



Universidad de Valladolid
Escuela Técnica Superior de
Ingenierías Agrarias

**Máster de Investigación en Ingeniería para la
Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales**



**Relación entre la estructura y diversidad de los bosques nativos de
Tambopata y la diversidad de la fauna asociada: influencia de factores
bióticos, abióticos y antropogénicos**

Autor: Juan Carlos Lara Rivas

Tutora: Dra. Carolina Martínez Ruiz

Co-tutor: Dr. Christopher A. Kirkby

Setiembre, 2015

Agradecimientos

Este trabajo fin de máster es el resultado de la colaboración, esfuerzo, dedicación y enseñanza de instituciones y personas, de los que menciono a continuación:

Al programa Iberoamérica + Asia, Universidad de Valladolid-Banco Santander, por haberme otorgado una beca para mi formación académica en la realización de un máster científico en el campus 'La Yutera', Palencia.

A mis profesores y directores del trabajo fin de máster, Dra. Carolina Martínez Ruiz y Christopher Kirby, primero por darme la oportunidad de trabajar, aprender en sus áreas de investigación y departamento, por el tiempo y esfuerzo dedicado a dirigirme y resolver mis dudas para que realice exitosamente este trabajo.

Al profesor Dr. Felipe Bravo Oviedo por estar pendiente en todo momento, desde el primer contacto para la aplicación al máster, durante su desarrollo y hasta la culminación del mismo.

A la Asociación Fauna Forever (AFF) con sede en Puerto Maldonado, especialmente a su director, por hacerme participe en sus expediciones de campo en PC Malinowski, Tambopata. La recolección de datos de campo no hubiera sido posible sin el apoyo infinito de Holly Marie, Sharmilia Rara, Matilda Wiren, Kathleen Reinhardt, Evie Calder, Juan Molina, Lucy Dablin y Blair Grossman. Al coordinador de primates de AFF, Alice Poirier por el tiempo y sus explicaciones ofrecidas en campo, a Fernando Cornejo y Walter Casanova por sus aportes en la identificación de especies recolectadas y las corrección taxonómica según APG III.

A todas aquellas personas quienes con su tiempo y amabilidad rodearon mi estancia en España, compañeros y amigos Ronald Montañez y Abel Kissi. En Perú y otras partes del mundo, por las revisiones finales por Claudia Moreno, Eduardo Pineda, Kyle Dexter y Lucia Cariola.

A mis padres Celestino y María, mis hermanos José, Edison, Gaston, David, Cecilia, especialmente a Lizbeth Villanueva, que día a día motivaron mi estancia y culminación del máster e iniciar una carrera investigadora en conservación y ecología tropical.

Índice

0.- Resumen.....	1
1.- Introducción.....	3
2.- Objetivos.....	4
3.- Material y métodos.....	5
3.1.- Área de estudio.....	5
3.2.- Censo de mamíferos y muestreo de vegetación.....	7
3.3.- Análisis de los datos.....	9
4.- Resultados y discusión.....	10
4.1.- Comunidad de mamíferos.....	10
4.2.- Comunidad vegetal.....	14
4.3.- Relación entre la estructura de la vegetación y la composición de mamíferos	19
6.- Conclusiones.....	20
7.- Bibliografía.....	21

0. RESUMEN

Una de las preocupaciones concretas, más importantes para el Perú, es la acelerada destrucción de los bosques, estimada en unas 150,000 ha/año. Desde el punto de vista florístico, la cualidad más relevante de los bosques tropicales peruanos es su alta riqueza de especies en flora y fauna. Estas formaciones, que constituyen uno de los ecosistemas más complejos en términos de diversidad de especies, se ven afectadas por factores antrópicos como el cambio de uso de suelo y la fragmentación de bosques, con graves consecuencias en la mayoría de casos y que generan alertas sobre el clima global. En este contexto, el presente estudio se centra en caracterizar las comunidades vegetales y de mamíferos del bosque tropical y analizar la relación entre ambas. Se llevó a cabo en la Región de Madre de Dios, provincia de Tambopata, Perú, situada en el curso del río Tambopata, limitando al norte y este con la zona de amortiguamiento (Puesto de Control Malinowski y albergues de turismo), y al sur, este y oeste, con la Reserva Nacional Tambopata (RNT). Para censar la comunidad de mamíferos, se establecieron cuatro itinerarios de 2000 m de longitud; uno de ellos dentro del área natural protegida (ANP) y los otros tres en la zona de amortiguamiento (ZA), registrándose observaciones directas/indirectas, y mediante uso de cámaras trampa. Para el muestreo de vegetación se aplicó la metodología Gentry-plots; se muestrearon tres parcelas de 50x10 m² a lo largo del itinerario de fauna establecido en el ANP, y cuatro, tres y dos parcelas de dichas dimensiones, respectivamente, a lo largo de los tres itinerarios de fauna establecidos en la ZA. La diversidad de especies se calculó con el índice de Shannon (H') con logaritmos neperianos, también se calcularon sus dos componentes: riqueza (S) y equitatividad (J'). Los resultados para los registros de mamíferos, en el conjunto del área de estudio muestran 22 especies de mamíferos, pertenecientes a 6 órdenes. La densidad y diversidad de mamíferos parece ser mayor en el ANP que en los tres sitios muestreados en la ZA. Entre estos últimos existen bastantes diferencias, siendo el itinerario 3 (ZA3) el que presenta una densidad menor. La diversidad de mamíferos, sin embargo, sólo difiere con significación estadística ($p < 0,001$) entre el ANP y el itinerario 3 de la ZA (ZM3). Para el conjunto del área de vegetación, se han registrado 413 individuos iguales o mayores a 10 cm de dad/0.6ha. Estos comprenden 303 árboles, 22 arbustos, 81 palmeras, 7 lianas, correspondientes a 132 especies, pertenecientes a 33 familias. La mayor y menor densidad de plantas se da en la ZA, concretamente en ZA1 y ZA2 respectivamente, ocupando el ANP una posición intermedia. La diversidad de plantas es significativamente ($p < 0,001$) mayor en la ZA, concretamente en ZA1 y ZA2, respecto al ANP, por presentar tanto las mayores riquezas como las mayores equitatividades, mientras que la diversidad de plantas no difiere entre el ANP y la ZA3. Esos mayores valores de diversidad de especies encontrados en ZA1 y ZA2 se explican a partir de los valores de heterogeneidad

espacial ($H'\beta$) registrados en ellos. Por el contrario ZA3 presenta la mayor homogeneidad en cuanto a la distribución de la vegetación en el espacio al presentar la menor $H'\beta$. Estos resultados muestran, por tanto, claras diferencias en cuanto a la composición de la comunidad de vegetación y mamíferos característica de cada zona (ANP y ZA).

Palabras clave: Estructura y diversidad, bosque tropical, fauna silvestre, factores antropogénicos.

SUMMARY

Keywords:

1. INTRODUCCIÓN

La Amazonía representa cerca del 45% de todos los bosques tropicales del mundo y almacena el 40% del carbono que reside en la vegetación terrestre (Malhi & Grace 2000). El Perú es el segundo país con mayor extensión de bosques de América Latina, que representan el 52,3% del territorio nacional y albergan una gran biodiversidad (FAO, 2012).

El papel que juegan los bosques tropicales del mundo es muy amplio; en general, se caracterizan por su compleja estructura, abundancia de flora y fauna, gran biodiversidad, y por actuar como sumideros de carbono, asunto muy discutido actualmente (Phillips *et al.*, 1998; Araujo-Murakami, 2002). El seguimiento de parcelas permanentes de vegetación, establecidas para realizar los inventarios forestales en los bosques tropicales maduros, han revelado ganancia de biomasa a través del crecimiento de los árboles, excediendo a las pérdidas por muerte de los mismos (Phillips *et al.*, 2002; Lamprecht, 1990; Melo y Vargas, 2003). Uno de los principales objetivos de investigación en el marco de la ecología forestal tropical es el de llegar a entender cuáles son los factores que regulan el tamaño de las poblaciones de las diferentes especies que los habitan. Este objetivo fue evaluado, para los diferentes niveles tróficos, en el trabajo de Hairston *et al.* (1960), el cual ha tenido una fuerte repercusión en los estudios en la ecología forestal tropical. Allí donde el tamaño de la población regional de muchas especies es grande, la densidad media de la mayoría es baja en el paisaje forestal, encontrándose a menudo menos de un individuo adulto por hectárea de vegetación (Pitman *et al.*, 1999).

Desde el punto de vista florístico la cualidad más relevante de los bosques tropicales peruanos es su alta riqueza de especies. En sus investigaciones Gentry (1993) encontró que, a escala local (diversidad- α medida en parcelas de 1 ha, registrando individuos con dap (diámetro a la altura del pecho) ≥ 10 cm), el área más diversa del mundo entero era la de Iquitos al norte de la Amazonía Peruana, con 300 especies de plantas y 606 individuos por parcela. En concreto, para Tambopata registró 52 familias con 161 especies con dap $\geq 2,5$ cm, 38 especies de lianas con dap $\geq 2,5$ cm y 41 especies de árboles con dap ≥ 10 cm. En promedio, para la región de Madre de Dios, se registraron 200 especies con dap no superior a 2,5 cm en 0,1 ha.

La alta diversidad de la Amazonía Peruana no está limitada únicamente a las plantas. También alberga lugares récord a nivel mundial para aves (554 especies en Tambopata, Madre de Dios; Parker, 1991) y mamíferos (más de 122 especies en Balta, Ucayali y regiones tropicales; Patton *et al.*, 1982). Pero, además, las interacciones entre flora y fauna son vitales para sostener los ecosistemas y mantener la biodiversidad. Los animales desempeñan papeles cruciales en cada paso de los procesos de reproducción y reclutamiento de las plantas, tales como: polinización, depredación de frutos y semillas, dispersión de semillas, así como sobre el crecimiento y maduración de plantas juveniles (Terborgh *et al.*, 2002).

