	x			x	x			
<b>Teiidae</b>								
<i>Ameiva ameiva</i>					x			
<i>Kentropyx pelviceps</i>	x	x	x	x	x		x	
<b>Tropiduridae</b>								
<i>Plica umbra</i>	x			x	x		x	
<b>Squamata: serpentes</b>								
<b>Boidae</b>								
<i>Corallus hortulanus</i>		x	x		x		x	
<i>Euneptes murinus</i>					x			
<b>Colubridae</b>								
<i>Chironius fuscus</i>	x						x	
<i>Erythrolamprus sp.</i>				x			x	
<i>Helicops angulatus</i>			x				x	
<i>Imantodes cenchoa</i>			x				x	
<i>Imantodes lentiferus</i>	x				x			
<i>Leptodeira annulata</i>		x					x	
<i>Leptophis ahaetulla</i>	x				x			
<i>Oxybelis fulgidus</i>				x	x			
<i>Oxyrhopus petolarius</i>					x			
<i>Phrynonax poecilonotus</i>	x				x			
<i>Pseudoboa coronata</i>				x			x	
<i>Siphlophis compressus</i>				x			x	
<i>Xenopholis scalaris</i>	x				x			
<i>Xenodon rabdocephalus</i>					x			
<b>Viperidae</b>								
<i>Bothrocophias hyoprora</i>	X				x			
<b>Testudines</b>								
<b>Podocnemididae</b>								
<i>Podocnemis expansa</i>					x			

## CAPÍTULO 4

## AVES

Francisco A. Vásquez-Arévalo y Juan Díaz Alván

### RESUMEN

Del 14 de agosto al 11 de setiembre de 2017 se evaluó la diversidad de aves en tres sectores de la cuenca alta del Putumayo. La evaluación se realizó usando transectos lineales en bosques inundables (terrazza baja, aguajal y varillal pantanoso) y bosques de tierra firme (terrazza alta y colina baja) en los alrededores de las comunidades de Mashunta, Santa Rita y Nueva Jerusalén. Se evaluó la diversidad, abundancia, amenazas y el estado de conservación. Se registraron 320 especies de aves pertenecientes a 53 familias y las más abundantes fueron *Orthopsittaca manilatus*, *Pionites melanocephalus* y *Ara ararauna*. Las especies *O. manilatus*, *P. melanocephalus*, *A. ararauna* y *Heterocercus aurantiivertex* fueron las más abundantes en el bosque inundable mientras que *Lipaugus vociferans* y *Herpsilochmus dugandi* fueron del bosque de tierra firme. Se registró un grupo de especies indicadoras de suelos pobres, aquellas fueron registradas también en bosques sobre arena blanca o turberas en los ríos Nanay y Tigre. El estado de conservación es bueno aunque la tala selectiva del aguaje *Mauritia flexuosa* y ungurauí *Oenocarpus bataua*, además de la expansión agrícola son las principales amenazas para la avifauna del alto Putumayo. La diversidad de aves de suelos pobres, bosque inundable y tierra firme del alto Putumayo representa a nuestra muy variada composición de avifauna peruana.

**Palabras clave:** Aguajales, Bosque inundable, Ornitofauna, Tierra firme, Suelos pobres.

### ABSTRACT

From the 14th of August to the 11th of September of 2017, the diversity of birds was evaluated in three sectors of the upper Putumayo basin. The evaluation was carried out through lineal transects in flooded forests (low terrace, palm swamp and peatland pole forest) and upland forests (high terrace and low hill) in the surroundings of the Mashunta, Santa Rita and Nueva Jerusalem communities. The diversity, abundance as well as its anthropogenic threats and the state of conservation were evaluated. We registered 320 bird species belonging to 53 families; the most abundant were *Orthopsittaca manilatus*, *Pionites melanocephalus* and *Ara ararauna*. The species *O. manilatus*, *P. melanocephalus*, *A. ararauna* and *Heterocercus aurantiivertex* were more abundant in the flooded forest and *Lipaugus vociferans* and *Herpsilochmus dugandi* in the upland forest. A group of indicator species of poor soils was recorded, those were recorded in forests on white sand or peatlands in the Nanay and Tigre rivers. The state of conservation of the forests is healthy, although the selective felling of the aguaje (*Mauritia flexuosa*) and ungurauí (*Oenocarpus bataua*) together with the agricultural expansion are the main threats to the birds of the upper Putumayo. The diversity of birds of poor soils, floodplain forest and upland forest from the upper Putumayo basin represents the varied composition of the Peruvian avifauna.

**Keywords:** Flooded forest, Ornitofauna, Palm swamp, Poor soils, Upland forest.



## INTRODUCCIÓN

Los bosques inundables y de tierra firme son fuentes importantes de materia prima para las comunidades nativas y es el hogar de las poblaciones de fauna silvestre (Bejarano y Piana 2002, Aquino 2005, Rojas-Robles *et al.* 2012, Jacobo *et al.* 2009). Debajo del suelo del bosque inundable con dominancia de palmerales de *M. flexuosa* se almacena toneladas de carbono (Draper *et al.* 2014). Estas formaciones vegetales son de grandes extensiones en la cuenca del Putumayo y forman parte de un gran mosaico de ecosistemas inundables y de tierra firme (Pitman *et al.* 2013).

Los inventarios biológicos realizados en el río Putumayo reportaron una alta biodiversidad con más de 4000 especies de plantas vasculares y vertebrados (Pitman *et al.* 2004, Alverson *et al.* 2008, Pitman *et al.* 2011, Pitman *et al.* 2013, Pitman *et al.* 2016). Además de la diversidad de aves en general también existe alta riqueza de especies especialistas de suelos pobres (Álvarez *et al.* 2012, Álvarez *et al.* 2013, Stotz y Díaz 2007) y especies nuevas que están en proceso de descripción, como del género *Herpsilochmus*.

A pesar de los inventarios realizados en Loreto, aún no se cuenta con mucha información sobre la avifauna de los bosques inundables como los aguajales y varillales pantanosos (Socolar *et al.* 2018). Los estudios de la avifauna en la cuenca del río Tigre (Díaz-Alván *et al.* 2017) mostraron que las turberas guardan sorpresas con respecto a la presencia de aves consideradas exclusivas de un sólo tipo de hábitat, como los bosques sobre arena blanca. El conocimiento de las especies en nuevos hábitats nos ayuda a crear la mejor estrategia sobre el mantenimiento de sus poblaciones en la Amazonía peruana (Socolar *et al.* 2018).

El registro de la avifauna con requerimientos ecológicos especiales se hace cada vez más importante en la contribución del conocimiento de la diversidad de aves a nivel regional. El presente estudio sobre la diversidad de aves en los palmerales de *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua* de la cuenca alta del Putumayo es uno de los pocos que se han llevado a cabo en la Amazonía peruana. Esta información será importante para la gestión de la Reserva Comunal Airo Pai que busca fortalecer las herramientas de conservación en la zona de amortiguamiento, asimismo será vital para las poblaciones nativas porque permitirá implementar estrategias de conservación de uso sostenible.

## COLECTA DE DATOS

### Área de estudio

La evaluación se llevó a cabo en bosques de la cuenca de los ríos Angusilla, Yubinet y Putumayo, en los alrededores de las comunidades indígenas Mashunta, Bellavista y Nueva Jerusalén, que colindan por el norte con la Reserva Comunal Airo Pai, por el sur con la propuesta de área de conservación Ere-Campuya-Algodón y por el este con Colombia. El paisaje es dominado por terrazas, colinas, humedales y un sistema de lagos y quebradas que desembocan en el río Putumayo (Alverson *et al.* 2008, Pitman *et al.* 2013). Los suelos cercanos al área de estudio son pobres en nutrientes, donde crece una vegetación tolerante a esta condición. Esta zona puede tener gran afinidad a otros bosques sobre suelos pobres en Loreto, como del río Caquetá en Colombia y del escudo guyanés (Pitman *et al.* 2013).

El trabajo de campo se desarrolló del 14 de agosto al 11 de setiembre del 2017, evaluándose tres sectores que abarcan bosques de tierra firme con abundancia de la palmera ungurauí (*Oenocarpus bataua*) y zonas inundables en su mayoría representadas por turberas con presencia de la palmera de aguaje (*Mauritia flexuosa*). El primer sector estuvo en Mashunta, río Angusilla, donde se evaluaron cuatro transectos de 4 km, el segundo sector fue la comunidad de Santa Rita, río Yubinet, donde se evaluaron tres transectos de 4 km, y el tercer sector estuvo en la comunidad de Nueva Jerusalén, río Putumayo, donde se evaluaron tres transectos de 3.5 km (Figura 1); cada transecto fue evaluado durante dos días.

## MÉTODOS

### Transectos

La búsqueda de aves se realizó a lo largo de transectos (Sutherland 2006) entre las 06:00-12:00 h, registrándose las especies y el número individuos por observación directa y/o audición, adicionalmente se hicieron registros ocasionales. Se realizaron grabaciones de las vocalizaciones, especialmente de aquellas especies que no pudieron identificarse en campo. Asimismo, se visitaron otros hábitats fuera de los transectos, como zonas ribereñas y áreas perturbadas en los alrededores de las comunidades. Los registros fotográficos de otros equipos de evaluación fueron tomados en cuenta para la lista final de especies, estos registros se consideraron como ocasionales. El esfuerzo total de muestreo fue de 74 km de recorrido en 20 días de censo.

### Identificación de especies

Las especies fueron identificadas con las descripciones de las Aves de Perú (Schulenberg *et al.* 2010). La nomenclatura científica sigue al South American Classification Committee - SACC (Remsen *et al.* 2017) y los nombres en español de las especies se obtuvieron de la Lista de las Aves del Perú (Plenge 2017). Aquellas vocalizaciones que no pudieron ser identificadas en campo fueron comparadas en gabinete con el banco de sonidos de aves en línea Xeno-Canto ([www.xeno-canto.org](http://www.xeno-canto.org)).

### Análisis de datos

La riqueza de especies tomó en cuenta el total de especies registradas durante el inventario, por sector de muestreo y hábitat. Empleamos estimadores no paramétricos (Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap) para calcular la riqueza esperada por sector. La abundancia de cada especie se determinó con el índice de abundancia (ind./km, ind./100 km) y la dominancia con el índice de Simpson. La similitud se evaluó con el ANOSIM entre las unidades de muestreo, además se realizó el análisis de agrupamiento con el índice de Bray - Curtis.

También se realizó el Análisis de Componentes Principales (ACP) para identificar aquellas especies que estarían diferenciándose entre los tipos de hábitats, ambos análisis se realizaron en el programa Community Analysis Package versión 4.0. Para conocer el estado de conservación del bosque en las localidades de muestreo se utilizó la Base de Datos Zoogeográficos y Atributos Ecológicos de Stotz *et al.* (1996), donde se indica el grado de sensibilidad (alta, media y baja) de las especies de aves a la perturbación humana.

Adicionalmente se identificaron las especies de aves que se encuentran en alguna categoría de amenaza según el listado de especies amenazadas en el Perú (El Peruano 2014), la lista roja de especies amenazadas de la UICN (2017) y la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre – CITES (2017).

## RESULTADOS

### Riqueza de especies

Registramos 3791 individuos de 320 especies, 53 familias y 22 órdenes. Las familias con mayor número de especies fueron Thamnophilidae, Tyrannidae y Furnariidae. En los transectos de Mashunta se registraron 171 especies, que es el 79 % de las especies esperadas (rango= 181 – 257). En Santa Rita se registraron 153 especies, el equivalente al 74 % de las especies esperadas (rango= 172 – 244). En Nueva Jerusalén se identificaron 156 especies, el 74 % de las especies esperadas (rango=185 – 247). Los registros casuales y exploraciones en hábitats ribereños lograron incrementar la riqueza de especies, tal es así que en el sector de Mashunta se alcanzó registrar a 230 especies de 43 familias; en Santa Rita hubo 197 especies de 41 familias y en Nueva Jerusalén 186 especies de 18 familias.

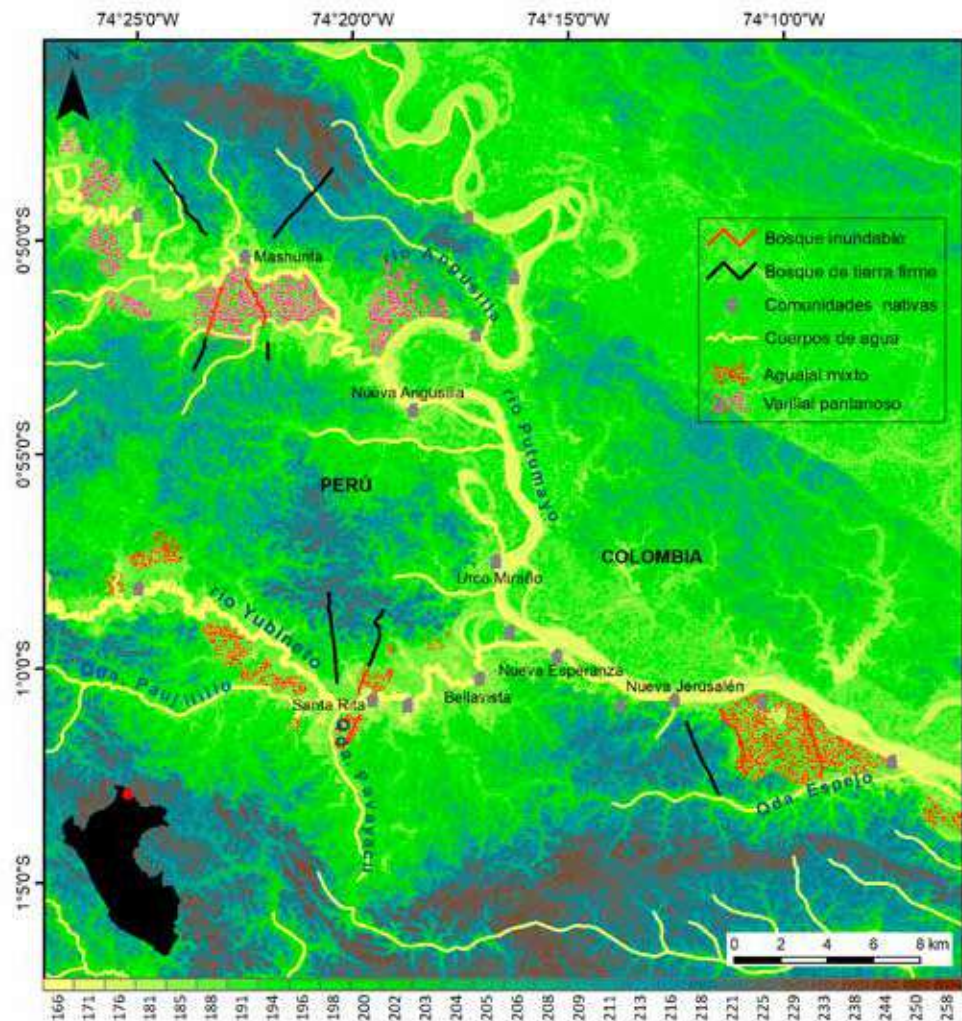


Figura 1. Mapa de ubicación de las localidades y transectos de muestreo en el alto río Putumayo.

Este incremento de especies está dentro del rango de las especies esperadas propuesto por los estimadores. El índice de dominancia indica que en todos los sectores existe una alta homogeneidad en la comunidad de aves (Tabla 1).

La riqueza ornitológica en los transectos de bosque de tierra firme o unguruales (*Oenocarpus bataua*) fue de 174 especies, se logró registrar el 73.7 % de las  $236 \pm 16.7$  especies. Mientras que en bosque inundable (varillal pantanoso y aguajal) la riqueza fue de 184 especies y se logró registrar el 76.4 % de las  $240 \pm 15.0$  especies (Figura 2). Los análisis independientes por hábitat inundable resultaron en menor número de especies, es por ello la importancia de considerar la integridad del bosque inundable para brindar el verdadero valor de la ornitofauna. Es decir, el bosque inundable conformado por el varillal pantanoso y aguajal, tiene una riqueza similar al bosque de tierra firme, por lo tanto su conservación es fundamental para lograr conservar mayor riqueza ornitológica.

Tabla 1. Diversidad en los sectores estudiados y unidades de muestreo en la cuenca alta del Putumayo.

Parámetros	Mashunta					Santa Rita				Nueva Jerusalén			
	T1	T2	T3	T4	Total	T1	T2	T4	Total	T1	T2	T4	Total
Especies registradas	85	88	88	75	171	88	98	76	153	70	101	61	156
Dominancia (1-D)	0.97	0.98	0.98	0.97	0.98 ±0.004	0.98	0.98	0.96	0.98 ±0.01	0.98	0.98	0.91	0.98 ±0.04
Especies esperadas	217 (181-257)					206 (172-244)				212 (185-247)			
Esfuerzo (Km)	8	8	8	6.5	30.5	8	8	6.5	22.5	7	7	7	21

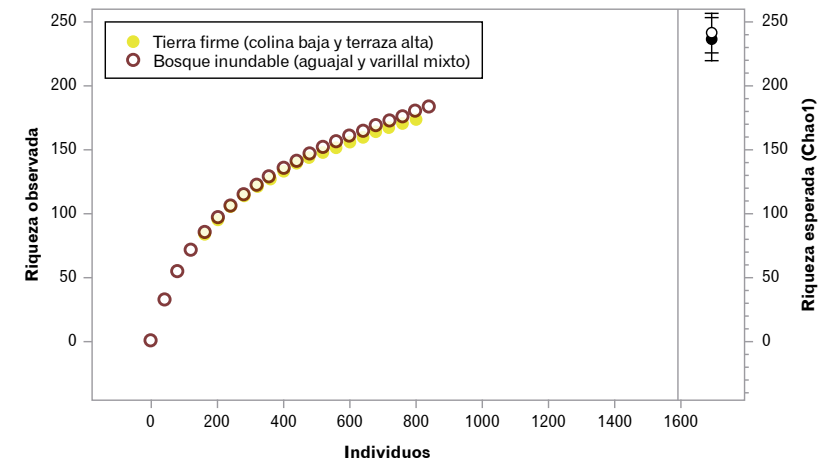


Figura 2. Comparación de la riqueza de especies de tierra firme y bosque inundable mediante curva de rarefacción (izquierda) y riqueza esperada mediante el estimador no paramétrico de Chao1.

### ABUNDANCIA

Durante los censos se registraron un total 3297 individuos en 74 km de recorrido. Las cinco especies más abundantes fueron *Orthopsittaca manilatus* (215 ind./100 km), *Pionites melanocephalus* (178 ind./100 km), *Ara ararauna* (132 ind./100 km), *Ceratopira erythrocephala* (126 ind./100 km) y *Ramphastos tucanus* (120 ind./100 km) (Figura 3). En Mashunta se registraron 1413 individuos en 30.5 km durante los censos, las especies más abundantes fueron *C. erythrocephala* (193 ind./100 km), *P. melanocephalus* (190 ind./100 km) y *Herpsilochmus dugandi* (151 ind./100 km). En Santa Rita se registraron 993 individuos en 22.5 km, y las especies más abundantes fueron *O. manilatus* (249 ind./100 km), *P. melanocephalus* (191 ind./100 km) y *R. tucanus* (160 ind./100 km), y en Nueva Jerusalén se registraron 887 individuos en 21 km de recorrido, y las especies con mayor abundancia fueron *O. manilatus* (471 ind./100 km), *A. ararauna* (229 ind./100 km) y *Brotogeris versicolurus* (157 ind./100 km) (Figura 3).

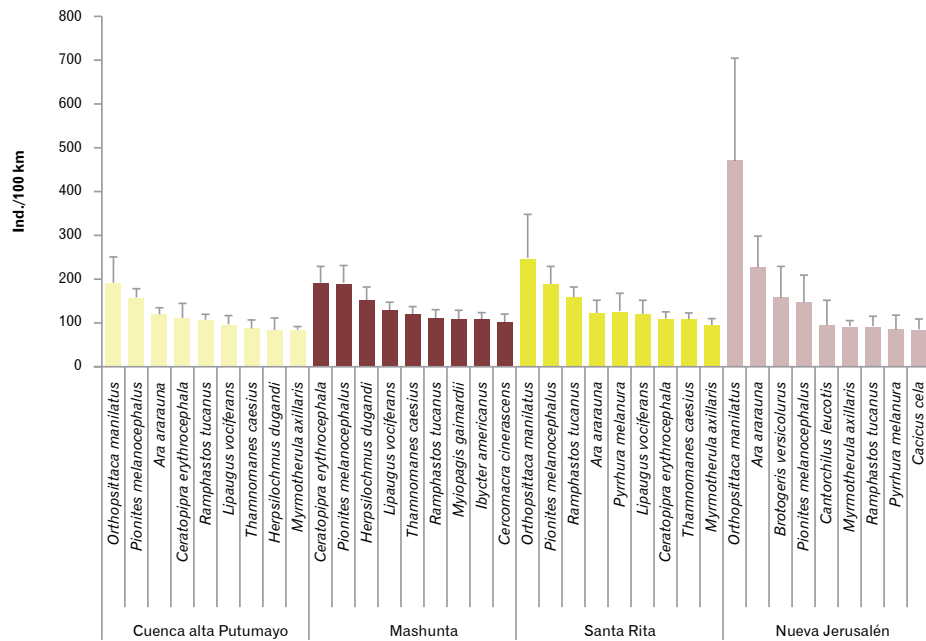


Figura 3. Especies más abundantes durante todo el inventario y por sectores de muestreo.

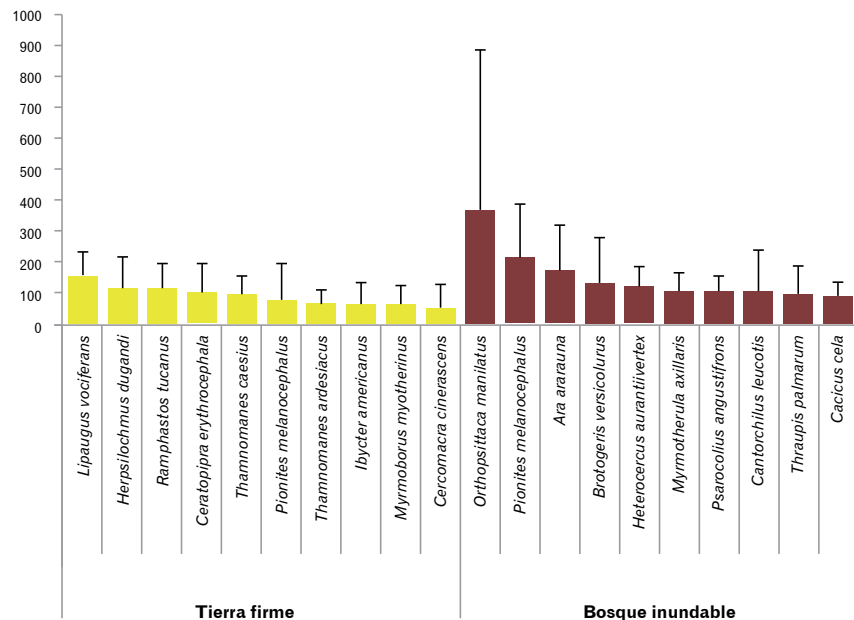


Figura 4. Especies más abundantes (ind./100 km) en tierra firme y bosque inundable.

La abundancia de aves en tierra firme fue 2868.19 ind./100 km y en el bosque inundable fue 4202.00 ind./100 km. Es decir, se registraron más aves en el bosque inundable conformado por varillales pantanosos y aguajales. En tierra firme las especies más abundantes fueron *Lipaugus vociferans*, *Herpsilochmus dugandi*, *Ramphastos tucanus*, *Ceratopira erythrocephala* y *Thamnomanes caesius* con 153.73 ind./100 km, 115.05 ind./100 km y 114.54 ind./100 km, 100.59 ind./100 km y 95.66 ind./100 km. Estas especies conforman el 20.20 % de la abundancia de aves. En el bosque inundable las especies más abundantes fueron *Orthopsittaca manilatus*, *Pionites melanocephalus*, *Ara Ararauna*, *Brotogeris versicolurus* y *Heterocercus aurantiventris* con 369.37 ind./100 km, 212.73 ind./100 km, 171.69 ind./100 km, 128.37 ind./100 km y 121.16 ind./100 km. Estas cinco especies conforman el 34.98 % de la abundancia del bosque inundable (Figura 4).

### SIMILITUD DE HÁBITATS

Con el análisis de agrupamiento se mostró dos grandes grupos, en el primer grupo estuvieron los transectos de tierra firme (Tf), en el segundo grupo se encuentran los transectos que recorrían zonas inundables (Bj), demostrando así la diferenciación de las especies de aves por hábitat (Figura 5). El Análisis de Componentes Principales explica esta variabilidad al 34.57 % en dos componentes principales. En el primer componente se explica una variabilidad de 19.72 % y las especies más importantes en esta diferenciación fueron: *Herpsilochmus dugandi* y *Lipaugus vociferans* en tierra firme, y *Orthopsittaca manilatus*, *Pionites melanocephalus*, *Ara ararauna* y *Heterocercus aurantiivertex* en las zonas inundables (Figura 6). Las comunidades de aves de tierra firme y bosque inundable difieren significativamente (ANOSIM, P=0.001)

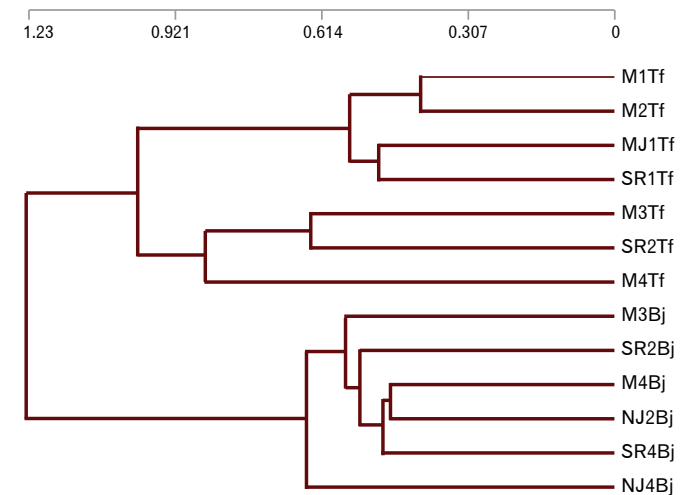


Figura 5. Similitud de las unidades de muestreo en las zonas evaluadas empleando el índice de Bray - Curtis.

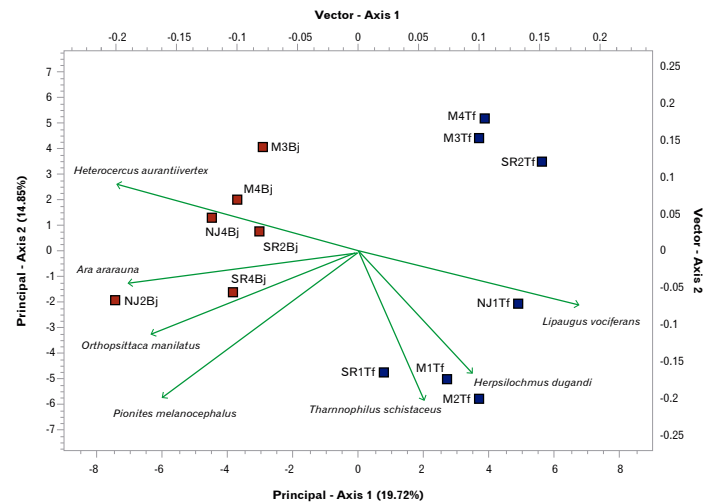


Figura 6. Análisis de componentes principales con matriz de covarianza a partir de las abundancias de especies por hábitat.

### ESTADO DE CONSERVACIÓN

Los bosques evaluados en las tres localidades muestran un buen estado de conservación. De las especies registradas en estas zonas, el 45 % de especies son altamente sensibles a la perturbación, el 41 % tienen sensibilidad media y sólo un 13 % posee una sensibilidad baja. A nivel de localidad, cada una posee una mayor proporción de especies altamente sensible lo cual nos indica un buen estado del bosque (Tabla 2).

Así mismo, las especies más abundantes son de sensibilidad alta y media. Las especies más abundantes de tierra firme tienen sensibilidad alta mientras del bosque inundable son de sensibilidad media y alta (Tabla 3). Es decir, el bosque de tierra firme puede estar mejor estado de conservación que los varillales pantanoso y aguajales.

Tabla 2. Riqueza de especies por localidades según el grado de sensibilidad a la perturbación.

	Mashunta		Santa Rita		Nueva Jerusalén		Total	
	Riqueza	%	Riqueza	%	Riqueza	%	Riqueza	%
Alta	78	46	69	46	73	49	108	45
Media	70	42	62	41	52	35	99	41
Baja	20	12	20	13	23	16	32	13
<b>Total</b>	<b>168</b>	<b>100</b>	<b>151</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>	<b>239</b>	<b>100</b>

Tabla 3. Especies más abundantes y categoría de sensibilidad a la perturbación.

N°	Familia	Especie	Sensibilidad	Ind./100Km
1	Psittaciformes	<i>Orthopsittaca manilatus</i>	Media	194
2	Psittaciformes	<i>Pionites melanocephalus</i>	Alta	161
3	Psittaciformes	<i>Ara ararauna</i>	Media	120
4	Pipridae	<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	Alta	113
5	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Alta	109
6	Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	Alta	99
7	Thamnophilidae	<i>Thamnomanes caesioides</i>	Alta	89
8	Thamnophilidae	<i>Herpsilochmus dugandi</i>	Alta	85
9	Thamnophilidae	<i>Myrmotherula axillaris</i>	Media	85
10	Psittaciformes	<i>Brotogeris versicolurus</i>	Media	79

Tabla 4. Especies de aves con algún grado de amenaza y consideradas CITES en la cuenca alta del río Putumayo.

Orden	Familia	Especie	MINAGRI 2014	UICN 2017	CITES 2017
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus schistaceus</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoospiza caerulescens</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia plumbea</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Leptodon cayanensis</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Pseudastur albicollis</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>			II
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>		NT	II
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Agamia agami</i>		VU	
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>		VU	
Falconiformes	Falconidae	<i>Daptus ater</i>			II
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>			II
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>			II
Falconiformes	Falconidae	<i>Ibycter americanus</i>			II
Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur mirandollei</i>			II
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara macao</i>	NT		II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>		NT	II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara macao</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara severus</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris versicolurus</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus modestus</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Graydidascalus brachyurus</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Orthopsittaca manilatus</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionites melanocephalus</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pyrilia barrabandi</i>			II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pyrhura melanura</i>			II
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus aracari</i>			II
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>			II
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus inscriptus</i>			II
Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus pluricinctus</i>			II
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>			II
Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>			II
Piciformes	Ramphastidae	<i>Selenidera reinwardtii</i>			II
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>			II
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>			II
Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops watsonii</i>			II
Strigiformes	Strigidae	<i>Pulsatrix perspicillata</i>			II
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus duidae</i>	VU	NT	

En nuestra evaluación registramos a *Crypturellus duidae*, especie categorizada como Vulnerable (VU) según la lista de categorización de especies amenazadas del estado peruano (El Peruano 2014). También registramos a *Agamia agami* y *Patagioenas subvinacea*, especies categorizadas como Vulnerable (VU) en la lista de especies amenazadas de la UICN (2017). Registramos a 44 especies categorizadas en el apéndice II de Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) (Tabla 4).

## ESPECIES DE SUELOS POBRES

Un grupo de aves que habita generalmente en suelos pobres fue registrado en la zona de muestreo. Muchas de ellas fueron reportadas en los bosques sobre arena blanca o varillales en las cuencas de los ríos Nanay, Tigre, Morona y localidades de Jenaro Herrera y Tamshiyacu. Algunas de estas especies son consideradas como especialistas estrictas o facultativas de suelos de arena blanca (Álvarez *et al.* 2013). Dentro de este grupo de especialistas encontramos dos especies consideradas estrictas de bosques sobre arena blanca: *Crypturellus duidae* y *Notharchus ordii*; cuatro especies consideradas especialistas locales: *Lepidocolaptes duidae*, *Conopias parvus*, *Attila citriniventris* y *Heterocercus aurantiivertex*; asimismo registramos diez especies consideradas facultativas: *Nyctibius bracteatus*, *Trogon rufus*, *Galbula dea*, *Megastictus margaritatus*, *Hypocnemis hypoxantha*, *Sclerurus ruficularis*, *Deconychura longicauda*, *Ramphotrigon ruficauda*, *Lophotriccus galeatus* y *Dixiphia pipra*. Sin embargo, la abundancia de estas especies durante los censos fue baja y en algunos casos sólo fueron registradas de manera ocasional.

## AMPLIACIÓN DE RANGOS DE DISTRIBUCIÓN

*Crypturellus duidae* pertenece a la familia de las perdices (Tinamidae), fue registrada en el varillal pantanoso de Santa Rita, río Yubineto. Este es el primer registro de la especie en un varillal pantanoso fuera de su rango de distribución conocida, y por lo tanto representa una ampliación de rango de más de 200 km aproximadamente. Anteriormente esta especie sólo había sido reportada en los bosques sobre arena blanca en la cuenca de los ríos Nanay y Tigre (Álvarez *et al.* 2002, Díaz-Alván *et al.* 2017, Socolar *et al.* 2018). Los otros registros más cercanos se encuentran en el Parque Natural Serranía de Chiribiquete, en Colombia (BirdLife International 2017).

*Notharchus ordii* fue registrada en Loreto en los bosques sobre arena blanca de la cuenca de los ríos Nanay y Tigre, además del varillal pantanoso del río Tigre y otros registros en la cuenca del Ucayali (Díaz-Alván *et al.* 2017, Socolar *et al.* 2018). Nuestro registro fue en tierra firme de Santa Rita con presencia de palmeras de Irapay *Lepidocarium tenue*. De esta forma ampliamos el rango de distribución de esta especie en 200 km aproximadamente y registramos un nuevo hábitat.

*Percnostola rufifrons* fue registrada en bosques dominados por Irapay (*Lepidocarium tenue*) en la localidad de Nueva Jerusalén, río Putumayo. Esta especie forma parte de las especies del grupo *Percnostola furifrons* (*P. r. rufifrons*, *P. r. minor*, *P. r. subcristata* y *P. r. jensoni*). En Perú se encuentra *P. r. jensoni* y su presencia se restringe a los bosques de tierra firme ubicados al norte del río Amazonas y este del río Napo. Inventarios previos en la cuenca del Putumayo (Pitman *et al.* 2013, Pitman *et al.* 2016) reportaron a *P. rufifrons jensoni* en la parte media del río Campuya a 100 km de nuestro registro, por lo tanto, nuestro reporte amplía su rango de distribución conocida en esta parte del Perú (Figura 7).