Un factor antrópico muy negativo, como indica Lamprecht (1990), que tiene graves consecuencias en la mayoría de los casos, es la producción agrícola en superficies deforestadas de zonas tropicales, ya que sólo es posible por corto tiempo y, además, tiene consecuencias sobre la fertilidad de los suelos, el abastecimiento de aguas e incluso sobre el clima global, especialmente alarmantes en las formaciones forestales tropicales que constituyen uno de los ecosistemas más complejos en términos de diversidad de especies.

Una de las preocupaciones concretas, más importantes para el Perú, es la acelerada destrucción de los bosques, estimada en unas 150,000 ha/año (FAO, 2012). Los bosques están amenazados por la inadecuada gestión forestal y el impacto del cambio climático. Para hacer frente a estos desafíos es necesario reforzar la formulación e implementación de políticas y planes forestales mediante procesos participativos que tengan un carácter multisectorial. Se requiere fomentar buenas prácticas de manejo forestal sostenible que contribuyan a reducir la deforestación y la degradación de los bosques. Como hasta el momento, el Perú cuenta con limitada información sobre el estado de los bosques, es también esencial desarrollar nuevas metodologías para el monitoreo e inventario nacional de los mismos, que proporcionará información actualizada para ser incorporada en políticas, estrategias, planes forestales e informes nacionales.

Por tanto, el estudio de diferentes aspectos de los bosques tropicales del Perú, tanto en las áreas naturales protegidas (ANP) como en sus respectivas zonas de amortiguamiento (ZA), es vital. En esta línea, la consecución de los objetivos planteados en este trabajo fin de máster contribuirá a ampliar la información sobre la composición de plantas y mamíferos, y la relación entre ellos, en uno de estos bosques tropicales amenazados de Perú.

2. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es caracterizar las comunidades vegetal y de mamíferos del bosque tropical peruano de Tambopata y analizar la relación entre ambas. Para alcanzar este objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- a) Caracterizar la comunidad de mamíferos de la Reserva Nacional Tambopata (RNT), tanto del área natural protegida (ANP) como de su zona de amortiguamiento (ZA), en términos de diversidad, densidad y composición de especies.
- b) Caracterizar la comunidad vegetal de la Reserva Nacional Tambopata (RNT), tanto del área natural protegida (ANP) como de su zona de amortiguamiento (ZA), en términos de diversidad, densidad y composición de especies de árboles, arbustos y lianas con dap (diámetro a la altura del pecho) ≥ 10 cm, así como considerando rasgos funcionales, como la dicotomía entre plantas esciófilas, heliófilas, etc.

- c) Relacionar la estructura de la comunidad vegetal con la diversidad de la comunidad de mamíferos.
- d) Establecer pautas para la correcta gestión forestal de estas áreas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Región de Madre de Dios, provincia de Tambopata, Perú (Figura 1), situada en el curso del río Tambopata, limitando al norte y este con la zona de amortiguamiento (Puesto de Control Malinowski y albergues de turismo), y al sur, este y oeste con la Reserva Nacional Tambopata (RNT), cuya superficie es de 274,690 ha (latitud sur: 12°20' y 14°36'; longitud oeste: 68°30' y 70°27'). Esta reserva surge de la zonificación de la antigua Zona Reservada Tambopata Candamo (ZRTC) creada en 1990. Conviene precisar que cada Área Natural Protegida (ANP) goza de su respectiva Zona de Amortiguamiento (ZA) que se refiere a la zona limítrofe al Área Natural Protegida con influencia antrópica. En concreto en la ZA de la RNT están permitidos los siguientes usos: turismo, investigación, actividades forestales, agropecuarias y mineras, de entre los diversos usos con los que pueden contar las ZA en general, especificados en un Plan Maestro y Plan Director según las normas vigentes (INRENA 2003; SERNANP 2012).

Según las características biofísicas la zona de estudio presenta una gradiente altitudinal promedio de unos 300 m.s.n.m. y una fisiografía poco accidentada con pendientes que oscilan entre el terreno llano y 35 % de inclinación. La temperatura media anual es de 26 °C (fluctuando entre los 10 °C y los 38 °C), la precipitación anual oscila entre 1600 a 2400 mm, marcando dos épocas por la frecuencia y cantidad de precipitación: una época seca entre abril y diciembre, y una época de lluvias en los meses de enero a marzo, aunque los límites temporales son variables (INRENA, 2003).

Presenta tres tipos de ambientes forestales: bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical transicional a bosque pluvial subtropical, y bosque muy húmedo subtropical. Estos ambientes forestales son formados por bosques inundables “bajíos” y bosques de terraza firme. Los orígenes de los suelos son Pleistoceno o Holoceno y pertenecen al orden Ultisoles (Quesada *et al.* 2010), según la *Soil taxonomy*.

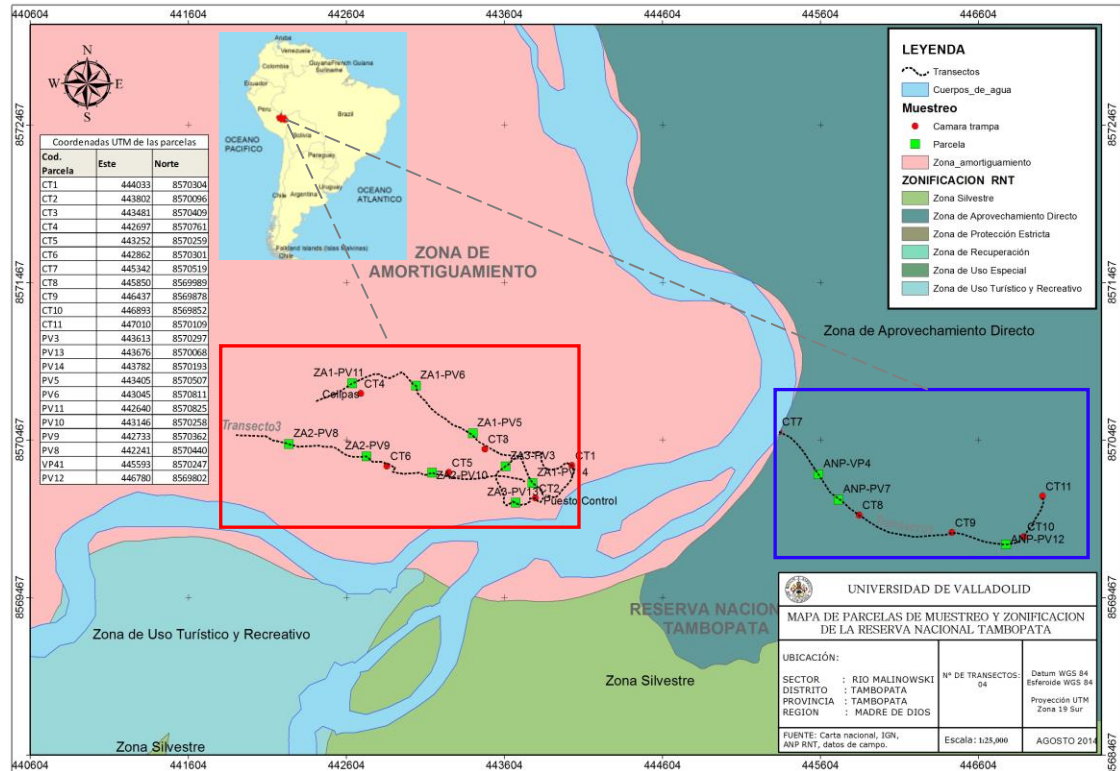


Figura 1. Ubicación del área de estudio para los itinerarios en ANP y ZA en la provincia de Tambopata, Puesto de control Malinowski (Ríos Tambopata y Malinowski).

3.2. Censo de mamíferos y muestreo de vegetación

Tanto en el ANP como en la ZA de la Reserva Nacional Tambopata (RNT) se establecieron en 2001 itinerarios para el muestreo de la fauna, siguiendo los protocolos de investigación de la Asociación Fauna Forever (AFF), que se vienen monitoreando desde entonces. Posteriormente, en 2012 se establecieron parcelas para el muestreo de vegetación. Para este estudio se analizan únicamente los datos tomados en 2012 (junio, julio y agosto) para vegetación y mamíferos. Estos meses pertenecen a la época seca (de abril a diciembre) que presenta un gradiente térmico muy variable ya que la temperatura disminuye $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (INRENA, 2003) por influencia de las olas de frío de los andes (región de Cusco y Puno) y del Atlántico de Brasil.

Para **censar la comunidad de mamíferos** se emplearon dos metodologías, **primero** se registraron cuatro itinerarios; uno de ellos dentro del ANP y los otros tres en la ZA (Figura 2a). Los itinerarios, de 2000 m de longitud, se recorrieron en siete, cinco, siete y dos ocasiones, respectivamente, durante aproximadamente 3h, entre las 5 y las 8h, registrándose el número de contactos (Figura 2b), tanto visuales como auditivos, en una banda de 30 m a cada lado (Kirkby *et al.*, 2005), para la denominación de las especies de mamíferos se sigue la nomenclatura de Emmons y Feer (1999), con referencia taxonómica normalizada del libro 'Mammal Species of the World' de Wilson y Reeder (2005) en la base de datos Smithsonian Institution, National

Museum of Natural History. Para especies con pocas observaciones en el itinerario se aplica el transecto por banda determinada estableciendo la densidad de cada especie de mamíferos en 1,2 ha ($2000\text{m} \times 60\text{m} = 120.000 \text{ m}^2 = 1,2 \text{ ha}$), o bien por m^2 de acuerdo con la expresión: $D = \text{NWL}$, siendo D = Densidad (número de animales/ m^2), N = Número de animales avistados, W = Ancho predeterminado ($30\text{m} \times 2$) y L = Longitud del itinerario ($\pm 2000 \text{ m}$).

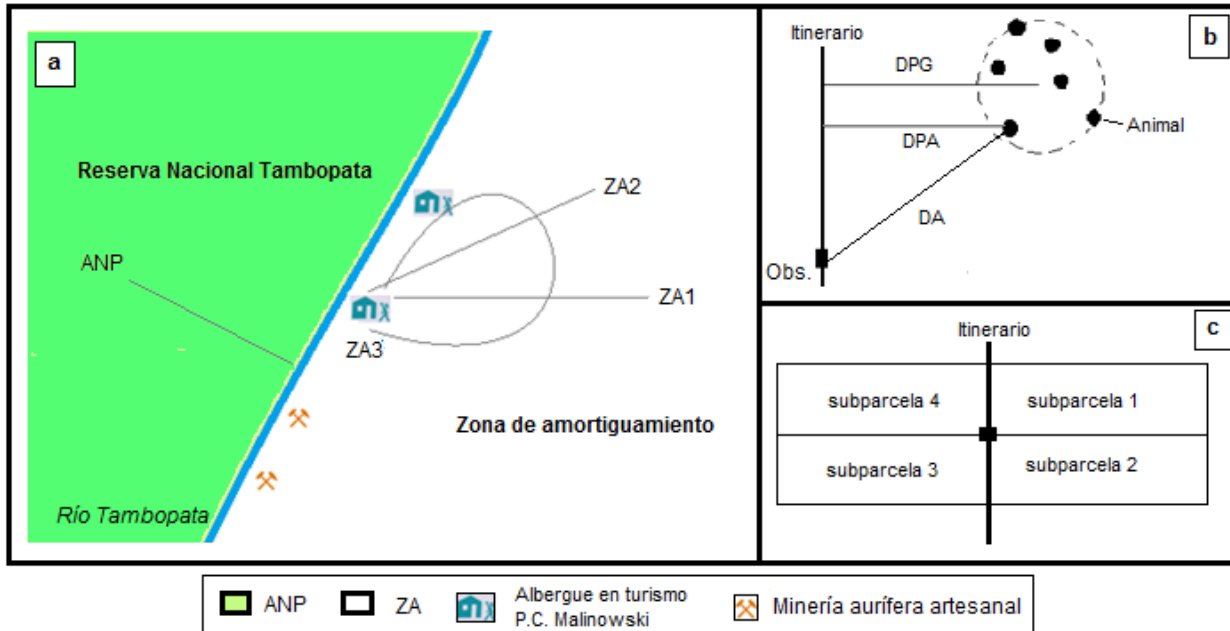


Figura 2. Esquema de itinerarios y metodología para el inventario de vegetación y mamíferos **a.** Ubicación de los cuatro itinerarios de muestreo para registro de fauna. **b.** Evaluación de mamíferos en los itinerarios, Obs. = observador, DA = distancia al primer animal visto (m), DPA = Distancia perpendicular al primer animal visto (m), DPG = Distancia perpendicular al grupo (m). **c.** Ejemplo de ubicación, en un itinerario, de una parcela Gentry-Plot, para el muestreo de vegetación.

Para especies mayores a nueve observaciones en los itinerarios se aplica una **segunda** metodología, las distancias recorridas en los cuatro itinerarios varían entre sí, en un rango de 525 m a 2000 m, acumulando para los itinerarios; ZA1 = 37200 m, ZA2 = 23125 m, ANP = 16000 m y ZA3 = 7685 m, bajo observaciones directas (Figura 2b), con registros desde Agosto 2011 y Marzo a Noviembre del 2012. Complementándose con datos históricos de la Asociación Fauna Forever (2009 y 2010) en cuatro zonas cercanas al estudio ($\leq 10 \text{ Km}$ de radio), Albergue TRC (TRC), Explore's INN (EI), Sachavacayoc (SC) y Refugio Amazonico (RA), se aplica para las especies *Saguinus fuscicollis*, *Alouatta sara*, *Saimiri boliviensis*, *Tayassu pecari*, *Pecari tajacu*, *Dasyprocta variegata*, *Cebus apella*, *Mazama sp.* Para calcular la densidad de mamíferos con mayores observaciones, se calculó la densidad, en términos de individuos por Km^2 en base a la siguiente fórmula: $D = N / 2L \times DD$, donde: D = Densidad desconocida (individuos/ km^2); N = número de individuos observados; L = Distancia total recorrida en los

itinerarios; DD= Distancia de detección específico, basado en las distancias de detección perpendicular por especie, analizado con el programa Distance 6.2 (Thomas *et al.* 2010).

El censo de mamíferos se completó con el empleo de 11 cámaras trampa (seis en la ZA y cinco en el ANP), para registrar las especies de hábitos nocturnos no detectados durante el recorrido de los itinerarios; en concreto fueron seis las especies de mamíferos registradas por las cámaras trampa (*Didelphis marsupiales*, los roedores *Cuniculus paca* y *Dasyprocta variegata*, los felinos *Leopardus pardales* y *Panthera onca*, y el mustélido *Eira barabara*), aunque sólo las tres últimas fueron detectadas únicamente por las cámaras trampa.

Las cámaras trampa empleadas fueron del modelo Bushnell Trophy Cam HD 2012, que cuenta con una resolución real de vídeo HD con grabación de audio, y las imágenes de la noche son más brillantes y nítidas con la adición de NightVision Hyper. Este modelo permite utilizar, en campo, Scan 2x con dos intervalos de tiempo separados para que pueda controlar tanto los movimientos del amanecer y el atardecer, y Auto PIR que regula automáticamente la sensibilidad según la temperatura.

Para el **muestreo de vegetación** se aplicó la metodología Gentry plots (Gentry, 1982), que consiste en muestrear varias parcelas seleccionadas de forma aleatoria a lo largo de los itinerarios de fauna, ubicadas como muestra la Figura 2c. En concreto, se muestrearon tres parcelas de 50x10 m² a lo largo del itinerario de fauna establecido en el ANP, y cuatro, tres y dos parcelas de dichas dimensiones, respectivamente, a lo largo de los tres itinerarios de fauna establecidos en la ZA.

Las parcelas de 50x10 m² se subdividieron en cuatro subparcelas de 25x5 m², para facilitar el muestreo de vegetación (Figura 2c), y dentro de ellas se censaron todos los árboles, arbustos y lianas con dap (diámetro a la altura del pecho) ≥ 10 cm. De cada individuo se midió, con ayuda de una cinta métrica, el perímetro de la sección del tronco/fuste a 1,30 m del suelo, para calcular así el dap, por medio de la expresión: $D = LC/\pi$, siendo LC la longitud de la circunferencia o perímetro y D el diámetro.

La identificación taxonómica de las especies de plantas y del material recolectado se realizó haciendo uso de literatura especializada (Gentry, 1993; Vásquez y Rojas, 2003; Pennington *et al.*, 2004; Cornejo y Janovec, 2010), se considero los cambios actuales propuestos en el sistema de clasificación APG II (2003) y en el sistema de clasificación del reino vegetal, se adopto la nomenclatura APG-III (2009), para nuestro caso de Vásquez y Rojas (2011), contrastadas con la base de datos “Tropicos” de Missouri Botanical Garden.

Registrándose datos sobre sus interacciones en el bosque (bosque secundario, asociado a Poaceae (*Guadua* sp.) y tipo de claros), se registro la fenología actual (floración, fructificación y semilla), cobertura del fuste, presencia de epífita y lianas, gremio ecológico (heliófitas efímeras,

heliófitas durables, esciófitas parciales y totales) consultando con literatura especializada (Louman *et al.*, 2001; Palacios, 2004)

Para determinar parámetros de flora del estrato superior del bosque, se determinó la densidad (D), es el número de individuos (N), que existe en un área determinada (A). Se estima a partir del conteo del número de individuos en cada unidad de muestreo (UM), obteniéndose el promedio de este valor referido a la hectárea y para cada unidad o tipo de vegetación inventariado $D = N / \text{área}$.

3.3. Análisis de los datos

La diversidad de especies se calculó con el índice de Shannon (H') con logaritmos neperianos (Shannon y Weaver, 1949). También se calcularon sus dos componentes: riqueza (S) y equitatividad (J' ; Pielou, 1969).

Con objeto de afrontar estadísticamente el significado de las diferencias de diversidad encontradas entre dos comunidades cuando no se dispone de réplicas, se ha utilizado el método propuesto por Hutcheson (1970), que se comenta a continuación (Magurran, 1989). En primer lugar se calcula la varianza de cada punto de muestreo de acuerdo con la expresión:

$\text{Var } H' = [(\sum p_i (\log_2 p_i)^2 - (\sum p_i \log_2 p_i)^2/N) - [(S - 1)/(2N)^2]]$, siendo N el número total de individuos o la cobertura total. Posteriormente, utilizando el método de Hutcheson se obtiene un sistema de cálculo de la “ t ” para comprobar las diferencias significativas entre muestras:

$t = |H'_1 - H'_2| / (\text{Var } H'_1 + \text{Var } H'_2)^{1/2}$, donde, H'_1 es la diversidad de la muestra 1 y H'_2 de la muestra 2, y $\text{Var } H'_1$ y $\text{Var } H'_2$ sus varianzas. Los grados de libertad se calculan utilizando la ecuación: $df = (\text{Var } H'_1 + \text{Var } H'_2)^2 / [(\text{Var } H'_1)^2/N_1 + (\text{Var } H'_2)^2/N_2]$, donde N_1 y N_2 son el número total de individuos o la cobertura total de las muestras 1 y 2 respectivamente.