## AMENAZAS ANTRÓPICAS

En la zona de estudio se identificaron tres amenazas que podrían ayudar a la disminución de las poblaciones de algunos grupos de aves. La primera amenaza es la tala de palmeras del aguaje (*Mauritia flexuosa*) y unguirai (*Oenocarpus bataua*) para la colecta de sus frutos, esta actividad afecta directamente a las poblaciones de los grandes loros y guacamayos, quienes se alimentan de sus frutos (da Silva y Melo 2015, Ojeda 2016). Asimismo, algunas especies de este grupo como el guacamayo azul (*Ara ararauna*) aprovechan los troncos muertos de *M. flexuosa* para anidar (Brightsmith y Bravo 2006). La segunda amenaza es la sobrecarga de especies en la zona y quizá esto ocasionó las bajas abundancias (0.1 ind./km - 0.3 ind./km) de algunas especies preferidas como paujil (*Mitu salvini*), pucacunga

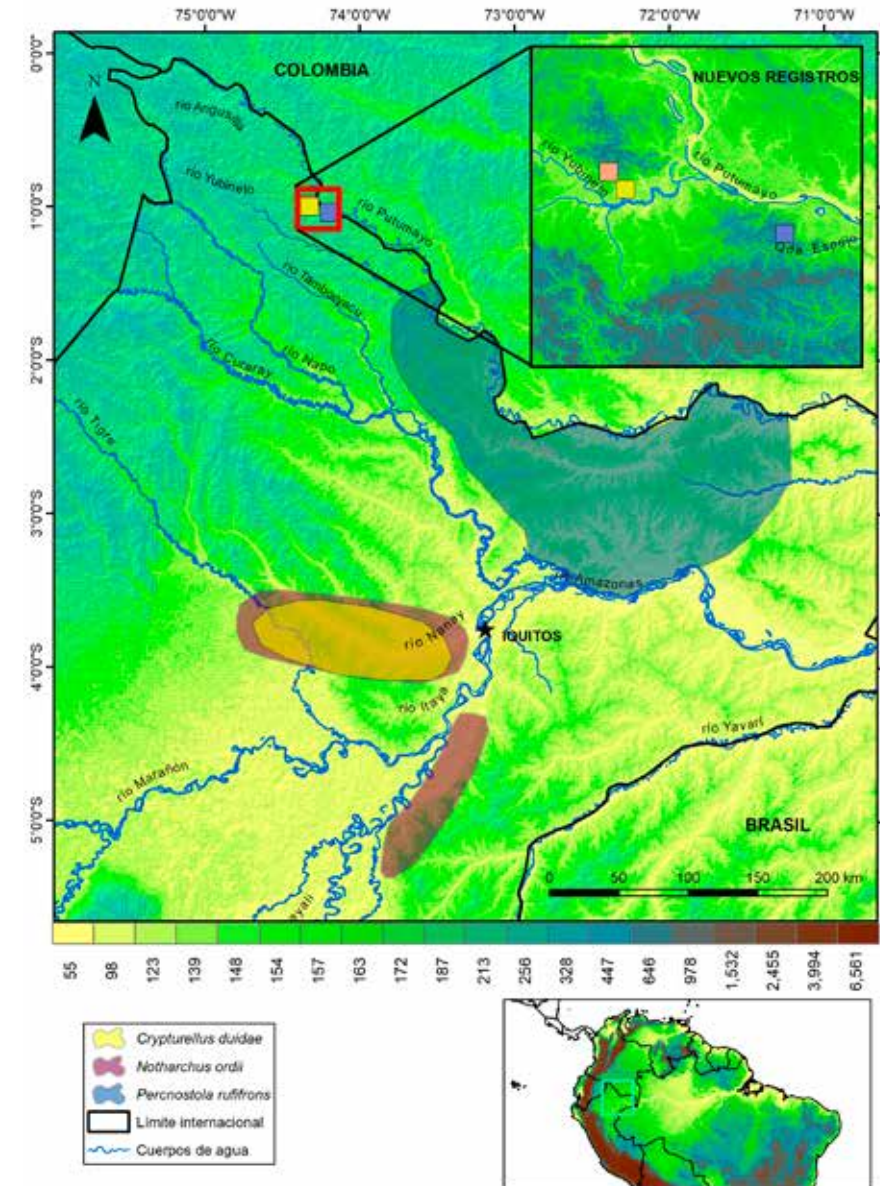


Figura 7. Distribución conocida (según Schukernberg *et al.* 2010) y ampliación de rango de distribución (cuadro interno) de *Crypturellus duidae*, *Notharchus ordii* y *Percnostola rufifrons* en la cuenca alta del río Putumayo.

(*Penelope jacquacu*) y trompetero (*Psophia crepitans*), aunque falta determinar si se deben a variaciones estacionales. Finalmente, la tercera amenaza que se pudo detectar, se encuentra relacionada con la tala de bosque primario para la producción de hoja de coca lo que podría ocasionar la pérdida de hábitats para las especies de aves con mayor sensibilidad.

## DISCUSIÓN

En la cuenca alta del Putumayo y sus afluentes ríos Angusilla y Yubineto, encontramos una diversidad relativamente alta, 320 especies de aves, representando el 41 % de las especies de Loreto entre 60 - 250 msnm (Wiley *et al.* 2018). Esta riqueza está relacionada con la diversidad de hábitats en la zona de estudio, como los bosques inundables, hábitats de suelos pobres así como los cuerpos de agua y bosques de tierra firme.

Los inventarios llevados a cabo en la cuenca del Putumayo registraron entre 319 y 437 especies de aves y tuvieron una composición similar al presente estudio (Alverson *et al.* 2008, Pitman *et al.* 2013, Pitman *et al.* 2016). Nuestros nuevos registros de *Crypturellus duidae*, *Notharchus ordii*, *Tyrannus savana*, *Tolmomyias traylori* y *Cacicus haemorrhous* enriquecen a la diversidad de la zona, al mismo tiempo se amplía la distribución en Loreto de las tres últimas especies mencionadas.

Las especies registradas de suelos pobres fueron reportadas en los bosques sobre arena blanca de las cabeceras del río Nanay (Vriesendorp *et al.* 2007), Reserva Nacional Allpahuayo Mishana (Álvarez *et al.* 2012) y en los bosques sobre turba de la cuenca del río Tigre (Díaz-Alván *et al.* 2017). Es probable que estas especies están distribuidas de manera agrupada en ciertos hábitats, como es el caso de *Crypturellus duidae*, registrada en bosques de turberas o varillal pantanoso, que estructuralmente se asemejan a un bosque sobre arena blanca. De manera similar *Notharchus ordii* fue registrada en algunos bosques de colinas altas. Nuestra investigación corrobora las afirmaciones que las especies se distribuyen de forma agrupada en la Amazonía noroccidental, la cual sería el resultado de una conectividad contemporánea entre poblaciones y en menor grado a poblaciones relictuales (Socolar *et al.* 2018).

El mismo patrón de distribución estaría ocurriendo con *Percnostola rufifrons jensoni*, que hasta hace poco se tenía escasos registros pero en los últimos años fue incrementándose los avistamientos en los bosques sobre terrazas con irapay (*Lepidocarium tenue*) que son suelos relativamente pobres en nutrientes. Un caso particular es el de *Heterocercus aurantiivertex*, considerada como especialista local de bosque sobre arena blanca en las cuencas de los ríos Nanay, y las localidades de Jenaro Herrera y Tamshiyacu (Álvarez *et al.* 2013); aunque también vive en bosques inundados por aguas negras (Schulenberg *et al.* 2010), aguajales y en turberas. Es posible que su presencia está relacionada a la similitud con los bosques sobre arena blanca.

La mayor abundancia de especies fueron de loros y guacamayos (Psittacidae), entre las que destacan *Orthopsittaca manilatus*, *Pionites melanocephalus* y *Ara ararauna*. Sin embargo, la abundancia varía por sector, como en Mashunta, en donde la especie *O. manilatus* es reemplazada por *Ceratopipra erythrocephala*, manteniéndose como segunda especie más abundante *P. melanocephalus* y en tercer lugar *Herpsilochmus dugandi*, esto probablemente debido a que nuestro muestreo abarcó principalmente bosques sobre terrazas. En las localidades de Santa Rita y Jerusalén el guacamayo *O. manilatus* continúa siendo muy abundante, seguida de otras especies de Psitácidos como *P. melanocephalus* y *A. ararauna*. La abundancia de loros y guacamayos es aún más clara en las unidades de muestreo compuesto por bosques inundables con abundante aguaje (*M. flexuosa*).

El aguaje es uno de los principales alimentos de guacamayos y loros, especialmente de *O. manilatus* (Villalobos y Bagno 2013; Da Silva y Melo 2015). En Mashunta no se encontraron muchos individuos de la palmera a comparación de otros sectores, por ello la baja abundancia de Psitácidos en este sector. Por otro lado, la mayor abundancia registrada de *L. vociferans* y *C. erythrocephala*, estuvieron relacionados a tierra firme donde se encontraron

numerosos sitios de cortejos de estas especies (leks). *Herpsilochmus dugandi* también fue muy abundante en tierra firme de Mashunta, probablemente su preferencia a bosques no inundables explique su abundancia en este sector.

El estado de conservación del bosque es comparativamente bueno en las zonas evaluadas. Las especies de áreas perturbadas fueron registradas en los alrededores de las comunidades y en sus áreas de cultivo o chacras. La deforestación a causa de estas áreas de cultivos para subsistencia no compromete grandes extensiones de bosque y por ende no tendría mucho impacto sobre las especies de aves. Sin embargo, la mayor amenaza estaría relacionado con la apertura de bosque primario para el cultivo de especies que no necesariamente son para alimentación o subsistencia, la coca *Erythroxylum coca*, deforestación que puede afectar a algunas especies de aves, especialmente a las que habitan en suelos pobres. Por otro lado, la sobrecaza podría estar disminuyendo gradualmente las poblaciones de aves de caza como *Mitu salvini*, *Penelope jacquacu*, *Psophia crepitans* y *Tinamus* sp., esto fue percibido por la baja frecuencia de avistamiento de estas especies en los tres sectores evaluados, llegando en algunos casos como el de *M. salvini* a tener índices de abundancias muy bajas (0.03 ind./km) aunque también puede ser debido a la estacionalidad. Es necesario realizar otras evaluaciones en una temporada diferente.

Es recomendable disminuir la cacería de la avifauna considerada "carismática" como los grandes loros y guacamayos. Así como prohibir la tala de árboles para la recolección de los frutos de aguaje y ungurahui, y en su lugar incentivar el uso de subidores, tal como se realiza en la cuenca del río Tahuayo, quienes emplean subidores para la recolección de los frutos (Penn *et al.* 2008), el mismo método de recolección es llevado a cabo por los grupos de manejo de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Al sur del Perú, en Madre de Dios, también se promueve el uso sostenible de aguaje y ungurau empleando subidores (Rainforest Alliance 2015).

La cacería de especies de gran tamaño como *M. salvini* o *P. jacquacu* debe ser regulada para su manejo sostenible y que asegure su supervivencia. Es necesario crear un plan de manejo, como el que se lleva a cabo dentro del ámbito de la Reserva Nacional Pucacuro (Pérez-Peña *et al.* 2016) y que considere las especies más importantes para los pobladores, como los pecaríes y aves de caza. Asimismo, la presencia de especies con afinidad a suelos pobres nos sugiere investigar con mayor minuciosidad la ecología de este particular grupo en esta parte de la Amazonía peruana.

## CONCLUSIÓN

La riqueza de especies de aves en la cuenca alta del río Putumayo se encuentra muy relacionada con la presencia de un gran mosaico de ecosistemas de zonas inundables y de tierra firme, en donde se observan formaciones vegetales como los aguajales y ungurahuales. Se registraron a *Crypturellus duidae* y *Notharchus ordii* cuyas distribuciones se encontraban restringidas a los bosques sobre suelos pobres en la cuenca de los ríos Nanay, Tigre, Pucacuro y algunos bosques sobre suelos pobres al sur del río Amazonas y en áreas puntuales al este del río Napo, como es el caso de *Percnostola rufifrons jensoni* y que ahora ampliamos su rango de distribución. Las poblaciones saludables de loros y guacamayos dependen de la abundancia de la palmera de aguaje. La tala selectiva de las palmeras de aguaje y ungurau constituye la principal amenaza, junto con la cacería no controlada y la apertura de bosque primario para el sembrío de coca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez A.J., Díaz A. J. y Shany N. 2012. Avifauna de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú. *Cotinga*, 34: 132-152

Álvarez A.J., Metz M.R. y Fine P. 2013. Habitat specialization by birds in western Amazonian white-sand forests. *Biotropica*, 45(3): 365-372.

Alverson W.S., Vriesendorp C., del Campo Á., Moskovits D.K., Stotz D.F., Donayre M.G., y Láinez L.A.B. 2008. Ecuador, Perú: Cuyabeno-Güepi. Rapid Biological and Social Inventories Report 20. The Field Museum, Chicago. 376 pp

Aquino R. 2005. Alimentación de mamíferos de caza en los «aguajales» de la Reserva Nacional de Pacaya-Samiria (Iquitos, Perú). *Revista Peruana de Biología*, 12: 417–425.

Bejarano P. y Piana R. 2002. Plan de manejo de los aguajales aledaños al caño Parinari. JUNGLEVAGT FOR AMAZONAS (WWF-AIF/DK. Programa Integral de Desarrollo y Conservación Pacaya Samiria, Perú).

BirdLife International. 2017. Species factsheet: *Crypturellus duidae*. Accedido el 27/09/2017. <http://www.birdlife.org> on.

Brightsmith D. y Bravo A. 2006. Ecology and management of nesting blue-and-yellow macaws (*Ara ararauna*) in *Mauritia* palm swamps. *Biodiversity & Conservation*, 15(13): 4271-4287.

CITES. 2017. Checklist of CITES Species. Accedido el 26/11/2017. <http://checklist.cites.org>.

Da Silva P.A. y Melo C. 2015. Variação na abundância do maracanã-do-buriti *Orthopsittaca manilatus* (Psittacidae) e produção de frutos no buriti *Mauritia flexuosa* (Arecaceae). *Ambiência Guarapuava*, 11(3): 611 – 628.

Díaz-Alván J., Socolar J. y Álvarez J. Avifauna of the rio Tigre basin, northern Perú. *Ornitología Neotropical*, 28:11-21

Draper F.C., Roucoux K. H., Lawson I. T., Mitchard E. T. A., Honorio-Coronado E. N., Lähteenoja O., Montenegro L. T., Sandoval E. V., Zaráte R., y Baker T.R. 2014. The distribution and amount of carbon in the largest peatland complex in Amazonia. *Environmental Research Letters*, 9:1–12.

El Peruano. 2014. Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI.

Jacobo F.Q., Rojas M.A., Reyes G.I., Pino E.L. y Chagman G.P. 2009. Caracterización de aceites, tortas y harinas de frutos de unguahui (*Oenocarpus bataua*) y aguaje (*Mauritia flexuosa*) de la Amazonía peruana. *Sociedad Química del Perú*. 75, 243.

Ojeda M.I. 2016. Dispersores primarios y secundarios de *Oenocarpus bataua* y *Mauritia flexuosa* en el bosque tropical Yasuni, Amazonía Ecuatoriana. Título para optar el grado de Master en Biología de la conservación. Universidad Católica del Ecuador. 97 pp.

Penn J. y Van Sledright M. B. 2008. Los aguajales y sus condiciones en el Río Tahuayo: Aportes para el Plan Maestro del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu-Tahuayo (ACRCTT). Programa Conserv. Gest. Uso Sosten. Divers. Biológica En Región Loreto PROCREL Iquitos Perú. XX pp

Pérez-Peña P.E., Gonzales-Tanchiva C. y Trigos-Pinedo M. 2016. Evaluación del plan de manejo de animales de caza en la Reserva Nacional Pucacuro. *Folia Amazónica*, 25(1), 1-16.

Pitman N., Smith R.C., Vriesendorp C., Moskovits D., Piana R., Knell G. y T. Wachter (Eds). 2004. Perú: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Rapid Biological Inventories Report 12. The Field Museum, Chicago. 273 pp.

Pitman N., Vriesendorp C., Moskovits D.K., von May R., Alvira D., Wachter T., Stotz D.F. y del Campo A. (Eds). 2011. Perú: Yaguas-Cotuhé. Rapid Biological and Social Inventories Report 23. The Field Museum, Chicago. 378 pp.

Pitman N., Ruelas Inzunza E., Vriesendorp C., Stotz D.F., Wachter T., del Campo Á., Alvira D., Rodríguez Grández B., Smith R.C., Sáenz Rodríguez A.R. y Soria Ruiz R. (Eds). 2013. Perú: Ere-Campuya-Algodón. Rapid Biological and Social Inventories. Report 25. The Field Museum, Chicago. 403 pp

Pitman N., Bravo A., Claramunt S., Vriesendorp C., Alvira Reyes D., Ravlkumar A., del Campo A., Stotz D.F., Wachter T., Heilpern S., Rodríguez Grández B. Sáenz Rodríguez A.R. y Smith R.C., (Eds). 2016. Perú: Medio Putumayo-Algodón. Rapid Biological and Social Inventories Report 28. The Field Museum, Chicago. 519 pp.

Plenge M. 2017. Lista de las aves del Perú. Unión Ornitológica del Perú. 41 pp.

Rainforest Alliance. 2015. Evaluación participativa de la fenología de las palmeras aguaje (*Mauritia flexuosa*) y unguahui (*Oenocarpus bataua*) en la comunidad nativa Tres Islas, Madre de Dios.

Remsen J.V. Jr., Areta J.I., Cadena C.D., Claramunt S., Jaramillo A., Pacheco J.F., Pérez-Emán J., Robbins M.B., Stiles F.G., Stotz D.F. y Zimmer K.J. 2017. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists Union. Accedido el 28/11/2017. [www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html](http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html).

Rojas-Robles R., Gary Stiles F., y Muñoz-Saba Y. 2012. Frugivory and seed dispersal *Oenocarpus bataua* palm (Arecaceae) in a forest from the Colombian Andes. *Revista de Biología Tropical*, 60: 1445–1461.

Schulenberg T. S., Stotz D.F., Lane D. F., O'Neill J.P. y Parker III T.A. 2010. Aves de Perú. Serie Biodiversidad Corbidi, 1. 660 pp

Socolar B.J., Díaz-Alván J., Saboya P., Pomara Y. L., O'Shea B., Cubas S., Stotz D., Schmitt F., Graham D., Carnes H.B. y Ruelas E. 2018. Noteworthy bird records from northeastern Peru reveal connectivity and isolation in the western Amazonian avifauna. *The Wilson Journal of Ornithology*, 130 (1): 94-111.

Stotz D. F., y Díaz-Alván J. 2007. Aves/Birds. En: Perú: Nanay-Mazán-Arabela. Vriesendorp C., Álvarez J.A., Barbagelata N., Alverson W.S., y Moskovits D.K. (Eds). Rapid Biological Inventories Report 18. The Field Museum, Chicago. 67–73 pp + anexos

Stotz D. F., y and J. Diaz Alván. 2010. Aves/Birds. En: Perú: Majuna. Gilmore M.P., Vriesendorp C., Alverson W., del Campo A., von May R., López Wong C., y Ríos Ochoa S. (Eds). Rapid Biological and Social Inventories Report 22. The Field Museum, Chicago. Pp. 81–90, 197–205.

Stotz D.F., Fitzpatrick J.W., Parker T.A., y Moskovits D.K. 1996. Neotropical birds: Ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago, U.S.A. 478 pp

Sutherland W.J. 2006. Ecological census techniques: a handbook. Cambridge University Press. 450 pp.

UICN. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Accedido el 27/11/17. www.iucnredlist.org.  
 Villalobos M.P. y Bagno M.A. 2013. Avian frugivores feeding on *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) fruits in Central Brazil. Rev. Bras. Ornitol. 20(1): 26-29

Villalobos M.P. y Bagno M.A. 2012. Avian frugivores feeding on *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) fruits in central Brazil. Revista Brasileira de Ornitología 20: 26 -29.

Vriesendorp C., Álvarez J.A., Barbagelata N., Alverson W.S. y Moskovits D.K (Eds.). 2007. Perú: Nanay-Mazán-Arabela, Rapid Biological Inventories Report 18. The Field Museum, Chicago, Illinois, USA. 244 pp.