La diversidad beta (H'_β) o heterogeneidad espacial se calculó únicamente para la comunidad vegetal haciendo uso de la generalización de la fórmula de Margalef (1972): $H'_\beta = H'_y - (\sum H'_\alpha/n)$, como diferencia entre la diversidad de cada sitio y la media de las diversidades alfa (diversidades de cada parcela de muestreo de vegetación).

Para determinar la curva de acumulación y rarefacción de especies de mamíferos y flora, se usó el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2011) usando el modelo no paramétrico Chao1, donde se estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons), la fórmula de Chao1= $S + (a^2/2b)$, descrito en Moreno (2001), Pineda y Verdú (2013).

La técnica de ordenación DCA (Detrended Correspondence Analysis), aplicada a la matriz de densidades de las especies, tanto de mamíferos como de vegetación, se empleó únicamente para obtener la estimación de la longitud de los gradientes de los ejes en unidades de desviación estándar (SD) del recambio de especies, lo que permite tomar la decisión sobre si es adecuada una aproximación lineal o unimodal al análisis de los datos (Ter Braak y Prentice, 1988; Ter Braak y Šmilauer, 2002). Como en ambos casos la longitud del gradiente del primer eje fue inferior a 4 (2,331 y 1,345 SD para mamíferos y vegetación, respectivamente), se considera adecuada la aproximación lineal para describir las diferencias en composición de especies y su relación con las variables explicativas (Ter Braak y Šmilauer, 2002). Por ello, las técnicas de ordenación empleadas fueron el PCA (Principal Component Analysis) para ordenar los sitios de muestreo en función de su composición de especies y el RDA (Redundancy Analysis) para relacionar composición de especies con variables explicativas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Comunidad de mamíferos

Para el conjunto del área de estudio se han registrado 22 especies de mamíferos (Apéndice 1), pertenecientes a 6 órdenes (Primates, Rodentia, Carnivora, Artiodactyla, Didelphimorphia y Perissodactyla, en este orden de representación) y a 11 familias (Cebidae, Dasypodidae, Didelphidae, Felidae, Cervidae, Tayassuidae, Sciuridae, Echimyidae, Procyonidae, Mustelidae y Tapiridae, en este orden de representación).

La densidad de mamíferos parece ser mayor en el área natural protegida (ANP) que en los tres sitios muestreados en la zona de amortiguamiento (ZA), entre los que existen bastantes diferencias, siendo el itinerario 3 (ZA3) el que presenta una densidad menor (Tabla y).

La diversidad de mamíferos, sin embargo, sólo difiere con significación estadística ($p < 0,001$) entre el ANP y el itinerario 3 de la zona de amortiguamiento (ZA3), siendo claramente menor la diversidad en la ZA3 por presentar la menor riqueza. La ZA2 presenta una diversidad similar al ANP, a pesar de tener menor riqueza, por tener la equitatividad más alta.

Tabla 1. Densidad, diversidad de Shannon, riqueza y equitatividad de la comunidad de mamíferos tanto en el área natural protegida (ANP) como en la zona de amortiguamiento (ZA). Diferentes letras junto a los valores de diversidad indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre el ANP y cada itinerario de la ZA, tras aplicar el método de Hutcheson (1970; ver apartado 3.3 de Material y Métodos).

	ANP	ZA1	ZA2	ZA3
Densidad (ind/1,2ha)	82	64	47	5
Diversidad (H')	2,01(a)	2,16(a)	2,02(a)	0,95(b)
Riqueza (S)	12	15	10	3
Equitatividad (J')	0,81	0,80	0,88	0,86

En la figura 3, se recogen las densidades de ocho especies más representativas en los cuatro itinerarios, donde se modelo con datos históricos de monitoreo de Asociación Fauna Forever (con registros de al menos 20 observaciones por itinerario), según las probabilidades de detección y sus rangos de distancia perpendicular de determino las frecuencias, se recogen en el apéndice 3 y 4.

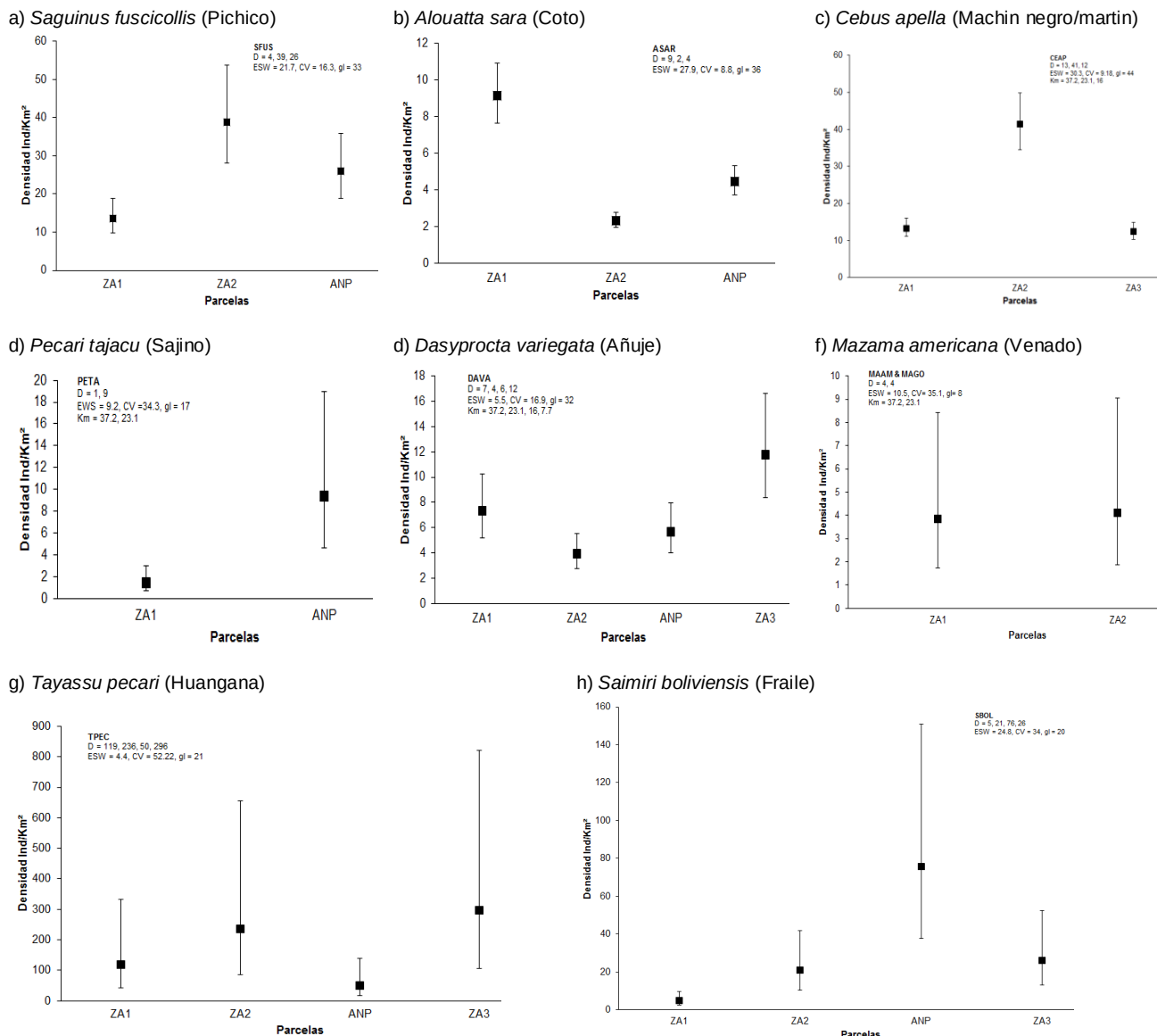


Figura 3. Densidad (individuos por km²) de ocho especies de mamíferos. ANP: área natural protegida; ZA: zona de amortiguamiento. Para la identificación de las especies ver Apéndice 3.

Los grupos de mamíferos más fáciles de detectar, pertenecen al orden de los Primates (monos), según un patrón de distribución *Cebus apella* (Martin) y *Saimiri boliviensis* (Fraile) comparten los mismo hábitats en el momento de forrajeo y su alimentación, usando como medio de desplazamiento los árboles y arbusto, para la especie *Saguinus fuscicollis* (Pichicos),

prefiere el dosel bajo para su alimentación y desplazamiento, finalmente *Alouatta sara* (Coto) prefiere hábitat del dosel alto y se desplaza por medio de árboles dominantes (plus). Otro grupo de mamíferos pertenece al orden Artiodactyla, la especie *Tayassu pecari* (Huangana) registra densidades desde 50-296 Ind/km², y en menor densidad presenta *Pecari tajacu* (Sajino) y *Mazama sp.* (Venado cenizo y colorado).

El análisis RDA aplicado a la matriz de densidades (individuos/m²) de mamíferos en el área de estudio muestra una ordenación de los puntos de muestreo a lo largo del eje 1, situándose el transecto correspondiente al área natural protegida (ANP) en el extremo derecho de dicho eje y los correspondientes a la zona de amortiguamiento (ZA) en el extremo izquierdo (Fig. 4). Los autovalores correspondientes a los tres primeros ejes son: $\lambda_1=0,687$; $\lambda_2=0,250$ y $\lambda_3=0,063$.