Wiley R., Haven J., Álvarez A. y Díaz Alván J. 2018. Aves de Loreto Bajo / Birds of Lowland Loreto. Topazapyra press, Lima, Perú, 25 pp.

## Anexos

### Listado de especies y sus números de registros en los diferentes tipos de hábitats.

Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Bosque inundable			
	Tierra firme	Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<b>Accipitriformes</b>				
<b>Accipitridae</b>				
<i>Accipiter bicolor</i>	1			1
<i>Buteogallus schistaceus</i>		1		1
<i>Buteogallus urubitinga</i>		1		
<i>Elanoides forficatus</i>				3
<i>Geranospiza caerulescens</i>				1
<i>Harpagus bidentatus</i>	1	1		
<i>Ictinia plumbea</i>		1		2
<i>Leptodon cayanensis</i>				1
<i>Pseudastur albicollis</i>				1
<i>Rupornis magnirostris</i>				3
<i>Spizaetus ornatus</i>	1			1
<b>Apodiformes</b>				
<b>Apodidae</b>				
<i>Chaetura brachyura</i>	2			
<i>Tachornis squamata</i>		6		1
<b>Trochilidae</b>				
<i>Amazilia fimbriata</i>				1
<i>Anthracothorax nigricollis</i>				1
<i>Chrysuronia oenone</i>				1
<i>Florisuga mellivora</i>	1			
<i>Heliodoxa schreibersii</i>	1			
<i>Phaethornis bourcieri</i>	1	1		1
<i>Phaethornis hispidus</i>	2	1		
<i>Phaethornis malaris</i>	2	1		1
<i>Phaethornis ruber</i>				1
<i>Threnetes leucurus</i>	2			
<b>CAPRIMULGIFORMES</b>				2
<b>CAPRIMULGIDAE</b>				2
<i>Nyctidromus albicollis</i>				2

Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Bosque inundable			
	Tierra firme	Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<b>Cathartiformes</b>				
<b>Cathartidae</b>				
<i>Cathartes aura</i>				1
<i>Cathartes melambrotus</i>				2
<i>Coragyps atratus</i>				2
<i>Sarcoramphus papa</i>		1		
<b>Charadriiformes</b>				
<b>Charadriidae</b>				
<i>Vanellus chilensis</i>				3
<b>Laridae</b>				
<i>Phaetusa simplex</i>				1
<i>Sternula superciliosa</i>				1
<b>Scolopacidae</b>				
<i>Actitis macularia</i>				1
<b>COLUMBIFORMES</b>				
<b>COLUMBIDAE</b>				
<i>Columbina talpacoti</i>				1
<i>Leptotila rufaxilla</i>		2		1
<i>Leptotila verreauxi</i>		1		3
<i>Patagioenas cayennensis</i>	9	13	4	4
<i>Patagioenas plumbea</i>	2	1		1
<i>Patagioenas subvinacea</i>	3	1	1	
<b>Coraciiformes</b>				
<b>Alcedinidae</b>				
<i>Chloroceryle amazona</i>				1
<i>Chloroceryle americana</i>				1
<i>Chloroceryle inda</i>			1	
<i>Megaceryle torquata</i>				2
<b>MOMOTIDAE</b>				
<i>Baryphthengus martii</i>	3	1	1	
<i>Momotus momota</i>	1	5		2
<b>Cuculiformes</b>				
<b>Cuculidae</b>				
<i>Crotophaga ani</i>				2
<i>Crotophaga major</i>				2
<i>Dromococcyx phasianellus</i>				2
<i>Piaya cayana</i>		3	2	1
<i>Piaya melanogaster</i>	2			2
<b>Eurypygiiformes</b>				
<b>Eurypygiidae</b>				
<i>Eurypyga helias</i>		1		
<b>Falconiformes</b>				
<b>Falconidae</b>				
<i>Daptrius ater</i>				2
<i>Falco ruficularis</i>				1
<i>Herpetotheres cachinnans</i>				1
<i>Ibycter americanus</i>	9	1		1
<i>Micrastur mirandollei</i>				1



Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Tierra firme	Bosque inundable		
		Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<i>Milvago chimachima</i>				2
<b>Galbuliformes</b>				
<b>Bucconidae</b>				
<i>Bucco capensis</i>			1	
<i>Bucco macrodactylus</i>	1			1
<i>Bucco tamatia</i>		1	1	
<i>Monasa morphoeus</i>	4	3		
<i>Monasa nigrifrons</i>	1		1	
<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	1			
<i>Notharchus ordii</i>	1			
<i>Notharchus tectus</i>	1			
<b>Galbulidae</b>				
<i>Galbula albirostris</i>	1	2		
<i>Galbula chalcothorax</i>			1	
<i>Galbula dea</i>	2			1
<i>Jacamerops aureus</i>	4	1		1
<b>GALLIFORMES</b>				
<b>CRACIDAE</b>				
<i>Mitu salvini</i>			1	1
<i>Nothocrax urumutum</i>				1
<i>Ortalis guttata</i>	1			1
<i>Penelope jacquacu</i>	3	1		3
<i>Pipile cumanensis</i>				1
<b>ODONTOPHORIDAE</b>				
<i>Odontophorus gujanensis</i>	1			1
<b>Gruiformes</b>				
<b>Helionithidae</b>				
<i>Heliornis fulica</i>		2		
<b>Psophiidae</b>				
<i>Psophia crepitans</i>	1			
<b>Rallidae</b>				
<i>Aramides cajaneus</i>		1	1	
<b>NYCTIBIIDAE</b>				
<b>NYCTIBIIDAE</b>				
<i>Nyctibius bracteatus</i>				1
<i>Nyctibius griseus</i>				1
<b>PASSERIFORMES</b>				
<b>Cardinalidae</b>				
<i>Cyanoloxia cyanooides</i>	2			
<b>Conopophagidae</b>				
<i>Conopophaga aurita</i>		1		
<b>CORVIDAE</b>				
<i>Cyanocorax violaceus</i>	2	4	2	3
<b>COTINGIDAE</b>				
<i>Cephalopterus ornatus</i>		1	1	
<i>Gymnoderus foetidus</i>				1
<i>Lipaugus vociferans</i>	26	2	1	1
<i>Phoenicircus nigricollis</i>	6	1		1

Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Tierra firme	Bosque inundable		
		Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<i>Querula purpurata</i>	1	4	2	2
<b>Emberizidae</b>				
<i>Ammodramus aurifrons</i>				1
<b>FORMICARIIDAE</b>				
<i>Chamaeza nobilis</i>				1
<b>Fringillidae</b>				
<i>Euphonia chlorotica</i>	1	2		1
<i>Euphonia chrysopasta</i>		1		
<i>Euphonia laniirostris</i>			1	1
<i>Euphonia minuta</i>	1			
<i>Euphonia rufiventris</i>			1	
<b>FURNARIIDAE</b>				
<i>Ancistrops strigilatus</i>	4		1	
<i>Automolus infuscatus</i>	1	2		1
<i>Automolus ochrolaemus</i>	2	3	1	1
<i>Automolus rufipileatus</i>			1	1
<i>Automolus subulatus</i>	1	2		
<i>Berlepschia rikeri</i>		3		
<i>Campylorhamphus tochilirostris</i>		1		
<i>Certhiasomus stictolaemus</i>	1			1
<i>Deconychura longicauda</i>	2	1		
<i>Dendrexetastes rufigula</i>		1	2	
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>			2	
<i>Dendrocincla merula</i>	1			3
<i>Dendrocolaptes certhia</i>	1	1	1	
<i>Dendrocolaptes picumnus</i>		2	2	1
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	8	8	8	
<i>Lepidocolaptes duidae</i>	1			
<i>Microxenops milleri</i>	1			
<i>Nasica longirostris</i>	2	1	2	1
<i>Philydor erythropterum</i>	1			
<i>Philydor pyrrhodes</i>	4	3	1	
<i>Sclerurus ruficularis</i>				1
<i>Sittasomus griseicapillus</i>		1		
<i>Synallaxis rutilans</i>	1			
<i>Thripophaga fusciceps</i>		1		
<i>Xenops tenuirostris</i>	1			
<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i>	1			
<i>Xiphorhynchus elegans</i>		4		
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	7	15	2	2
<i>Xiphorhynchus obsoletus</i>	1	4	3	1
<i>Xiphorhynchus ocellatus</i>	2		3	
<b>GRALLARIIDAE</b>				
<i>Myrmothera campanisoma</i>	6	1		2
<b>Hirundinidae</b>				
<i>Atticora fasciata</i>				1
<i>Progne chalybea</i>				2

Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Tierra firme	Bosque inundable		
		Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<b>ICTERIDAE</b>				
<i>Cacicus cela</i>	4	9	2	2
<i>Cacicus haemorrhous</i>		1		
<i>Icterus cayanensis</i>		2		1
<i>Molothrus oryzivorus</i>				1
<i>Psarocolius angustifrons</i>	4	9	4	5
<i>Psarocolius bifasciatus</i>	3	5		1
<i>Psarocolius decumanus</i>	1			4
<b>INCERTAE SEDIS</b>				
<i>Piprites chloris</i>	9			3
<b>PIPRIDAE</b>				
<i>Ceratopipra erythrocephala</i>	16	5	4	4
<i>Dixiphia pipra</i>	2			1
<i>Heterocercus aurantiivertex</i>	1	18	12	1
<i>Lepidothrix coronata</i>	8	1		2
<i>Machaeropterus regulus</i>	3	1	1	1
<i>Manacus manacus</i>		2	1	
<i>Pipra filicauda</i>	1		2	
<i>Tyrannetes stolzmanni</i>	10	8	5	1
<b>Poliopitilidae</b>				
<i>Microbates collaris</i>	1			
<b>Rhinocryptidae</b>				
<i>Liosceles thoracicus</i>	8	1		
<b>THAMNOPHILIDAE</b>				
<i>Akletos melanoceps</i>		6	2	2
<i>Cercomacra cinerascens</i>	16	2	3	1
<i>Cercomacroides serva</i>	5	1		
<i>Cymbilaimus lineatus</i>	1	1		1
<i>Dichrozona cincta</i>		1		
<i>Epinecrophylla haematonota</i>	4			
<i>Euchrepomis spodioptila</i>	3			
<i>Frederickena unduliger</i>		1		1
<i>Gymnopathys leucaspis</i>	5			2
<i>Hafferia fortis</i>	5	1		
<i>Herpsilochmus dugandi</i>	31	8		2
<i>Herpsilochmus sp.nov.</i>	7			
<i>Hylophylax naevius</i>	4	2		
<i>Hylophylax punctulatus</i>			1	1
<i>Hypocnemis hypoxantha</i>	5	4	1	1
<i>Hypocnemis peruviana</i>	8	9	1	1
<i>Hypocnemoides melanopogon</i>	1	7	6	
<i>Iseria hauxwelli</i>	5	8		
<i>Megastictus margaritatus</i>	2			
<i>Myrmelastes hyperythrus</i>		1	1	1
<i>Myrmelastes leucostigma</i>				1
<i>Myrmoborus myotherinus</i>	15	1	1	1
<i>Myrmotherula axillaris</i>	13	15	7	1

Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Tierra firme	Bosque inundable		
		Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<i>Myrmotherula brachyura</i>	1	6	8	2
<i>Myrmotherula ignota</i>	5	4		2
<i>Myrmotherula menetriesii</i>	4	2		
<i>Myrmotherula multostriata</i>				1
<i>Percnostola rufifrons</i>	3			2
<i>Pithys albifrons</i>	1			3
<i>Pygiptila stellaris</i>	8	5	4	
<i>Rhegmatorhina melanosticta</i>				1
<i>Sclateria naevia</i>		3	2	1
<i>Thamnomanes ardesiacus</i>	17	6	1	2
<i>Thamnomanes caesius</i>	22	9	5	2
<i>Thamnophilus amazonicus</i>	1	6	8	
<i>Thamnophilus murinus</i>	13	2		1
<i>Thamnophilus schistaceus</i>	10	2		
<i>Willisornis poecilinotus</i>	8	2		
<b>Thraupidae</b>				
<i>Chlorophanes spiza</i>	1			
<i>Cissopis leverianus</i>				1
<i>Cyanerpes caeruleus</i>				1
<i>Cyanerpes cyaneus</i>		1		
<i>Cyanerpes nitidus</i>			1	
<i>Dacnis cayana</i>	1			
<i>Hemithraupis flavicollis</i>				1
<i>Ramphocelus carbo</i>				1
<i>Ramphocelus nigricollis</i>				1
<i>Saltator grossus</i>	1			2
<i>Saltator maximus</i>				1
<i>Sporophila angolensis</i>				1
<i>Sporophila castaneiventris</i>				1
<i>Tachyphonus cristatus</i>	1		1	
<i>Tangara callophrys</i>				1
<i>Tangara chilensis</i>	5	2	2	1
<i>Tangara girola</i>			1	
<i>Tangara schrankii</i>	2		1	1
<i>Tersina viridis</i>	1			1
<i>Thraupis episcopus</i>				3
<i>Thraupis palmarum</i>	1	7	2	
<b>TITYRIDAE</b>				
<i>Iodopleura isabellae</i>	1			
<i>Laniocera hypopyrra</i>	1	1		
<i>Pachyramphus marginatus</i>	1	3		
<i>Pachyramphus polychropterus</i>		1		1
<i>Schiffornis major</i>				3
<i>Schiffornis turdina</i>	14		1	3
<i>Tityra cayana</i>	1			
<b>TROGLODYTIDAE</b>				
<i>Cantorchilus leucotis</i>		6	5	1
<i>Cyphorhinus arada</i>		1		1

Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Tierra firme	Bosque inundable		
		Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<i>Microcerculus marginatus</i>	9			1
<i>Pheugopedius coraya</i>	2			
<i>Troglodytes aedon</i>				1
<b>Turdidae</b>				
<i>Turdus hauxwelli</i>		2		
<i>Turdus lawrencii</i>	1	2		
<b>TYRANNIDAE</b>				
<i>Attila cinnamomeus</i>		2	6	
<i>Attila citriniventris</i>	10	16	6	
<i>Camptostoma obsoletum</i>		3		2
<i>Cnipodectes subbrunneus</i>		1		2
<i>Conopias parvus</i>	6	2		
<i>Contopus virens</i>		2		
<i>Corythopsis torquatus</i>	3			
<i>Lophotriccus galeatus</i>	7			1
<i>Lophotriccus vitiosus</i>	9	2	1	2
<i>Megarynchus pitangua</i>				3
<i>Myiarchus ferox</i>				3
<i>Myiarchus tuberculifer</i>				1
<i>Myiopagis caniceps</i>	7	1	2	
<i>Myiopagis flavivertex</i>			5	
<i>Myiopagis gaimardii</i>	14	4	8	1
<i>Myiornis ecaudatus</i>	1			
<i>Myiozetetes granadensis</i>				1
<i>Myiozetetes luteiventris</i>	1			
<i>Myiozetetes similis</i>				3
<i>Ochthornis littoralis</i>				1
<i>Ornithion inerne</i>	2			
<i>Pitangus lictor</i>				1
<i>Pitangus sulphuratus</i>				1
<i>Poecilotriccus latirostris</i>				1
<i>Ramphotrigon ruficauda</i>	8	8	4	1
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>		1		
<i>Rhytipterna simplex</i>	11	4	8	1
<i>Terenotriccus erythrurus</i>	2			1
<i>Tolmomyias assimilis</i>	3	2		
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	4	3	1	2
<i>Tolmomyias poliocephalus</i>	3	3		
<i>Tolmomyias taylori</i>		1		
<i>Tyrannopsis sulphurea</i>	1	1	1	
<i>Tyrannulus elatus</i>	10	7	7	2
<i>Tyrannus melancholicus</i>				2
<i>Tyrannus savana</i>				1
<i>Zimmerius gracilipes</i>	11	5	2	1
<b>VIREONIDAE</b>				
<i>Hylophilus thoracicus</i>	5	2	1	
<i>Pachysylvia hypoxantha</i>	23	1	1	3
<i>Tunchiornis ochraceiceps</i>	10	2	1	1

Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Tierra firme	Bosque inundable		
		Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<b>Pelecániformes</b>				
<b>Ardeidae</b>				
<i>Agamia agami</i>				1
<i>Ardea alba</i>				1
<i>Ardea cocoi</i>				1
<i>Butorides striata</i>				1
<i>Cochlearius cochlearius</i>				1
<i>Pilherodius pileatus</i>				1
<i>Tigrisoma lineatum</i>		1		2
<b>Threskiornithidae</b>				2
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>				2
<b>Piciformes</b>				
<b>CAPITONIDAE</b>				
<i>Capito auratus</i>	17	17	2	2
<i>Eubucco richardsoni</i>	1	4		1
<b>PICIDAE</b>				
<i>Campephilus melanoleucos</i>	2	9		
<i>Campephilus rubricollis</i>	5	2	1	1
<i>Celeus elegans</i>	1		1	
<i>Celeus flavus</i>	4			
<i>Celeus grammicus</i>	5	6	3	
<i>Celeus torquatus</i>	1	2		1
<i>Dryocopus lineatus</i>				2
<i>Melanerpes cruentatus</i>	4	1		1
<i>Piculus flavigula</i>	2	2	1	1
<i>Veniliornis affinis</i>	1			
<b>Ramphastidae</b>				
<i>Pteroglossus aracarí</i>		1		
<i>Pteroglossus castanotis</i>				3
<i>Pteroglossus inscriptus</i>	1			1
<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	2			
<i>Ramphastos tucanus</i>	19	7	2	2
<i>Ramphastos vitellinus</i>	6	5	2	
<i>Selenidera reinwardtii</i>	2	2		
<b>Psittaciformes</b>				
<b>Psittacidae</b>				
<i>Amazona amazónica</i>		2		
<i>Amazona farinosa</i>	2	3	1	1
<i>Amazona ochrocephala</i>		3		
<i>Ara ararauna</i>	7	15	4	
<i>Ara macao</i>	2	3	1	1
<i>Ara severus</i>		2		1
<i>Brotogeris cyanopectus</i>	1	3		
<i>Brotogeris versicolurus</i>	2	7	2	
<i>Forpus modestus</i>	1	1		
<i>Graydidascalus brachyurus</i>			1	
<i>Orthopsittaca manilatus</i>	2	23		
<i>Pionites melanocephalus</i>	10	16	5	3

Orden/Familia/Especie	Transectos			Ocasional
	Tierra firme	Bosque inundable		
		Aguajal mixto	Varillal pantanoso	
<i>Pionus menstruus</i>	2	4		1
<i>Pyrrhura barrabandi</i>		1	1	
<i>Pyrrhura melanura</i>	4	3		
<b>STRIGIFORMES</b>				
<b>STRIGIDAE</b>				
<i>Glaucidium brasilianum</i>				1
<i>Megascops choliba</i>				2
<i>Megascops watsonii</i>				1
<i>Pulsatrix perspicillata</i>				1
<b>Suliformes</b>				
<b>Anhingidae</b>				
<i>Anhinga anhinga</i>				1
<b>TINAMIFORMES</b>				
<b>TINAMIDAE</b>				
<i>Crypturellus bartletti</i>	1	3		
<i>Crypturellus cinereus</i>	5	14	5	
<i>Crypturellus duidae</i>		1		
<i>Crypturellus soui</i>		1		2
<i>Crypturellus undulatus</i>		6	3	2
<i>Crypturellus variegatus</i>				1
<i>Tinamus guttatus</i>	17	1		1
<i>Tinamus major</i>		2		
<b>TROGONIFORMES</b>				
<b>TROGONIDAE</b>				
<i>Pharomachrus pavoninus</i>	5			
<i>Trogon collaris</i>	2	3	5	1
<i>Trogon curucui</i>			2	
<i>Trogon melanurus</i>	2	2	2	
<i>Trogon ramonianus</i>	2		1	
<i>Trogon rufus</i>	5	1		
<i>Trogon viridis</i>	18	17	11	1
<b>Total especies</b>	<b>174</b>	<b>161</b>	<b>97</b>	<b>196</b>

## CAPÍTULO 5

# MAMÍFEROS

María Claudia Ramos-Rodríguez, Pedro E. Pérez-Peña, Guillisa Flores Cárdenas y Amilcar Ortiz Sánchez



### RESUMEN

Los mamíferos silvestres son muy diversos en el neotrópico y son de gran importancia para el poblador amazónico, por ello nos pareció interesante conocer la composición, estado de conservación y amenazas antropogénicas en la cuenca alta del Putumayo, Loreto. Durante 21 días se realizaron censos por transectos, registros de huellas, conteo de madrigueras y se calculó el área de ocupación empleando un esfuerzo de 557.12 km. Se estimó la densidad poblacional mediante el ancho fijo y los índices de abundancia fueron obtenidos de la división entre el número de huellas y el recorrido. Se registraron 29 especies de mamíferos y los más densos fueron *Cuniculus paca* (36.85 ind./km<sup>2</sup>), *Saimiri macrodon* (12.09 ind./km<sup>2</sup>), *Leontocebus nigricollis* (11.97 ind./km<sup>2</sup>) y *Cebus yuracus* (7.41 ind./km<sup>2</sup>); los mayores índices de abundancia fueron de *Tapirus terrestris* (9.27 huella/km) y *Pecari tajacu* (7.29 huella/km). El área de ocupación de *T. terrestris*, *Tayassu pecari* y *Pecari tajacu* fueron 120 km<sup>2</sup>, 160 km<sup>2</sup> y 102 km<sup>2</sup>. La composición de especies por hábitat fue diferente (ANOSIM, P=0.002), *Leontocebus nigricollis*, *Pithecia hirsuta* y *Lagothrix lagotricha lagotricha* fueron más abundantes en el bosque de tierra firme mientras que *Saimiri macrodon* y *Cebus yuracus* fueron más abundantes en bosque inundable. Se registra por primera vez a *Pithecia napensis* y *Sapajus macrocephalus* en este sector. Resulta urgente implementar programas de manejo de animales de caza para consumo y comercio para contribuir a la conservación del bosque y al bienestar de las comunidades indígenas secoyas y kichwas del Putumayo.

**Palabras clave:** Diversidad, Densidad, Kichwas, Putumayo, Secoyas.

### ABSTRACT

Wild mammals are very diverse in the Neotropics and are of great importance for the Amazonian population, so it seemed interesting to know the composition, conservation status and anthropogenic threats in the upper basin of Putumayo, Loreto. During 21 days, censuses were carried out for transects, fingerprint records, burrowing counts and the occupation area was calculated applying an effort of 557.12 km. Population density was estimated by fixed width and abundance indices from footprints. Twenty nine species of mammals were recorded and those with higher density were *Cuniculus paca* (36.85 ind./km<sup>2</sup>), *Saimiri macrodon* (12.09 ind./km<sup>2</sup>), *Leontocebus nigricollis* (11.97 ind./km<sup>2</sup>) and *Cebus yuracus* (7.41 ind./km<sup>2</sup>), and those with highest indices of abundance were *Tapirus terrestris* (9.27 footprint / km) and *Pecari tajacu* (7.29 footprint / km). The occupation area of *T. terrestris*, *Tayassu pecari* and *Pecari tajacu* were 120 km<sup>2</sup>, 160 km<sup>2</sup> and 102 km<sup>2</sup>. There were differences between the composition of species by habitat (ANOSIM, P = 0.002), *Leontocebus nigricollis*, *Pithecia hirsuta* and *Lagothrix lagotricha lagotricha* were more abundant in terra firme forests while *Saimiri macrodon* and *Cebus yuracus* were more abundant in flooded forest. *Pithecia napensis* and *Sapajus macrocephalus* are recorded for the first time in this sector. It is urgent to implement management programs for hunted species for consumption and trade to contribute to forest conservation and the well-being of the indigenous secoya and kichwa communities of Putumayo.

**Keywords:** Density, Diversity, Kichwas, Putumayo, Secoyas.

## INTRODUCCIÓN

El llano amazónico del Perú se caracteriza por albergar una gran diversidad de especies de fauna silvestre, entre ellos los mamíferos (Myers *et al.* 2000, Aquino *et al.* 2007, Hice y Velasco 2012, Aquino *et al.* 2016), especies vitales que regeneran el bosque mediante la dispersión de semillas y pueden predecir el cambio climático a través de su ausencia/presencia o cambio de sus abundancias (Chisadza *et al.* 2015, Alves y Souto 2015), pero también son muy apreciados por el hombre por ser fuente de proteínas y generar ingresos económicos a través de la comercialización de carne de monte (Bodmer 2004), además de ayudar en la curación de enfermedades a través de la medicina tradicional (Alves y Van Vliet 2018) y en general por ser parte de la cultura amazónica (Alves y Barboza 2018).

A pesar de su gran importancia, muchas especies de mamíferos en la Amazonía nororiental peruana están siendo afectadas, como los grandes primates, el otorongo (*Panthera onca*), huangana (*Tayassu pecari*) y sachavaca (*Tapirus terrestris*), debido principalmente a la sobrecaza, tala selectiva y densidad humana (Bravo y Borman 2008, Montenegro y Moya 2011, Bravo *et al.* 2016, Pérez-Peña *et al.* 2018). Estas amenazas antropogénicas han causado la extinción local o migración hacia los sectores mejor conservados y más alejados de la Amazonía, como las zonas limítrofes (Pérez-Peña *et al.* 2018).

El río Putumayo, límite fronterizo entre Perú y Colombia, presenta bosques que refugian diversas especies de mamíferos de gran tamaño; su lejanía permitió conservar la fauna silvestre, pero también hizo que existieran pocos estudios de mamíferos (Zárate *et al.* 2017); los escasos estudios fueron realizados por Aquino *et al.* (2016), Pitman *et al.* (2016), Ramírez-Chávez *et al.* (2013), Aquino (2007) y Polanco-Ochoa *et al.* (2000) quienes evaluaron la riqueza y abundancia de especies sin tomar en consideración la diferencia del bosque inundable y de tierra firme.

En este capítulo mostramos los resultados del estudio de la diversidad y densidad poblacional por tipos de hábitats, además del estado de conservación y amenazas antropogénicas en territorios indígenas secoyas y kichwas de la cuenca alta del Putumayo. Estos resultados son la línea base para ulteriores proyectos orientados al monitoreo y conservación de mamíferos, así como a la priorización de especies con potenciales para el manejo de fauna silvestre con la finalidad de mitigar la pobreza económica y asegurar la alimentación de los indígenas secoyas y kichwas, quienes están aislados de los programas de desarrollo nacional.

## COLECTA DE DATOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en la cuenca alta del Putumayo, distrito de Teniente Manuel Clavero, Provincia del Putumayo, Departamento de Loreto. Las zonas evaluadas corresponden a las comunidades secoyas de Mashunta y Santa Rita, así como la comunidad kichwa Nueva Jerusalén (Tabla 1, Figura 1). La zona tuvo aguajales densos y mixtos dominados por *Mauritia flexuosa*, *Oxandra euneura*, *Euterpe precatoria*, *Macrobium limbatum*, *Pachira aquatica*, *Socratea exorrhiza*, *Hevea guianensis*, *Attalea butyracea*. Así también tuvo varillal pantanoso con abundante *Oxandra euneura*, *Tovomita laurina*, *Pouteria gomphiiifolia*, *Cynometra spruceana* y *E. precatoria*. También se tuvo bosque de colina baja, con dominancia de *Oenocarpus bataua*, *Pseudolmedia laevigata*, *Eschweilera coriácea* y *Iryanthera lancifolia*.

## Diseño de muestreo

Se tuvo tres zonas de muestreo, en donde se recorrieron 11 transectos que suman un esfuerzo de 557.12 km. En cada zona se abrieron cuatro transectos de 3.5 a 4 km, con una orientación radial o paralela y separación mínima de 1 km. Las evaluaciones se realizaron de forma simultánea en los cuatro transectos por cada zona de muestreo (Tabla 1, Figura 1) con la finalidad de obtener mayor esfuerzo de muestreo en una misma temporada.

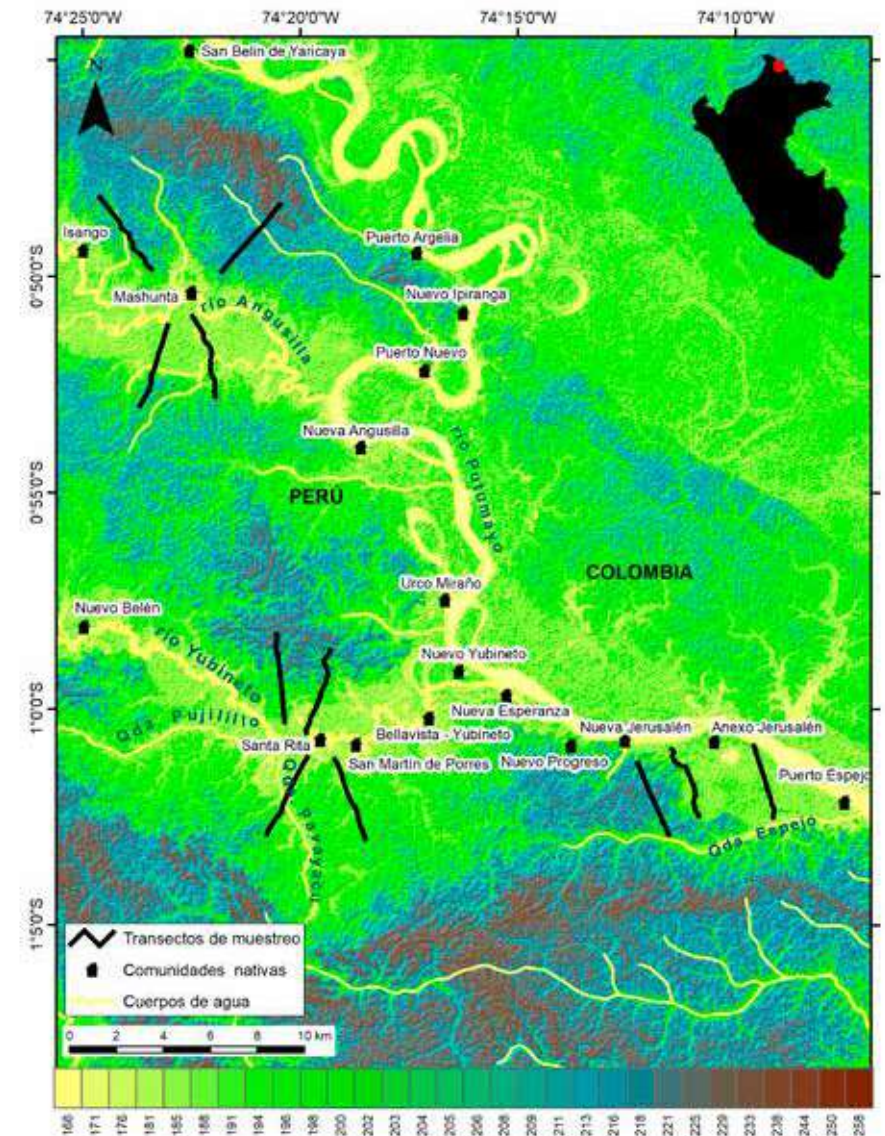


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de los transectos de evaluación en la cuenca alta del Putumayo. El amarillo y verde claro indican el bosque inundable

**Tabla 1. Coordenadas geográficas de los transectos en cada zona de muestreo.**

Transecto	Inicio			Final		
	X	Y	Altura	X	Y	Altura
Mashunta						
TR-1	-0.83102	-74.38972	175	-74.410503	-0°48'08.02"	208
TR-2	-0.825497	-74.35826	178	-74.340565	-0°48'18.34"	183
TR-3	-0.847836	-74.37508	153	-74.365996	-0°52'49.25"	185
TR-4	-0.851338	-74.38378	153	-74.395249	-0°53'02.75"	195
Santa Rita						
TR-1	-1.005921	-74.339442	153	-74.342441	-0°58'13.36"	187
TR-2	-1.009963	-74.330849	156	-74.321463	-0°58'36.79"	184
TR-3	-1.018401	-74.320718	163	-74.308048	-1°03'04.26"	180
TR-4	-1.017851	-74.330173	144	-74.346102	-1°02'56.57"	191
Nueva Jerusalén						
TR-1	-1.020220	-74.204474	163	-74.192038	-1°02'54.23"	182
TR-2	-1.015196	-74.191696	186	-74.180617	-1°02'32.10"	154
TR-3	-1.013279	-74.159944	142	-74.151624	-1°02'33.44"	170

## MÉTODO

### Transecto Lineal

Consistió en recorrer tramos pre-establecidos por especialistas en censos de mamíferos y cazadores, con la finalidad de garantizar la calidad de la colecta de información. Se registró en una ficha de campo los tipos de evidencias de mamíferos (avistamiento, huellas, madrigueras, entre otros), así como la especie, número de individuos, distancia en los transectos y tipo de hábitat. Los censos fueron realizados a una velocidad de 1 km por 45-60 minutos entre las 07:00 y 15:00 h, el recorrido fue de ida y vuelta con un lapso de descanso de 30 minutos. Cada caminata tuvo paradas para escuchar a algún mamífero, porque que cada registro se inicia frecuentemente de forma auditivamente y luego de forma visual.

### Ancho fijo o transecto en banda

Este método se aplicó para estimar la densidad de mamíferos con registros directos o avistamientos dentro de un ancho fijo, aquellos que estuvieron fuera del ancho establecido se descartaron. Es importante mencionar que el ancho fijo varía según la especie, para ello se tomó en consideración a Pérez-Peña *et al.* (2012 y 2018), quienes sugieren el uso de determinadas distancias dependiendo de la especie.

### Registros de huellas

Las huellas representan un registro importante para aquellas especies crípticas, de hábitos nocturnos y sensibles a la presencia humana que no pudieron ser vistos durante los censos. Las huellas representan un tipo de evidencia indirecta y son válidas para aquellas especies cuya morfología de pisada es bien diferenciada como por ejemplo del sajino (*Pecari tajacu*), huangana (*Tayassu pecari*), majás (*Cuniculus paca*) y sachavaca (*Tapirus terrestris*).

## Conteo de madrigueras

Para calcular la densidad de *Cuniculus paca* se utilizó el método de conteo de madrigueras, el cual se fundamenta en el conteo del número de madrigueras activas en el área de estudio dividido por 3.5, una constante que indica el número de madrigueras que puede habitar un majás. Es importante mencionar que una madriguera puede tener entre 1 y 4 entradas y con diferentes ubicaciones (Muñoz *et al.* 2002). Para los efectos del estudio se buscaron madrigueras dentro de una distancia de 7.5 m a ambos lados de los transectos.

## Área de ocupación

Este método usa todos los registros para estimar el área ocupada (km<sup>2</sup>) por *Tapirus terrestris*, *Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*. Estos registros pueden ser directos o indirectos. El modelo al excluir datos de ausencia de lugares se diferencia del método de área de distribución. El área se calcula con una simple sumatoria de los cuadrantes donde la especie este presente. Es importante que el cálculo del área tome en consideración una escala apropiada siguiendo criterios biológicos, como el rango domiciliario. El estudio utilizó 8 km<sup>2</sup>, 6.8 km<sup>2</sup> y 20 km<sup>2</sup> como rangos domiciliarios en: *Tapirus terrestris*, *Pecari tajacu* y *Tayassu pecari* según (Fragoso 1998).

## ANÁLISIS DE DATOS

Se analizó la diversidad de mamíferos a través de la riqueza observada y esperada; la riqueza observada fue el número de especies registradas, mientras que la riqueza esperada se calculó usando los estimadores Chao1, Jackknife1, Jackknife2, Bootstrap, Michaelis y Menten con el programa SDR 4.1.2. (Seaby y Henderson 2006). La abundancia se estimó con el índice de abundancia y densidad. El índice de abundancia se obtuvo de la división del número de huellas de cada especie entre los kilómetros recorridos. La densidad se estimó a través del método de ancho fijo ( $D=N/2WL$ ), donde D es la densidad, N es el número de animales avistados dentro del ancho fijo, L es la longitud del recorrido y W es el ancho fijo propuesto para cada especie (Burnham *et al.* 1980).

La semejanza se evaluó con el Análisis de Similitud (ANOSIM) y el índice de Bray Curtis, en donde el rechazo de la hipótesis nula indica diferencia significativa entre los grupos o hábitats comparados. Las variables más importantes que pueden explicar estas diferencias fueron determinadas con el Análisis de Componentes Principales (ACP) usando matriz de covarianza. En ambos casos se usó el software Community Analysis Package 4.0 (Seaby y Henderson 2007).