Estos resultados muestran, por tanto, claras diferencias en cuanto a la composición de la comunidad de mamíferos característica de cada zona (ANP y ZA). En concreto, en el ANP destacan cinco especies no registradas en la ZA, tales como: Tate (Huangana), Eiba (Manco), Dima (Intuto), Nana (Achuni) y Paon (Jaguar), junto a otras más abundantes en ella como: Tape (Huangana), Sabo (mono fraile) o Alsa (mono coto), estando mejor representadas las especies de los órdenes Carnivora y Artiodactyla. En la ZA predomina el orden Rodentia, mientras que Primates está igualmente representado en ambas zonas (ANP y ZA). Curiosamente, el tercer transecto tomado en la ZA no aparece caracterizado por ninguna especie representativa.

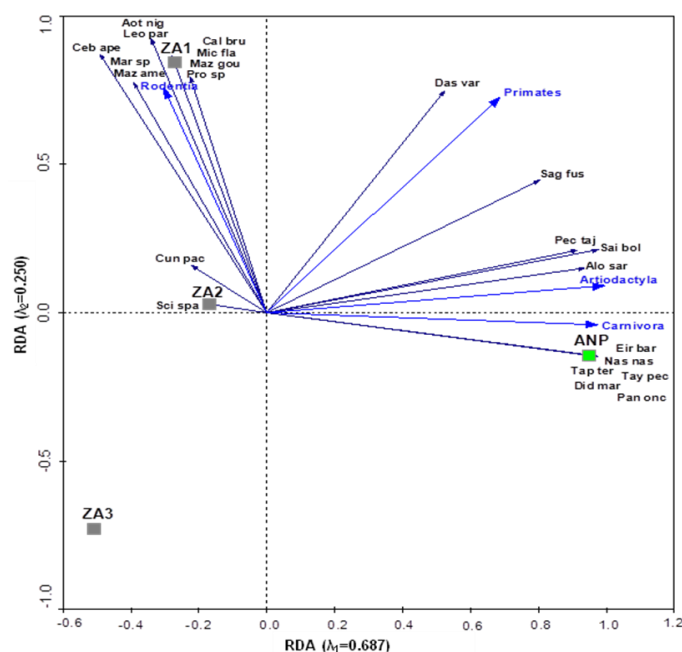


Figura 4. Primer plano factorial del análisis RDA en el que se ordenan los sitios de muestreo de acuerdo con la composición de la comunidad de mamíferos. ANP: área natural protegida; ZA: zona de amortiguamiento. Para la identificación de las especies ver [Apéndice 1](#).

Para la aleatorización de los datos se obtuvo curvas suavizadas de acumulación de especies y rarefacción, se registró 19 especies en dos itinerarios (ZA1 y ZA2), y 16 especies para ANP y 15 especies para ZA3 de mamíferos, con un esfuerzo de censo faunístico en rangos de 36.6 Km (ZA1) hasta 6.4 Km (ZA3), se observa una varianza en el tamaño de la muestra más pequeñas en Km (ZA3 y ANP), el límite máximo de extrapolación por rarefacción es determinado por el tamaño de la muestra más grande (ZA1, figura 5) en los itinerarios (tabla 2), finalmente se modela los registros de especies (Chao1) a fin de analizar presencia y ausencia de las especies por itinerario (figura 6).

Tabla 2. Número de especies observadas y esperadas (rarefacción Chao 1) en cuatro zonas (ver apéndice 4).

	Km muestreados	Especies observadas	Especies esperadas	Rango menor (95%)	Rango mayor (95%)
ZA1	36.6	19	20.64	19.23	30.84
ZA2	24.5	19	22.44	19.64	37.62
ANP (M3)	14	16	18.03	14.32	41.5
ZA3 (M4)	6.4	15	24.66	16.5	59.38

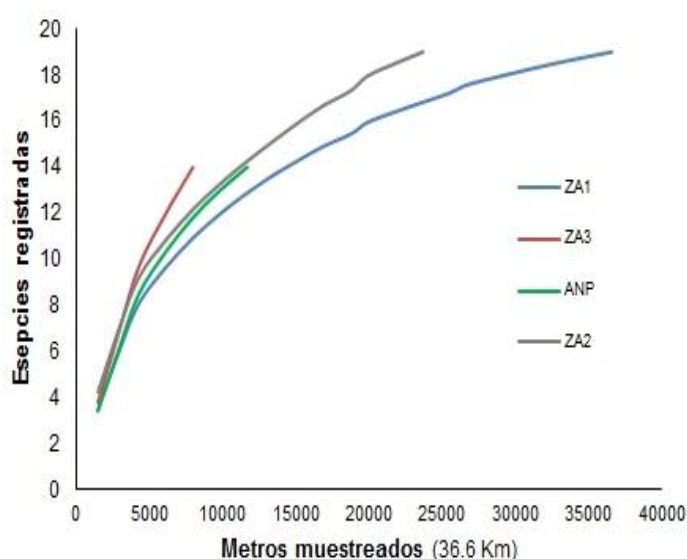


Figura 5. Curva de acumulación de especies registradas por las distancias muestreadas (ilustración de la Tabla 2).

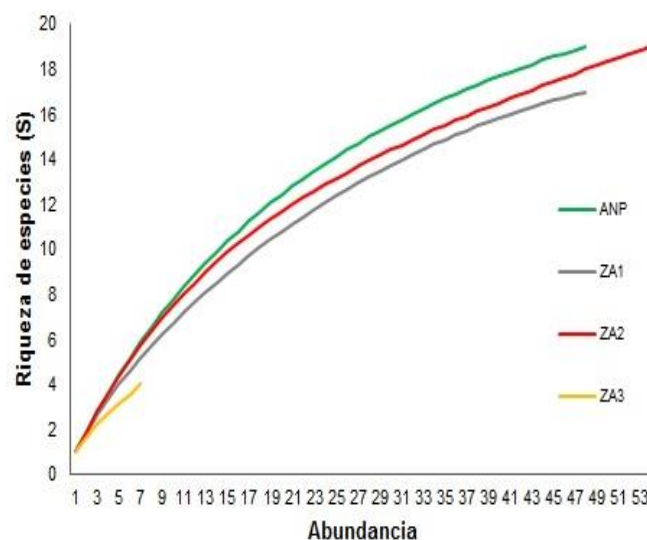


Figura 6. Curva de acumulación de riqueza de especies por su abundancia (registros directos e indirectos: cámara trampa, huellas, registro auditivo).

4.2. Comunidad vegetal

Para el conjunto del área de estudio se han registrado 413 individuos iguales o mayores a 10 cm de dad/0.6ha, comprenden 303 árboles, 22 arbustos, 81 palmeras, 7 lianas, correspondientes a 132 especies, pertenecientes a 33 familias.

La mayor y menor densidad de plantas se da en la zona de amortiguamiento (ZA), concretamente en ZA1 y ZA2 respectivamente, ocupando el área natural protegida (ANP) una posición intermedia (Tabla 3).

La diversidad de plantas es significativamente ($p < 0,001$) mayor en la ZA, concretamente en ZA1 y ZA2, respecto al ANP, por presentar tanto las mayores riquezas como las mayores equitatividades, mientras que la diversidad de plantas no difiere entre el ANP y la ZA3. Esos mayores valores de diversidad de especies encontrados en ZA1 y ZA2 se explican por los mayores valores de heterogeneidad espacial ($H'\beta$) registrados en ellos (Tabla 3). Por el contrario ZA3 presenta la mayor homogeneidad en cuanto a la distribución de la vegetación en el espacio al presentar la menor $H'\beta$.

Tabla 3. Densidad, diversidad de Shannon, riqueza, equitatividad y diversidad beta de la comunidad vegetal tanto en el área natural protegida (ANP) como en la zona de amortiguamiento (ZA). Diferentes letras junto a los valores de diversidad indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre el ANP y cada itinerario de la ZA, tras aplicar el método de Hutcheson (1970; ver apartado 3.3 de Material y Métodos).

	ANP	ZA1	ZA2	ZA3
Densidad (ind/ha)	660	765	607	700
Diversidad (H'_y)	3,38(a)	3,91(b)	3,81(b)	3,11(a)
Riqueza (S)	49	70	55	36
Equitatividad (J')	0,87	0,92	0,95	0,87
Diversidad ($H'\beta$)	0,70	0,97	0,80	0,45

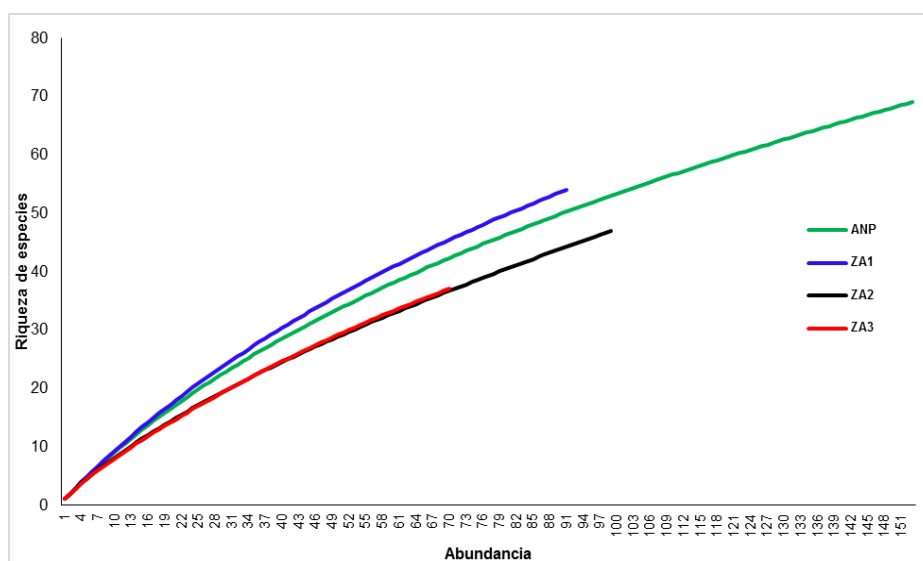


Figura 7. Curva de acumulación de especies (presencia-ausencia) de cuatro itinerarios de vegetación.