## RESULTADOS

Durante 21 días se recorrieron 557.12 km y se obtuvieron evidencias directas e indirectas. Los avistamientos tuvieron el mayor número de registros (53.39 %) seguido de las huellas (40.04 %). Los órdenes Primates y Cetartiodactyla fueron los más registrados con 45.30 % y 21.66 %, respectivamente. Las familias más registradas fueron Cebidae y Tayassuidae con 34.35 % y 16.85 %. En tanto, las especies con mayor número de registros fueron *Leontocebus nigricollis* (20.57 %), *Pecari tajacu* (12.91 %) y *Tapirus terrestris* (11.38 %); otras especies tuvieron menos de 7 % de registros.

## Riqueza

Se registraron 29 especies de mamíferos de 15 familias y 7 órdenes. Las riquezas de especies en las tres zonas de muestreo fueron similares. Mashunta y Santa Rita tuvieron 23 especies y Nueva Jerusalén tuvo 22 especies (Anexo 1). La riqueza esperada de mamíferos medianos y grandes en la cuenca alta del Putumayo fue de 31 especies siendo 29 especies registradas en nuestro estudio, es decir, se logró registrar el 93.55 % de especies que habitan este sector (Figura 2). En Mashunta se logró registrar el 77.19 % de las 31 especies esperadas, en Santa Rita fue el 83.94 % de las 27 especies esperadas mientras que en Nueva Jerusalén fue el 89.94 % de las 24 especies esperadas.

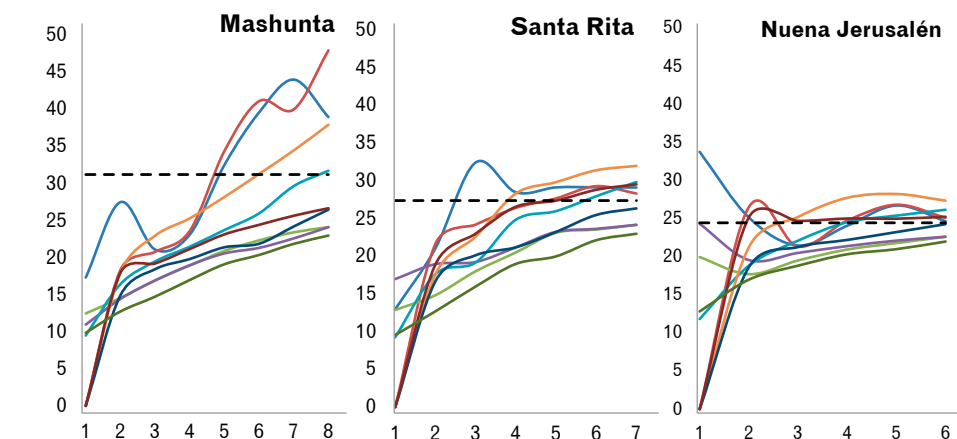
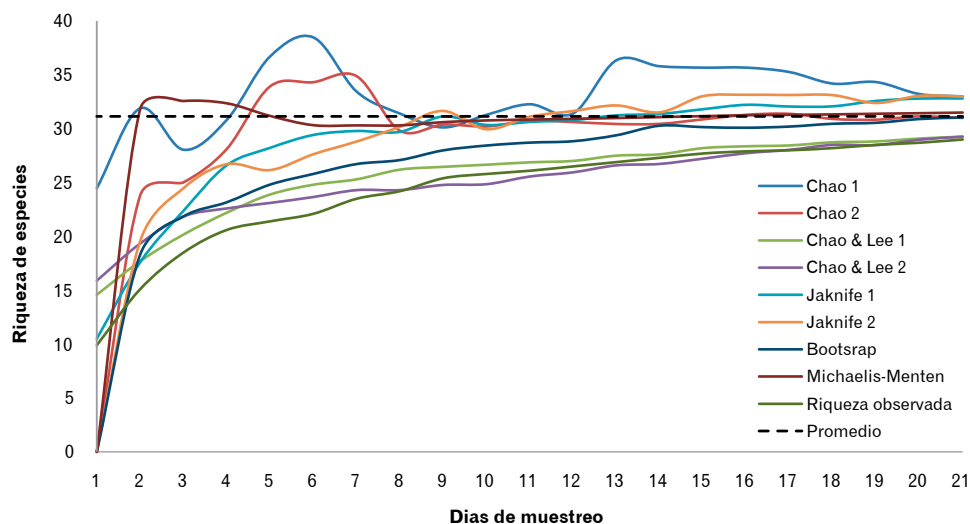


Figura 2. Riqueza esperada de mamíferos en la cuenca alta del Putumayo y las tres zonas evaluadas.

La riqueza por hábitat fue muy similar, en tierra firme se encontraron 26 de las 28 especies esperadas y en bosque inundable se registraron 25 de las 27 especies esperadas (Figura 3). Ambos hábitats comparten el 75 % de especies registradas en la zona de estudio. En tierra firme las especies únicas fueron *Bradypus variegatus*, *Myoprocta pratti*, *Panthera onca* y *Priodontes maximus* mientras que en bosque inundable las especies únicas fueron *Alouatta seniculus*, *Lontra longicaudis* y *Sapajus macrocephalus*. Los pocos registros de estas especies únicas nos hace suponer que fueron registradas sólo en un tipo de hábitat por su rareza más no por su especialización a algún hábitat. Estas especies únicas pueden estar en ambos tipos de hábitats.

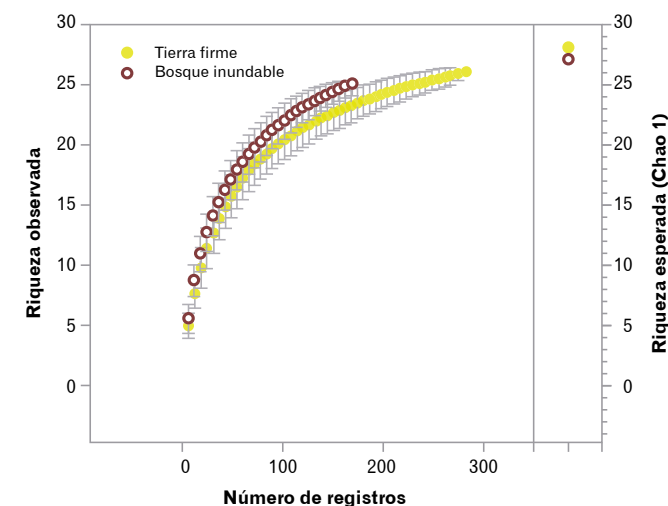


Figura 3. Riqueza observada y esperada en tierra firme y bosque inundable.

## Abundancia

Las especies con mayores densidades fueron *Cuniculus paca* y *Saimiri macrodon* con 36.85 ind./km<sup>2</sup> y 12.09 ind./km<sup>2</sup>, otras especies fueron *Leontocebus nigricollis* y *Cebus yuracus* con 11.97 ind./km<sup>2</sup> y 7.41 ind./km<sup>2</sup>. Las especies con mayores índices de abundancia fueron *Tapirus terrestris*, *Pecari tajacu*, *C. paca* y *Mazama spp.* con 9.27 huella/km, 7.29 huella/km, 4.13 huella/km y 3.03 huella/km (Tabla 2). La densidad de *Cuniculus paca* mediante el conteo de madrigueras fue de 36.85 ind./km<sup>2</sup> para la cuenca alta del Putumayo.

En Mashunta se encontró la mayor densidad de majás (Tabla 3). Según el análisis de los registros directos e indirectos de los censos en las tres zonas evaluadas, se estimó que la sachavaca (*T. terrestris*) ocupó un área de 120 km<sup>2</sup> basados en 15 registros independientes; mientras que la huangana *T. pecari* ocupó un área de 160 km<sup>2</sup> basados en ocho registros independientes, mientras que el sajino *P. tajacu* ocupó un área de 102 km<sup>2</sup> basados en 15 grupos (Tabla 4, Figura 5). Mashunta y Nueva Jerusalén tuvieron mayor área de ocupación de huangana (*Tayassu pecari*), mientras que Santa Rita de sajino (*Pecari tajacu*).



**Tabla 2. Abundancia de mamíferos medianos y grandes en la cuenca alta del Putumayo**

Especie	W	Localidades			Habitats		Total
		Mashunta	Santa Rita	Nueva Jerusalén	Tierra firme	Bosque inundable	
<b>Densidad (ind./km²)</b>							
<i>Alouatta seniculus</i>	0.035	0.00	0.00	0.82	0.00	0.49	0.22
<i>Bradypus variegatus</i>	0.020	0.10	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04
<i>Cebus yuracus</i>	0.020	3.71	4.17	16.67	2.72	14.12	7.41
<i>Cheracebus lucifer</i>	0.015	0.00	0.15	0.79	0.72	0.00	0.27
<i>Cuniculus paca</i>	0.015	47.62	30.16	30.48	47.87	6.59	36.85
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	0.020	0.82	0.71	0.24	0.77	0.71	0.62
<i>Eira barbara</i>	0.020	0.00	0.11	0.00	0.09	0.00	0.04
<i>Lagothrix lagotricha</i>	0.035	1.56	0.71	0.00	1.04	0.57	0.83
<i>Leontocebus nigricollis</i>	0.015	12.95	11.31	11.53	23.28	1.88	11.97
<i>Lontra longicaudis</i>	0.020	0.00	0.00	0.20	0.00	0.12	0.05
<i>Mazama americana</i>	0.020	0.00	0.11	0.00	0.09	0.00	0.04
<i>Mazama nemorivaga</i>	0.020	0.10	0.11	0.40	0.47	0.00	0.18
<i>Myoprocta pratti</i>	0.010	0.00	0.22	0.00	0.22	0.00	0.08
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	0.020	0.10	0.11	0.00	0.12	0.11	0.08
<i>Nasua nasua</i>	0.020	3.60	9.71	0.00	8.05	3.13	4.84
<i>Pecari tajacu</i>	0.020	0.49	0.22	0.60	0.48	0.47	0.42
<i>Pithecia napensis</i>	0.020	0.00	0.00	0.79	0.60	0.00	0.22
<i>Pithecia hirsuta</i>	0.020	1.97	0.33	0.00	1.19	0.22	0.84
<i>Saimiri macrodon</i>	0.020	10.05	15.18	10.71	7.13	15.34	12.09
<i>Sapajus macrocephalus</i>	0.020	0.00	0.00	0.48	0.00	0.29	0.13
<i>Sciurus sp.</i>	0.015	0.13	0.15	0.53	0.23	0.32	0.25
<i>Tamandua tetradactyla</i>	0.020	0.10	0.11	0.00	0.09	0.11	0.08
<i>Tayassu pecari</i>	0.030	0.00	0.00	5.29	3.97	0.00	1.44
<b>Índice de Abundancia (huella/10km)</b>							
<i>Cuniculus paca</i>	2.73	0.89	10.32	5.63	4.66	4.13	
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	0.39	0.00	4.46	0.26	3.71	1.36	
<i>Dasyprocta novemcinctus</i>	1.95	1.34	1.04	1.91	2.01	1.48	
<i>Eira barbara</i>	0.00	0.00	0.52	0	0.57	0.14	
<i>Leopardus pardalis</i>	0.78	0.00	1.04	0.52	1.14	0.57	
<i>Mazama sp.</i>	2.73	2.86	3.65	4.61	2.21	3.03	
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	0.00	0.45	0.00	0.38	0	0.16	
<i>Pecari tajacu</i>	7.42	6.87	7.66	10.85	4.84	7.29	
<i>Priodontes maximus</i>	0.00	0.89	0.79	1.41	0	0.54	
<i>Pteronura brasiliensis</i>	0.39	0.45	0.52	0.38	1.01	0.45	
<i>Tapirus terrestris</i>	3.13	7.32	20.06	13.6	9.98	9.27	
<i>Tayassu pecari</i>	2.34	0.45	2.63	0.96	3.83	1.73	

**Tabla 3. Densidad de majás *Cuniculus paca* por zonas y hábitats de estudio.**

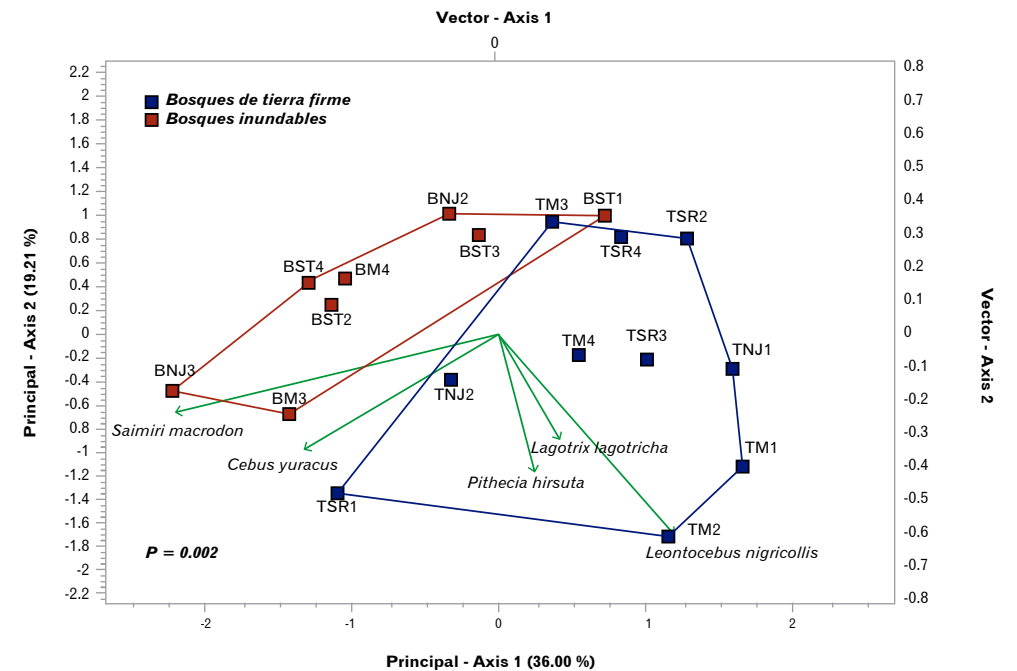
Zonas/Habitats	N° de hoyos	Recorrido (km)	Ancho	Área (km²)	N° ind.	Densidad (ind./km²)
<b>Zonas</b>						
Mashunta	30	12	0.015	0.18	8.571	47.62
Santa Rita	19	12	0.015	0.18	5.429	30.16
Nueva Jerusalén	12	7.5	0.015	0.113	3.429	30.48
<b>Habitats</b>						
Tierra firme	48	19.1	0.015	0.2865	13.71	47.87
Bosque inundable	10	28.9	0.015	0.4335	2.86	6.59

**Tabla 4. Área de ocupación de tres especies de mamíferos grandes en las tres zonas.**

Especies	Área domiciliaria (km²)	Área de ocupación (km²)			
		Mashunta	Santa Rita	Nueva Jerusalén	Cuenca Putumayo
<i>Tapirus terrestris</i>	8.0	30.0	40.0	48.0	120.0
<i>Tayassu pecari</i>	20.0	80.0	20.0	60.0	160.0
<i>Pecari tajacu</i>	6.8	34.0	40.8	27.2	102.0

**Similitud entre hábitats**

Se realizó dos tipos de análisis, intra e inter hábitats. El primero se refiere a la comparación entre transectos de bosque inundable o tierra firme, y el otro a un análisis entre hábitats inundables y de tierra firme. Los transectos intra hábitats fueron homogéneos o con gran similitud (ANOSIM, P=0.38). Sin embargo, la comparación inter hábitats, es decir entre bosque inundable y tierra firme mostró diferencia significativa (ANOSIM, P=0.002), y esta variabilidad se puede explicar al 55.21 % en dos componentes principales. El componente I puede explicar el 36 % donde las especies más abundantes en tierra firme fueron: *Leontocebus nigricollis*, *Pithecia hirsuta* y *Lagothrix l. lagotricha* mientras que en bosque inundable fueron *Saimiri macrodon* y *Cebus yuracus*. El componente II explica el 18.7 %, donde las especies antes mencionadas son más abundantes en algunas unidades de muestreo de los hábitats mencionados (Figura 4), es decir, algunas especies en un mismo hábitat pueden tener más abundancia en algunos transectos.



**Figura 4. Análisis de similitud (ANOSIM) y Análisis de Componentes principales de mamíferos por hábitats en la cuenca del Putumayo**

### Nuevos registros de primates

Se tuvieron dos nuevos registros de primates: huapo negro (*Pithecia napensis*) y mono negro (*Sapajus macrocephalus*). El huapo negro (*P. napensis*) fue registrado en cinco oportunidades en el bosque de tierra firme con dominancia de irapay (*Lepidocaryum tenue*) y shapaja (*Atalea racemosa*) en la zona de Nueva Jerusalén, ubicado al margen derecho del río Putumayo. Este primate mediano se distribuye ampliamente en las cabeceras de los ríos Pastaza y Napo en tierras ecuatorianas y en el río Curaray en el Perú (Marsh 2014), sin embargo, no había registro de su distribución por la cuenca del Putumayo (Figura 6).

Un grupo de cinco individuos de *Sapajus macrocephalus* estuvo en un aguajal mixto a 1.5 km de la orilla del río Putumayo. Estudios cercanos no habían registrado a esta especie (Aquino *et al.* 2007; Aquino *et al.* 2007, Pitman *et al.* 2016), sin embargo se encuentra ampliamente distribuida en el lado colombiano, por lo que podemos inferir que la presencia de esta especie se debe a los desprendimientos de islas del margen colombiano hacia el lado peruano, fundamentado en la teoría de dinámica de los ríos (Salo *et al.* 1986), lo que permitió el traslado de *S. macrocephalus* hacia la zona evaluada (Figura 7).

### Estado de Conservación

Los bosques de la cuenca alta del Putumayo presentan diversos tipos de presiones antropogénicas, así como cambios naturales propios del ecosistema amazónico. Las principales actividades de las comunidades secoyas y kichwas son la pesca y agricultura (25.24 % cada uno), seguido de la caza o mitayo (23.30 %) y venta de aves de corral (12.62 %). Otras actividades importantes son la venta de madera, elaboración de farinã, crianza de cerdos y elaboración de artesanías (Figura 8).

La cacería como una de las actividades principales se realiza en diversas temporadas. El 62.07 % de cazadores manifiesta tener más éxito en temporada de vaciante, cuando los animales se desplazan hacia los grandes cuerpos de agua donde son más susceptibles de ser cazados sin la necesidad de invertir mucho tiempo y dinero. Otro porcentaje de cazadores (24.14 %) mencionan tener más éxito en época de creciente, pues encuentran más animales en las "restingas" en donde se encuentran agrupados y con mayor facilidad de ser cazados. En tanto, el 13.70 % de cazadores indican que indistintamente a la temporada siempre encuentran mitayo y que sus herramientas para la caza de animales silvestres es la "escopeta", en casos particulares manifiestan utilizar trampas de golpe artesanal, así como perros adiestrados para la caza de majás.

Entonces, nos podemos preguntar: ¿cómo afecta los diferentes tipos de presiones antropogénicas a las poblaciones silvestres de mamíferos?, considerando que estos son aprovechados desde hace mucho tiempo para satisfacer las necesidades básicas, es necesario realizar el análisis de uso sostenible de las tres especies más cazadas para consumo y comercialización de carne de monte: *Cuniculus paca*, *Pecari tajacu*, *Tayassu pecari* mediante el modelo de cosecha (Figura 9). Los análisis mostraron que las tres especies antes mencionadas están siendo cazadas debajo de los límites sostenibles, por lo que resulta propicio impulsar programas de manejo que garantice la permanencia de los recursos para las futuras generaciones, y permita generar beneficios económicos a través del comercio legal en las comunidades indígenas secoyas y kichwas (Tabla 5).

Sin embargo, las evaluaciones poblacionales de mamíferos también evidenciaron mayor densidad de especies de primates pequeños, y bajas densidades de primates grandes

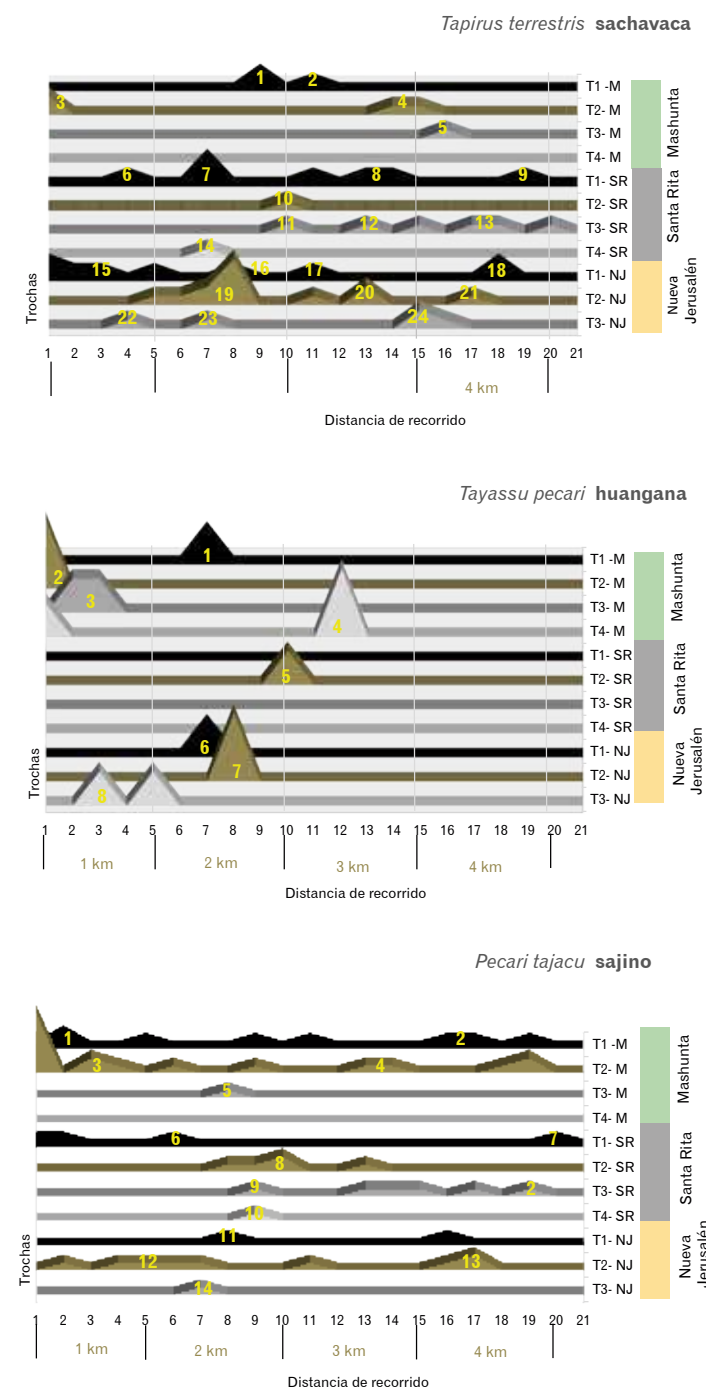


Figura 5. Número de Individuos de *Tapirus terrestris*, *Tayassu pecari* y *Pecari tajacu* según rango domiciliario en transectos de la cuenca alta del putumayo.

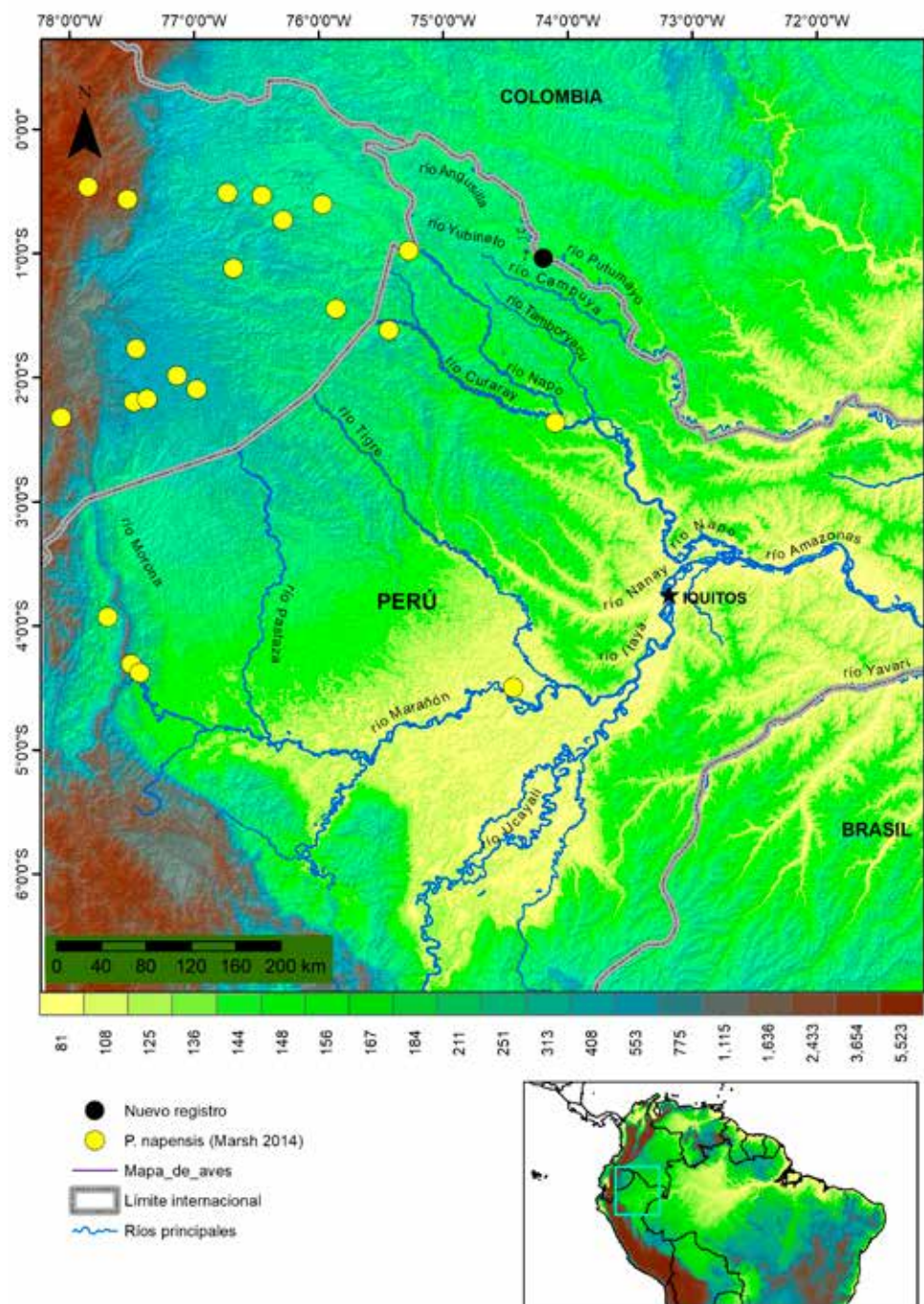


Figura 6. Nuevo de registro de *Pithecia napensis* en la cuenca del Putumayo, en la localidad de Nueva Jerusalén.

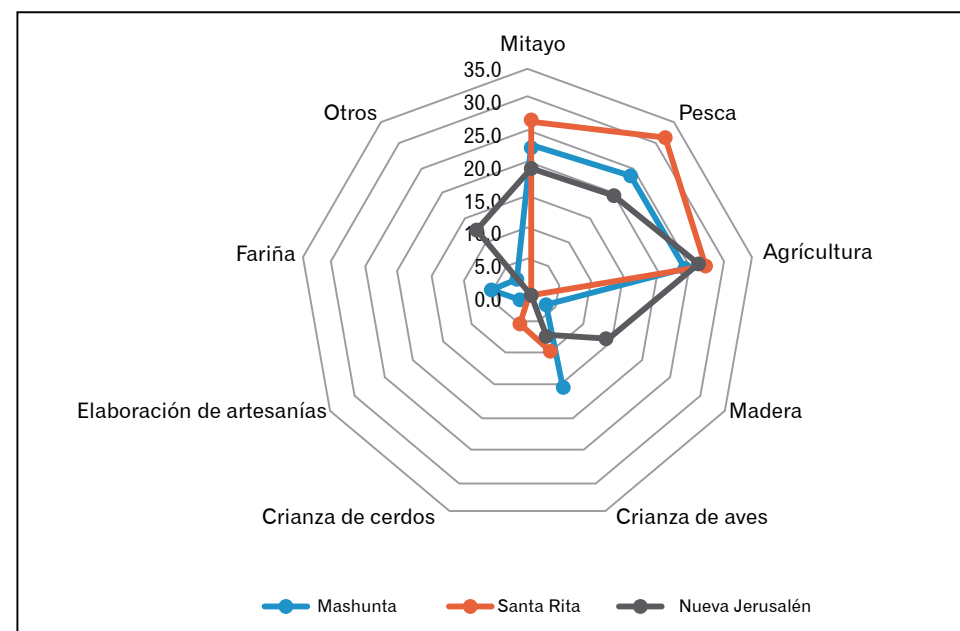


Figura 7: Actividades económicas más importantes en los sectores de Mashunta, Santa Rita y Nueva Jerusalén de la cuenca alta del río Putumayo.

como el mono choro (*L. lagotricha lagotricha*). Por ello creemos que es necesario evaluar otros factores como la disponibilidad de alimento y dinámica poblacional estacional en temporada de creciente y vaciante. No obstante el análisis del aprovechamiento y la densidad poblacional nos indican que la zona se encuentra en un estado de conservación moderado, por ello se requiere de esfuerzos en conservación para mantener o mejorar las poblaciones de mamíferos y generar empatía en la población nativa con miras a la conservación y manejo de recursos naturales.

De todas las especies *Pteronura brasiliensis* es considerada la más amenazada, categorizada En Peligro por la UICN y DS 034-2014-AG y en el Apéndice I de CITES. Según la UICN, seis especies están consideradas amenazadas, incluyendo una En Peligro y cinco en condición de Vulnerable. Según Legislación Peruana (DS 034-2014-AG), seis especies están categorizadas como amenazadas: uno En Peligro y cinco en Vulnerable. De acuerdo a CITES se tiene 10 especies categorizadas; cinco en Apéndice I (*Leopardus pardalis*, *Panthera onca*, *Pteronura brasiliensis*, *Lontra longicaudis* y *Priodontes maximus*) y cinco especies en el Apéndice II.

**Tabla 5. Análisis de sostenibilidad de la caza según el modelo de cosecha de las tres especies más aprovechadas en la cuenca alta del Putumayo. \*Calculado con área de ocupación**

Comunidad Variables	<i>Cuniculus paca</i> majás	<i>Pecari tajacu</i> sajino	<i>Tayassu pecari</i> huangana
<b>Mashunta</b>			
Individuos extraídos al año	286.15	95.38	52.46
Area de caza	92.00	92.00	92.00
Presión anual de caza (ind/km <sup>2</sup> )	3.11	1.04	0.57
Productividad bruta	0.79	0.61	0.62
Gestaciones al año	2.00	1.88	1.69
1/2 Densidad (ind//km <sup>2</sup> )	23.81	3.15*	7.88*
Productividad anual	37.62	3.61	8.26
% Producción de cosecha	8.27	28.70	6.91
Sobrecaza	No	No	No
<b>Santa Rita</b>			
Individuos extraídos al año	76.00	4.00	10.00
Area de caza	84.00	84.00	84.00
Presión anual de caza (ind/km <sup>2</sup> )	0.90	0.05	0.12
Productividad bruta	0.79	0.61	0.62
Gestaciones al año	2.00	1.88	1.69
1/2 Densidad (ind//km <sup>2</sup> )	15.08	3.24*	1.80*
Productividad anual	23.83	3.72	1.89
% Producción de cosecha	3.80	1.28	6.31
Sobrecaza	No	No	No
<b>Nueva Jerusalén</b>			
Individuos extraídos al año	36.00	22.00	30.00
Area de caza	35.00	35.00	35.00
Presión anual de caza (ind/km <sup>2</sup> )	1.03	0.63	0.86
Productividad bruta	0.79	0.61	0.62
Gestaciones al año	2.00	1.88	1.69
1/2 Densidad (ind//km <sup>2</sup> )	15.24	5.04*	9.45*
Productividad anual	24.08	5.78	9.90
% Producción de cosecha	4.27	10.88	8.66
Sobrecaza	No	No	No

## DISCUSIÓN

El registro de 29 especies de mamíferos medianos y grandes en la cuenca alta del Putumayo se realizó mediante avistamientos, vocalizaciones y huellas. Pérez-Peña *et al.* (2019) indicaron que los avistamientos y vocalizaciones resultan métodos complementarios para obtener mayor riqueza de mamíferos, así como el uso de cámaras trampa y registros de huellas. Nuestros mayores avistamientos fueron de aquellas especies de tamaño mediano que no son aprovechadas para consumo ni comercialización en comunidades secoyas y kichwas, entre estas especies se encuentran *Cebus yuracus*, *Saimiri macrodon*, *Leontocebus nigracollis*, *Cheracebus lucifer*, *Pithecia hirsuta* y *Pithecia napensis*. En tanto, los registros por huellas fueron en su mayoría de mamíferos grandes, quienes son aprovechados para el consumo y comercialización de carne de monte.

Es posible que la presión antrópica ocasionada por la cacería, tala selectiva y deforestación para cultivos de yuca (*Manihot esculenta*), plátano (*Musa paradisiaca*), pijuayo (*Bactris gasipaes*) hayan influenciado en los pocos avistamientos de animales grandes. También la temporada de ejecución del estudio puede estar jugando aparte un papel importante. Nuestro estudio fue realizado después de la época de fructificación del aguaje (*Mauritia flexuosa*), el cual pudo influenciar en los registros directos de animales grandes. Por esta razón el empleo de diversos métodos como transectos, huellas, cámaras trampa, vocalizaciones resultan fundamentales para obtener una mejor idea de la diversidad de especies, tal como lo sugieren Munari *et al.* (2011), quienes mencionan que un esfuerzo de muestreo alto se puede conseguir con la combinación de métodos de muestreo. La integración de diferentes métodos de muestreos, como cámaras trampa, huellas y transectos lineales, son necesarios para maximizar la eficiencia del monitoreo de mamíferos medianos y grandes en los bosques amazónicos.

Las especies con densidades altas fueron *Saimiri macrodon* y *Leontocebus nigracollis*, y usualmente son dominantes en áreas con alta presión antropogénica (Aquino *et al.* 2015). Áreas con menor presión antropogénica como de la cuenca de Napo y Pucacuro estimaron mayor densidad de primates grandes como *Lagothrix* (Pérez-Peña *et al.* 2018, y en prensa). Otra especie dominante fue *Cuniculus paca* con 36.09 ind./km<sup>2</sup>, el cual representa una alta densidad en comparación a los estudios poblacionales de Aquino *et al.* (2009) y Pérez-Peña (2015), quienes estimaron 6.2 ind./km<sup>2</sup> y 17.86 ind./km<sup>2</sup> respectivamente. Esta especie es aprovechada por las comunidades indígenas del Putumayo para el consumo y comercialización, además resulta propicio aplicar programas de aprovechamiento sostenible para poder mitigar la presión hacia otras especies vulnerables, como los primates.

En el caso de *Lagothrix l. lagotricha* se obtuvo una densidad de 3.01 ind./km<sup>2</sup>; Aquino *et al.* (2009) sugieren que para encontrar esta especie con mayores densidades es necesario invertir más esfuerzo, quizá alejados más allá de los 7 km. Pero también puede ocurrir que la disponibilidad de alimento determina su presencia en determinados hábitats, ya que de acuerdo a conversaciones con los cazadores secoyas y kichwas el género *Lagothrix* se pueden encontrar en abundancia durante la temporada de fructificación de aguaje y unguirai, lo cual ocurre entre los meses de abril a julio, pero también cuando hay alta producción de frutos de shimbillos (*Inga spp.*). Stevenson (2014), consideró que las variables más importantes en explicar la abundancia poblacional de especies de *Lagothrix*, son la producción de frutos y el área basal de las especies del género *Inga*.

El área de ocupación de *T. terrestris*, *T. pecari* y *P. tajacu* fueron de 120 km<sup>2</sup>, 160 km<sup>2</sup> y 102 km<sup>2</sup> en función a los registros directos e indirectos, y resultaron en estimados superiores a los calculados con los avistamientos. La abundancia de pecaríes se distinguió según el método aplicado, donde el índice de abundancia indicó mayor número de huellas de *Pecari tajacu* (7.29 ± 5.18 huellas/km) a comparación de *Tayassu pecari* (1.73 ± 2.16 huellas/km), mientras que el estimado de densidad fue menor en *Pecari tajacu* (0.71 ± 1.15 ind./km<sup>2</sup>) que en *Tayassu pecari* (3.94 ± 6.47 ind./km<sup>2</sup>). Probablemente estos resultados pueden deberse a que el rango domiciliario de *T. pecari* es más amplia que *P. tajacu* (Fragoso 1998, Keuroghlian *et al.* 2004), lo cual permitió tener una mayor probabilidad de esta última especie.