En la Figura 9, se relación de la abundancia de especies, tipo de vegetación y gremio ecológico, mientras que en la Figura 10 se relación de la abundancia de especies y su clasificación por familias más representativas.

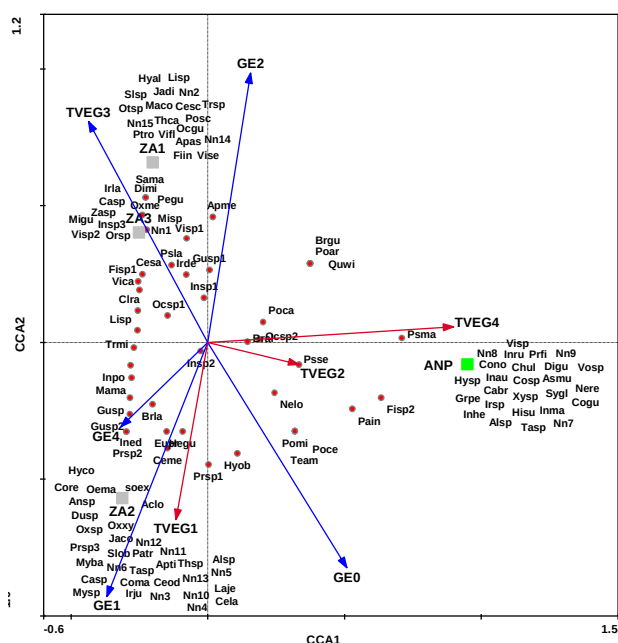


Figura 8. Relación de la abundancia de especies, tipo de vegetación (TVEG1= árbol, TVEG2= arbusto, TVEG3= palmeras, TVEG4= lianas) y gremio ecológico (GE1= Heliófitas efímeras, GE2 = heliúfitas durables, GE3 = esciófitas parciales, GE4= esciófitas totales, GE0= No identificado)

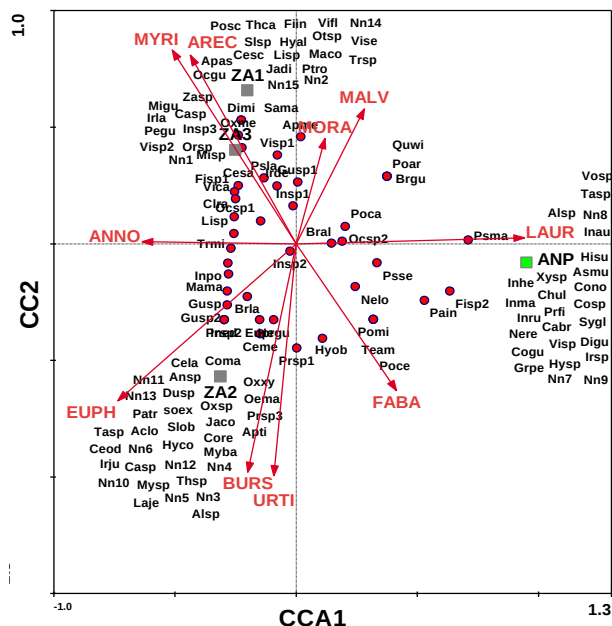


Figura 9. Relación de la abundancia de especies y su clasificación por familias.

4.3. Relación entre la estructura de la vegetación y la composición de mamíferos

En la Tabla 4 se recogen los grupos de mamíferos registrados en diferentes lugares de Madre de Dios y Tambopata, en Perú.

Tabla 4. Mamíferos registrados para algunos sitios de Madre de Dios y Tambopata, Perú.

Orden	RNT (1999) †	EI (1994)	CAPH (2000)	EI (2000)	ECO (2000)	SAC (2000)	TRC (2000) †	CBMD (2004)	CI (2004) ‡	CCP (2007) †	TR (2009)	AL (2009)	PAL (2009)	MAL (2012) ‡
Didelphimorphia	1		1	1	1	1	1	1	1	25	1		1	2
Cingulata	4	3		1	1		1	2	2	4	1	1	2	0
Pilosa	5	5	2	2	1	1	2	1		5	1		1	0
Primates	9	7	6	6	7	6	7	8	7	15	2	2	6	6
Rodentia	8	7	5	4	4	4	4	3	3	51	6	3	5	5
Lagomorpha	1	1								1	1	1		0
Carnivora	14	13	4	6	6	5	7	4	6	17	4	1	6	4

Perissodactyla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
Artiodactyla	4	4	2	3	3	3	3	4	3	4	1	2	3	4
Total de especies	47	41	21	24	24	21	26	24	23	123	18	10	25	22

Nota: † Investigaciones involucradas en ANPs, ‡ investigación en ANP y sus ZA. Fuente adaptada en la presente investigación.

En Didelphimorphia se ha incluido a las especies *Didelphis marsupiales* y *Chironectes minimus*. En Rodentia, se ha incluido a las familias Sciuridae, Erethizontidae, Dinomyidae, Caviidae, Dasyproctidae y Cuniculidae. RNT= Reserva Nacional de Tambopata (Emmons y Romo 1994, evaluación de 1992), EI= Explorer's Inn (Emmons *et al.* 1994, evaluaciones de 1979, 1980 y 1992), CAPH= Cusco Amazónico Pueblo Hotel; ECO= EcoAmazonía Lodge, SAC = Sachavacayoc, TRC= Tambopata Research Center (Kirkby y Cornejo 2000, Kirkby *et al.* reportes publicados, evaluaciones de 1997, 1998 al 2014), CBMD= Comunidades Bajo Madre de Dios, CI= Comunidad de Infierno (Loja y Ascorra 2000, datos entre 1996 y 2003 en proyectos de Fundación Conservación Internacional - Perú), CCP= Cocha Cashu y Pakitsa (Leite 2007, Registro de mamíferos no voladores en la Estación biológica Cocha Cashu) , TR= Triunfo, AL= Albergues, PAL= Palma (Evaluación actual, marzo y julio de 2009), MAL= Malinowski (datos entre junio a setiembre 2012, en proyecto de Asociación Fauna Forever en el P.C. Malinowski).

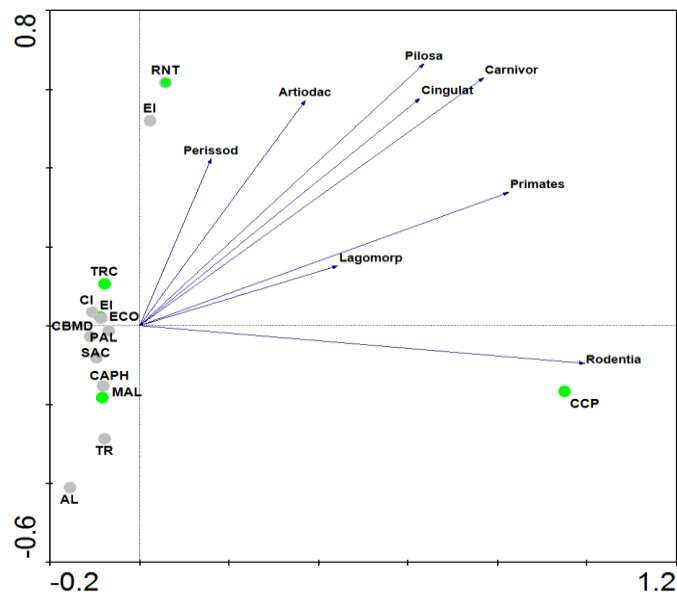


Figura 10. Análisis de componentes principales sobre la matriz de abundancia de mamíferos en distintos lugares de Madre de Dios y Tambopata, Perú (datos de Tabla 4).

7. CONCLUSIONES

1.- Los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre la caracterización de las comunidades vegetal y de mamíferos no voladores en el bosque tropical peruano de Tambopata, evidencia una diversidad significativa entre itinerarios en diversidad y riqueza.

2.- La densidad de mamíferos no voladores parece ser mayor en el área natural protegida (ANP) que en los tres sitios muestreados en la zona de amortiguamiento (ZA), evidenciándose ocho especies con mayor presencia en las áreas de estudio, los primates presentan un hábitat muy marcado en el dosel del árbol y ciertas preferencias por la disponibilidad de frutos, hojas y semillas. El aumento de las especies de mamíferos no voladores según las curvas de acumulación y rarefacción indican mientras mas kilómetros (60 km) recorridos de monitoreo hay probabilidades de encontrar nuevas especies, además muestreando con otros métodos como el uso de cámaras trampa, ayudando a registrar mamíferos nocturnos (felinos).

3.- La deforestación del bosque también ha supuesto cambios en la estructura de la vegetación, se evidencia que la zona de amortiguamiento presenta ecosistemas fragmentados por actividades antrópicas (turismo, agricultura, minería artesanal, patrullaje de la jefatura del ANP), donde la diversidad es menor que el área natural protegida, se evidencia que hay mas arboles dominantes y con frutos en las ANP.

4.- En las áreas mas fragmentadas (ZA), están presentes especies pioneras (Heliófitas efímeras y durables), ya que pasaron por un proceso de tala selectiva, además hay mayor presencia de la familia Poaceae (*Guadua sp*) en el sotobosque, consecuentemente los bosques tomaran un periodo mas prolongado en su sucesión ecológica.

5.- La cacería de la fauna silvestre se ha evidenciado en el periodo de toma de datos con mayor frecuencia en la zona de amortiguamiento, una gran parte de estos mamíferos son dispersores de semillas de ciertas especies, al disminuir su densidad, los bosques no llegan temporalmente a recuperar su resiliencia natural.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central (Louman B, Quirós D, Nilsson M., eds.) Serie Técnica, Manual Técnico N° 46. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- Cornejo F., Janovec JP. 2010. A Guide to Seeds of Amazonian Plants. Princeton University Press. 155 p.
- Colwell RK. 2011. Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 9.1.0 User's Guide and application published at <http://purl.oclc.org/estimates> (22 agosto, 2014).
- Elbers J. (Ed). 2011. Las áreas protegidas de América Latina: Situación actual y perspectivas para el futuro. Quito, Ecuador, UICN, 227 p.
- Emmons L, Feer F. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: Una guía de campo. Primera edición en español, Santa Cruz, Bolivia. 298 p.
- FAO. 2012. Proyecto: Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el cambio Climático. Presentación disponible <<http://www.inf.gob.pe>> [con acceso el 10/04/2013].
- García J. 2012. Corredores biológicos en la Amazonia colombiana: Estado actual, amenazas y conectividad.
- Gentry A, Ortiz R. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía Peruana. En: Kalliola R, Puhakka M, Danjoy W. (Eds.). En: Amazonía peruana Vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad Turku y Oficinal Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 155-166.
- Gentry AH. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evol Biol* 15, 1-84.
- Gentry AH. (1993) A field guide to the families and genera of woody plants of North West South América (Colombia, Ecuador, Peru), Conservation International, USA. 6-895 p.
- Hairston N, Smith E, Slobodkin L. 1960. Community structure, population control, and competition. *American Naturalist* 94: 421-425.
- Hutcheson K. 1970. A Test for Comparing Diversities based on the Shannon Formula. *Journal of Theoretical Biology* 29, 151-4.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales Intendencia de Áreas Naturales Protegidas (INRENA). 2003. Reserva Nacional Tambopata: Plan Maestro 2004-2008. Puerto Maldonado, Perú, Diálogo SA, 214 p.

- Kirkby CA, Giudice R, Kerry BD, Velarde LM, Dueñas A, Lara JC, Yu DW. 2010 "The Market Triumph of Ecotourism: An Economic Investigation of the Private and Social Benefits of Competing Land Uses in the Peruvian Amazon." Ed. Brock Fenton. PLoS ONE 5.9: E13015.
- Kirkby CA, Lee A, Tailby K. 2005. Project Fauna Forever: Tourism development and its impacts on Amazonian wildlife in Tambopata, Peru. [Technical report, in ingles].
- Lamprecht H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Gottingen. Eschborn, Alemania. 335 p.
- Loja JF, Ascorra C. 2004: Implementación y Monitoreo de Planes de Manejo de Fauna Silvestre en Tambopata. En: VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica, Iquitos, Perú, pp. 442-453
- Magurran AE. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Vedral, Barcelona, 200 pp.
- Malhi Y, Grace J. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. Trends in Ecology and Evolution 15: 332-337
- Margalef R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. Trans Connect Acad Arts Sci 44, 211-235.
- Melo O, Vargas R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, Colombia. 235 pp.
- Montani T, Busso C. 2004. Métodos de estudio de la vegetación: Guía de trabajos prácticos de Ecología. Departamento de Agronomía, U.N.S. Presentación disponible <<http://www.rangeecologybusso.com.ar/archivos/Guia-T-P-Ecologia.pdf>>.
- Moreno CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 p.
- Palacios WA, Nubia J. 2004. Ecological forest species groups in Northeastern Ecuador and their importance for the management of indigenous forest. Lyonia, 6(2), 55-75 pp.
- Pennington T, Reynel C, Daza A. (2004) Illustrated guide to the trees of Peru. D. Hunt, Publ., England. 848 p.
- Phillips O, Baker T. (2002) Manual de campo para el establecimiento y remediación de subparcelas permanentes. RAINFOR. Pp: 2-22.
- Pielou EC. 1969. An introduction to Mathematical Ecology. J. Willey, New York.
- Pineda R, Verdú JR. 2013. Cuaderno de Prácticas. Medición de la biodiversidad: Diversidad alfa, beta y gamma. Universidad de Querétaro. 114 p.
- Pitman N, Terborgh J, Silman MR, Nuñez P. 1999. Tree species distributions in an upper Amazonian forest. Ecology 80: 2651-2661.
- Quesada CA, Lloyd J, Schwarz M, Patino S, Baker TR, Czimczik C, et al. 2010. Chemical and physical properties of Amazon forest soils in relation to their genesis. Biogeosciences

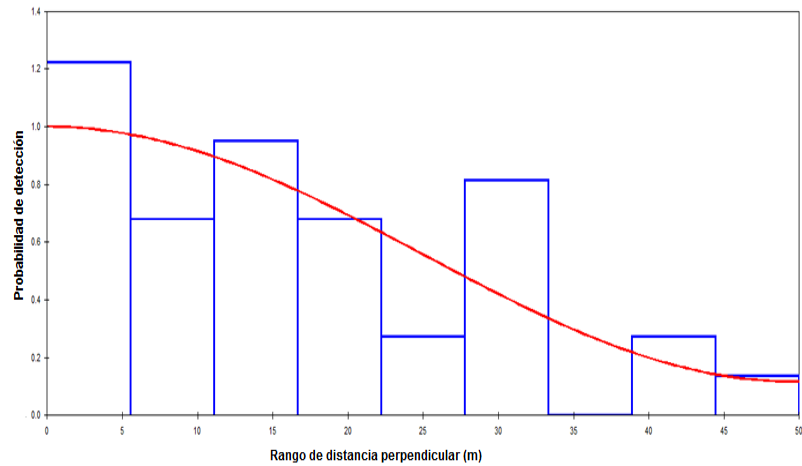
- Discuss, 6, 3923–3992. URL: <http://biogeosciences-discuss.net/6/3923/2009/bgd-6-3923-2009.pdf> (acceso 07/06/2013).
- Recavarren P, Delgado M, Angulo M, León A, Castro A. 2011. Proyecto REDD en Áreas Naturales Protegidas de Madre de Dios: Insumos para la elaboración de la línea base de carbono. Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral (AIDER). Lima, Perú. 2011. 201 p.
- Reynel C, Pennington TD, Pennington RT, Flores C, Daza A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos: Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Lima, Perú. Tarea gráfica educativa, 537 pp.
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). 2012. Reserva Nacional Tambopata: Plan Maestro 2011-2016. Lima, Perú, Súper Gráfica E.I.R.L, 65 pp.
- Shannon CE, Weaver W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana.
- Ter Braak CJF, Prentice IC. 1988. A theory of gradient analysis. *Adv Ecol Res* 18, 271-313.
- Ter Braak CJF, Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4.5). Microcomputer Power: Ithaca, NY.
- Terborgh J, Pitman N, Silman M, Schichter H, Nuñez V. 2002. Maintenance of tree diversity in tropical forests. Pages 1-17 in Levey DJ, Silva, WR, Galetti M. (editors). Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. CAB International, Wallingford, UK.
- Thomas L, Buckland S, Rexstad E, Laake J, Strindberg S, Hedley S, Bishop J, Marques T, Burnham K. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5-14. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x
- Tovar, A. (2011). Listado de especies citadas peruanas de fauna silvestre. Presentación disponible en: <www.minam.gob.pe/index.php?option=com> [con acceso el 05/04/2013]
- Vásquez R, Rojas R. 2003. Plantas de la Amazonia Peruana: Clave para Identificar las Familias de Gymnospermae y Angiospermae. Trujillo, Perú, Araldia, 261 pp.
- Vasquez R, Rojas RD. 2011. Clave para identificar grupos de familias de Gymnospermae y Angiospermae del Perú. Jardín Botánico de Missouri.
- Wilson DE, Reeder DA. 2005. Mammal Species of the World. 3rd Edition. volumes I+II Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2142 pp. URL: <http://www.bucknell.edu/msw3/>

Apéndice 1. Orden, familia, nombre científico y común, así como abundancia de las especies que integran la comunidad de mamíferos, en los cuatro itinerarios de 1,2 ha recorridos tanto en el área natural protegida (ANP) como en la zona de amortiguamiento (ZA) de la reserva Nacional Tambopata. Nomenclatura de las especies según (Emmons y Feer 1999; Wilson y Reeder 2005).

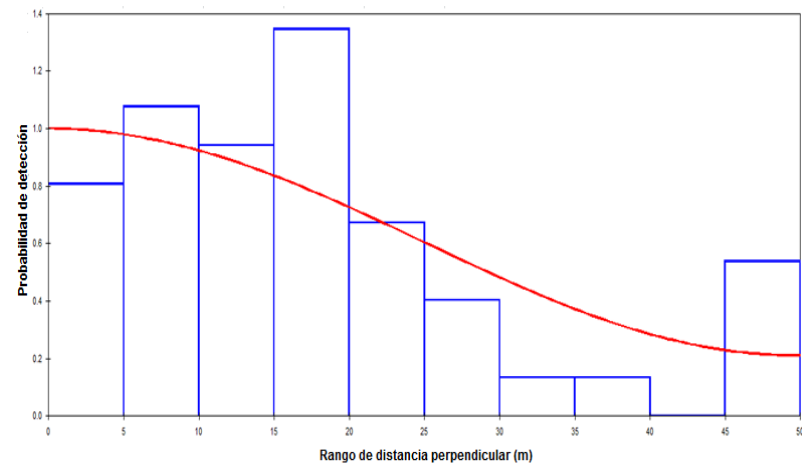
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Código	ANP	ZA1	ZA2	ZA3
Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	<i>Maam</i>		1	1	
	Cervidae	<i>Mazama gouazoubira</i>	Venado cenizo	<i>Mago</i>		1		
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	<i>Peta</i>	5	2		
	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	Huangana	<i>Tape</i>	11		4	
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	<i>Lepa</i>		1		
	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	<i>Paon</i>	1			
	Mustelidae	<i>Eira barabara</i>	Manco	<i>Eiba</i>	5			
	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Achuni	<i>Nana</i>	2			
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Intuto	<i>Dima</i>	3			
	Didelphidae	<i>Marmosa sp.</i>	Pericote	<i>Masp</i>		2	2	
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	<i>Tate</i>	1			
Primates	Cebidae	<i>Alouatta sara</i>	Coto	<i>Alsa</i>	9	3		
	Cebidae	<i>Aotus nigriceps</i>	Musmuqui	<i>Aoni</i>		4	1	
	Cebidae	<i>Callicebus brunneus</i>	Tocon	<i>Cabr</i>		1		
	Cebidae	<i>Cebus apella</i>	Machin negro	<i>Ceap</i>		21	10	3
	Cebidae	<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico	<i>Safu</i>	12	7	9	
	Cebidae	<i>Saimiri boliviensis</i>	Fraile	<i>Sabo</i>	30	11	9	
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Cuniculus paca</i>	Picuro	<i>Cupa</i>		1	7	
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta variegata</i>	Añuje	<i>Dava</i>	2	2	2	1
	Echimyidae	<i>Proechimys sp.</i>	Rata espinoza	<i>Prsp</i>	1	6		1
	Sciuridae	<i>Microsciurus flaviventer</i>	Ardilla enana	<i>Mifl</i>		1		
	Sciuridae	<i>Sciurus spadiceus</i>	Ardilla roja	<i>Scsp</i>			2	