La preferencia hábitat y disponibilidad alimento permitió mayores encuentros de *T. pecari* en bosques inundables como aguajales densos y mixtos, en tanto que *P. tajacu* fue más frecuente en bosques de tierra firme como terraza alta y colina baja. La ausencia de *T. pecari* en Santa Rita fue contrastada con el conocimiento de los cazadores en la zona,

quienes manifestaron que durante ese tiempo no estaban presentes en el área quizá por búsqueda de alimentos en otros lugares. En Nueva Jerusalén el encuentro de *T. pecari* fue constante debido al gran aguajal cercano a la zona, además del flujo de poblaciones del lado colombiano hacia el lado peruano.

Nuestros resultados muestran diferencias por tipo de hábitat, donde las especies *Saimiri macrodon* y *Cebus yuracus* fueron más dominantes en el bosque inundable, mientras que *Leontocebus nigricollis*, *Pithecia hirsuta* y *Lagothrix l. lagotricha* fueron abundantes en el bosque de tierra firme. Los hábitats son determinantes en los patrones de biodiversidad, abundancia y biomasa. En la Amazonía brasilera los bosques de tierra firme y bosques inundables también muestran diferencias en la composición de especies de mamíferos medianos y grandes, y la mayor riqueza de especies se encuentra en tierra firme (Haugaasen y Peres 2005a, Alvarenga et al. 2018). Los bosques de tierra firme tienen el doble de especies de primates, pero muestran baja densidad poblacional y menos de la mitad de biomasa total que los bosques inundables. Pero también hay recambio de especies entre estos dos tipos de bosques, los primates pequeños *Leontocebus* son más abundantes en el bosque de tierra firme y poco frecuente en el bosque inundable, mientras que *Saimiri* es extremadamente abundante en el bosque inundable. Este patrón fue marcado por el suelo pobre de tierra firme y el suelo muy nutritivo del bosque inundable (Peres 1997).

Según Haugaasen y Peres (2007) estos patrones están relacionados a la disponibilidad de alimento; las temporadas de creciente y vaciantes permiten diferenciar picos de diversidad en cada uno de los tipos de hábitats, sustentado en la alta diversidad florística de los bosques de tierra firme, mayor a otros tipos de hábitat como várzea e igapó (Haugaasen y Peres 2006). Nuestros resultados son coherentes con otras evaluaciones en ecosistemas amazónicos, formando patrones de diversidad que se relacionan a un tipo de hábitat, disponibilidad de alimento y presión antropogénica.

Hanya et al. (2011), analizaron primates de África, Asia, América central y Sudamérica y concluyeron que la estacionalidad influye en la disponibilidad de alimento, biomasa y riqueza de especies frugívoras. En hábitats con alta disponibilidad de alimento, los animales requieren de rangos domiciliarios pequeños, de esta forma alcanzan altas densidades y biomasa. Cuando hay escasez, los primates se adaptan de diferentes formas, pueden almacenar energía en forma de grasa, cambiar su dieta al alimento más abundante pero menos preferido o cambiar los patrones de uso de diferentes hábitats. Palacios y Peres (2005), evaluaron poblaciones de primates al sudeste de la Amazonía colombiana, y sus resultados indicaron que el bosque de tierra firme, pobre en nutriente y sin actividad de caza, tuvo baja densidad de *Saimiri sciureus*, *Cacajao melanocephalus*, *Cebus albifrons*, *Alouata seniculus* y *Lagothrix lagotricha*, quizá a consecuencia de rangos domiciliarios grandes.

Nuestro estudio por tipo de hábitat nos permitió registrar dos especies de primates que no han sido registrados en el área, por ello se resalta la importancia de continuar investigando la composición de especies en los bosques de tierra firme e inundables de la cuenca alta del río Putumayo. *Pithecia napensis* se ha registrado en las cabeceras de los ríos Pastaza, Napo y Curaray en el Ecuador (Marsh 2014). El río Napo, pudo ser la mejor vía de acceso para que esta especie pueda ampliar su distribución hacia el sector de evaluación. Por otro lado, *Sapajus macrocephalus* fue registrado en grupos pequeños asociados a *Saimiri macrodon* con un comportamiento muy sigiloso y arisco, se asume que esta especie puede encontrarse en el área debido a la formación de islas que han permitido el flujo de especies del otro margen del río, donde la especie se encuentra ampliamente distribuida.

La cuenca del Putumayo, tiene una gran potencial para manejar los pecaríes y roedores como *Cuniculus paca*, puesto que tienen abundancias favorables, son preferidos en la alimentación y tienen mercado para su comercialización, aunque el precio de venta actual es bajo y no permite una ganancia razonable que ayude a mitigar la pobreza económica que viven. Los futuros proyectos de conservación deben de orientarse hacia este horizonte de ganancia ambiental y social, mediante la generación de planes de manejo que permitan la comercialización de especies que pueden ser aprovechadas sosteniblemente para evitar su extinción local y disminuir la pobreza económica de estos pueblos olvidados.

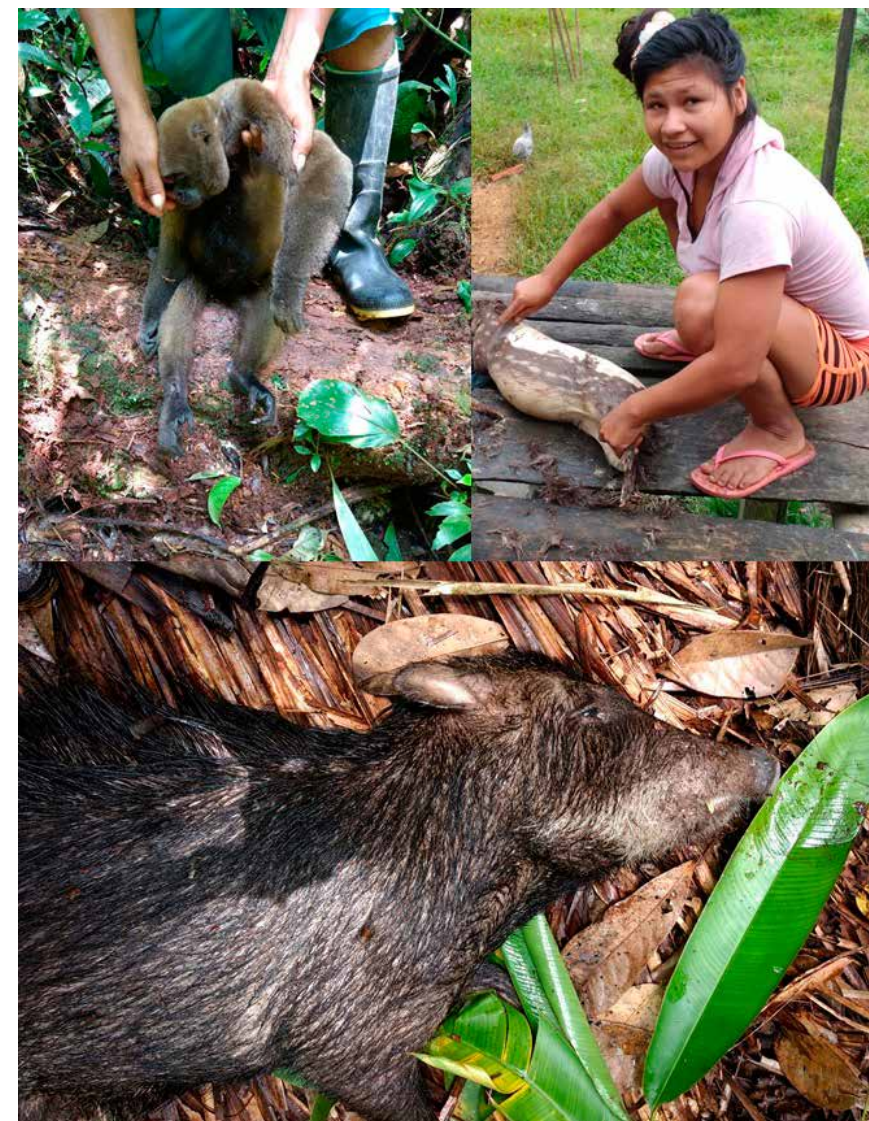


Figura 8. Mamíferos cazados en la cuenca alta del Putumayo. Arriba-izquierda: mono choro (*Lagothrix lagotricha lagotricha*). Arriba-derecha: majás (*Cuniculus paca*). Abajo: huangana (*Tayassu pecari*).

## CONCLUSIONES

Existe una gran diversidad de mamíferos medianos y grandes en la cuenca alta del putumayo. Se registraron 29 especies, el equivalente al 93.5 % del total. Las especies con mayores densidades fueron *Cuniculus paca* (36.85 ind./km<sup>2</sup>), *Saimiri macrodon* (12.09 ind./km<sup>2</sup>), *Leontocebus nigricollis* (11.97 ind./km<sup>2</sup>) y *Cebus yuracus* (7.41 ind./km<sup>2</sup>); y los mayores índices de abundancias fueron de *Tapirus terrestris* (9.27 huella/km) y *Pecari tajacu* (7.29 huella/km). También existe una composición diferencial respecto al tipo de hábitat, donde *L. nigricollis*, *Pithecia hirsuta* y *Lagothrix l. lagotricha* estuvieron más relacionados con bosques de tierra firme mientras que *S. macrodon* y *C. yuracus* con los bosques inundables. En tanto, que *Sapajus macrocephalus* y *Pithecia napensis* representan nuevos registros para la cuenca alta del Putumayo en el lado peruano.

El estado poblacional de las especies de mamíferos medianos y grandes de la cuenca alta del Putumayo nos estaría indicando un estado de conservación moderado, dónde actividades antropogénicas extractivas como la caza, tala selectiva y deforestación del bosque para chacras con sembríos de yuca y plátano, son los principales factores que podrían afectar las poblaciones de las especies poniendo en riesgo la sostenibilidad de ecosistemas naturales así como el sustento alimenticio y económico de las poblaciones de indígenas secoyas y kichwas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarenga G.C., Ramalho E.E., Baccaro F. B., Da Rocha D. G., Ferreira-Ferreira J. y Bobrowiec P. E.D. 2018. Spatial patterns of medium and large size mammal assemblages in várzea and terra firme forests, Central Amazonia, Brazil. *PLoS one*, 13(5), e0198120.

Alves R.R.N. y Barboza R.R.D. 2018. The Role of Animals in Human Culture. En *Ethnozoology*. 277 – 301.

Alves R.R.N. y Souto, W.M.S. 2015. Ethnozoology: a brief introduction. *Ethnobiology and Conservation*, 4: 1–13.

Alves R.R.N. y Van-Vliet N. 2018. Wild Fauna on the Menu. En *Ethnozoology* (pp. 167-194).  
Aquino R., Gil E. y Pezo E. 2009. Aspectos ecológicos y sostenibilidad de la caza del majás (*Cuniculus paca*) en la cuenca del río Itaya, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 16(1): 067- 072.

Aquino R., López L., Arévalo I. y Daza J. 2016. Diversidad y abundancia de primates y sus amenazas en el interfluvio de los ríos Napo y Putumayo, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 23(3): 243 – 252

Aquino R., López L., García G., Arévalo I. y Charpentier E. 2015. Situación actual de primates en bosques de alta perturbación del nororiente de la Amazonía peruana. *Ciencia Amazónica* (Iquitos), 5(1), 50-60.

Aquino R., Pacheco T. y Vásquez M. 2007. Evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología* 14(2):187–192.

Bodmer R.E. 2004. Evaluating the sustainability of harvesting in the Neotropics using the unified harvest model. En: Bennett, E.D. y Argeno F. (Eds). *Hunting in Neotropical*

*Forests: review of the issues, identifying gaps, and developing strategies*. Wildlife Conservation Society., New York. p. 201-206.

Bravo A. y Borman R. 2008. Mamíferos. En: W.S. Alverson, Vriesendorp C., del Campo A., Moskovits D.K., Stotz D.F., García M. y Borbor L.A. (Eds). Ecuador, Perú: Cuyabeno Güeppí. Rapid Biological and Social inventories Report 20. The Field Museum, Chicago. p. 105-111.

Chisadza B., Tumbare M.J., Nyabeze W.R., Nhapi I. 2015. Linkages between local knowledge drought forecasting indicators and scientific drought forecasting parameters in the Limpopo River Basin in Southern Africa. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 12:226-233.

Decreto Supremo (D.S.) 034-2004-AG. Aprueban categorización de especies amenazadas de fauna silvestre y prohíben su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales. *El Peruano*, 2004: 276853-276855.

Fragoso J.M. 1998. Home Range and Movement Patterns of White-lipped Peccary (*Tayassu pecari*) Herds in the Northern Brazilian Amazon 1. *Biotropica*, 30(3): 458-469.

Hanya G., Stevenson P., van Noordwijk M., Te Wong S., Kanamori T., Kuze N., Aiba S., Chapman C.A. y van Schaik C. 2011. Seasonality in fruit availability affects frugivorous primate biomass and species richness. *Ecography*, 34(6), 1009-1017.

Haugaasen T. y Peres C.A. 2005. Mammal assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. *Journal of Tropical Ecology*, 21(2): 133-145.

Haugaasen T. y Peres C.A. 2005. Primate assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, 67(2): 243-258.

Haugaasen T. y Peres C.A. 2006. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purús region of central Amazonia, Brazil. *Acta Amazonica*, 36(1): 25-35.

Haugaasen T. y Peres C.A. 2007. Vertebrate responses to fruit production in Amazonian flooded and unflooded forests. *Biodiversity and Conservation*, 16(14): 4165.

Hice C.L. y Velazco P.M. 2012. The non-volant mammals of the Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana. Loreto, Peru. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, Number 60. 135 pp.

IUCN. 2008. Red List of Threatened Species ([www.redlist.org](http://www.redlist.org)). Acceso: 05/0172019.

Marsha L.K. 2014. A Taxonomic Revision of the Saki Monkeys, *Pithecia*. *Neotropical Primates*, 21(1):1-165.

Keuroghlian A., Eaton D.P. y Longland W.S. 2004. Area use by white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment. *Biological Conservation*, 120(3), 411-425.

Marsh L.K. 2014. A taxonomic revision of the saki monkeys, *Pithecia Desmarest*, 1804. *Neotropical primates*, 21(1): 1- 166.

Montenegro O. y Moya L. 2011. Mamíferos. En: Pitman N., Vriesendorp C., Moskovits D.K., Von-May R., Alvira D., Wachter T., Stotz D.F. y del Campo Á. (Eds). Perú: Yaguas Cotuhé. Rapid Biological and Social Inventories Report 23. The Field Museum, Chicago. p. 126–133, 245–252 y 356–361.

Munari D.P., Keller C. y Venticinque E.M. 2011. An evaluation of field techniques for monitoring terrestrial mammal populations in Amazonia. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 76(4): 401-408.

Muñoz J, Betancur O. y Duque M. 2002. Patrones de hábitat y de actividad nocturna de Agouti paca en el parque Nacional Natural Utría (Choco, Colombia). *Actualidades Biológicas*. 24: 75-85.

Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A. y Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.

Palacios E. y Peres C. 2005. Primate population densities in three nutrient poor Amazonian terra firme forests of south-eastern Colombia. *Folia Primatologica*, 76:135-145.

Peres C.A. 1997. Primate community structure at twenty western Amazonian flooded and unflooded forests. *Journal of Tropical Ecology*, 13(3): 381-405.

Pérez-Peña P.E. 2015. Informe de monitoreo de objetos de conservación en la zona de caza de La Reserva Nacional Pucacuro.

Pérez-Peña P., Ruck L., Riveros M.S., Rojas G. 2012. Evaluación del conocimiento indígena Kichwa como herramienta de monitoreo en la abundancia de animales de caza. *Folia Amazónica* 21(1-2): 115 – 127.

Pérez-Peña P.E., Bardales Alvites C., Ramos-Rodríguez M.C., Alcántara-Vásquez O., Acho-Zevallos G. y Lavajo L.E. 2019. Mamíferos. En: Biodiversidad en las cuencas del Napo y Curaray, Perú. Pérez-Peña P.E., Ramos-Rodríguez M.C., Díaz J., Zárate R. y Mejía K. (Eds.). Instituto de Investigaciones de la Amazonía peruana. Impreta Luanos EIRL. 129-153 pp. (en prensa).

Pérez-Peña P. E., Mayor P., Riveros M. S., Antúnez M., Bowler M., Ruck L., Puertas P.E. y Bodmer R.E. 2018. Impacto de factores antropogénicos en la abundancia de primates al norte de la Amazonía peruana. En: Urbani B. Kowalewski M, Cunha RGT, de la Torre S & L Cortes-Ortiz (eds). La primatología en Latinoamérica 2 – A primatologia na America latina 2, Tomo II Costa Rica-Venezuela. Ediciones IVIC. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Caracas, Venezuela. Pp. 597 – 610.

Polanco-Ochoa R., Jaimes V. y Piragua W. 2000. Los mamíferos del Parque Nacional Natural La Paya, Amazonía colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (suplemento especial): p. 671-682.

Ramírez-Chaves H.E., Noguera-Urbano E.A. y Rodríguez-Posada M.E. 2013. Mamíferos (Mammalia) del departamento de Putumayo, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(143), 263-286.

Salo J., Kalliola R., Häkkinen I. Mäkinen Y., Niemelä P., Puhakka M. y Coley P.D. 1986. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322: 254-258.

Seaby R.M.H. y Henderson P.A. 2006. Species diversity and richness version 4.1.2. PISCES Conservation Limited.

Stevenson P. 2014. Potential determinants of the abundance of woolly monkeys in Neotropical Forests. En: The woolly monkey: Behavior, ecology, systematics and captive research, Defler T. y Stevenson P. (eds.), , New York. 207-226 pp

Zárate R., Palacios J., Jung N. Ramos M.C., Méndez E., Mozombite F., Jarama R., Fachín L., Rondona I. Sánchez A., Domper A. y Pinheiro J. (en línea: 2017- hasta la fecha. Iniciativa Visor de Servicio Web: Mapa Global de Publicaciones (Loreto). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Versión 1. Iquitos, Perú. [www.iiap.org.pe/mapa\\_publicaciones](http://www.iiap.org.pe/mapa_publicaciones).