Apéndice 2. Distribución de frecuencias en distancias perpendiculares (barras azules) y de probabilidad de detección (líneas rojas), en ocho densidades de mamíferos por itinerario, ZA y RNT, Perú.

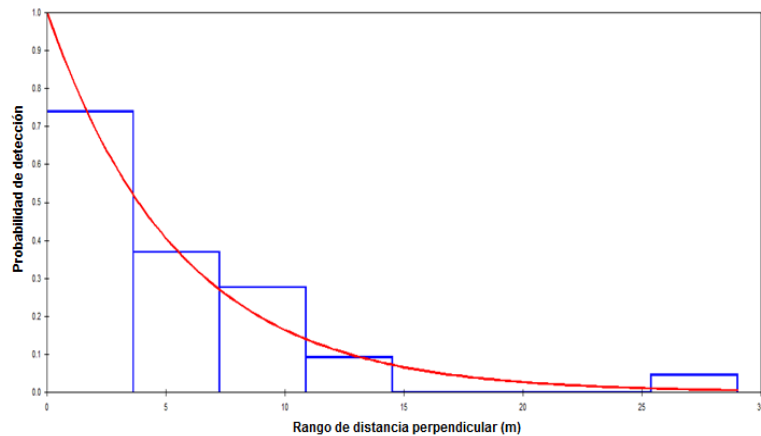
A) *Alouatta sara* (ALSA)



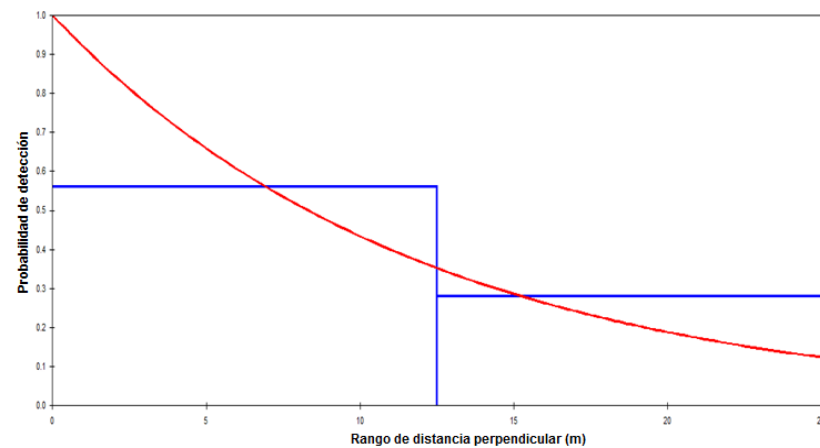
B) *Cebus apella* (CEAP)



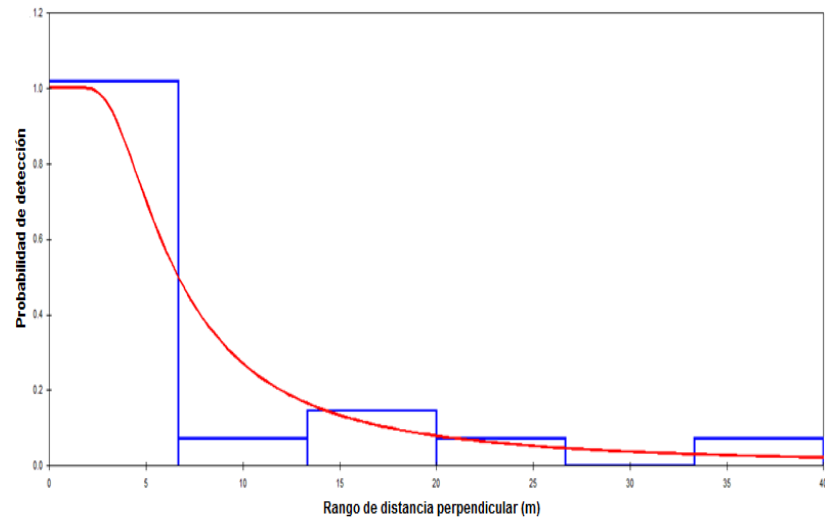
C) *Dasyprocta variegata* (DAVA)



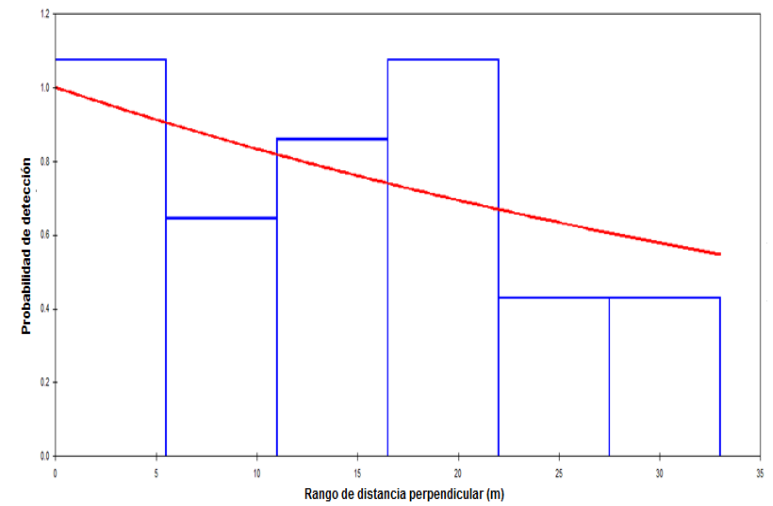
D) *Mazama americana* y *Mazama gouazoubira* (MAAM & MAGO)



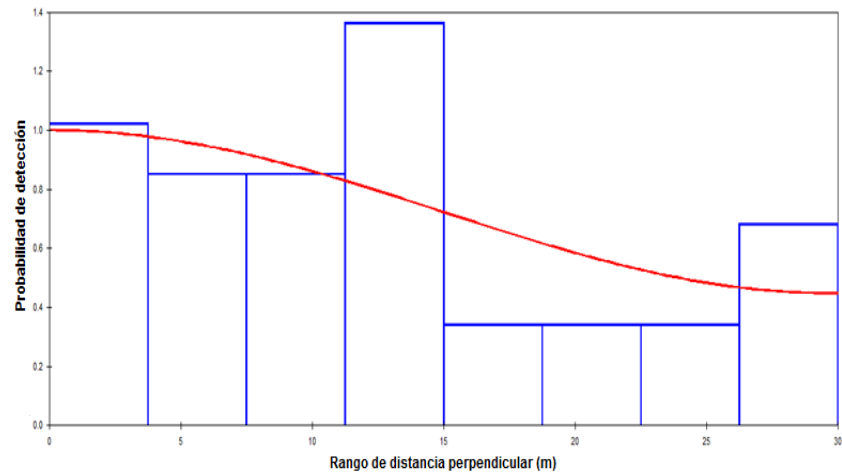
E) Pecari tajacu (PETA)



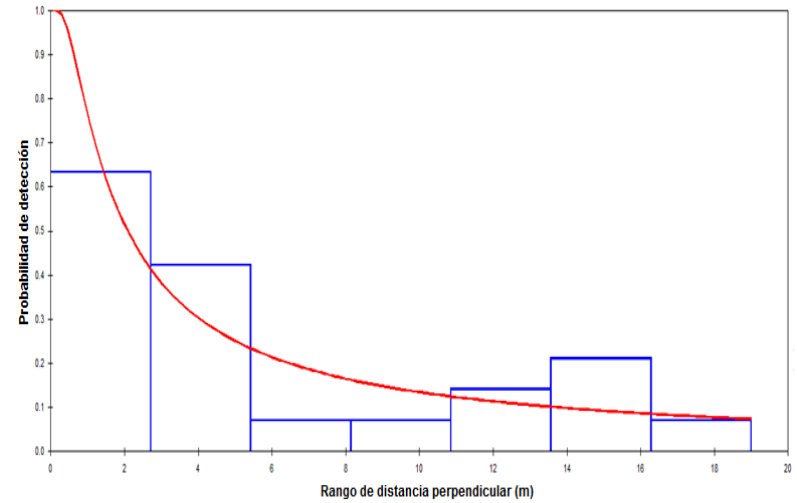
F) Saimiri boliviensis (SABO)



G) Saguinus fuscicollis (SAFU)



H) Tayassu pecari (TAPE)



Apéndice 3. Densidades de mamíferos

Especie	Código	Itinerario	Nro. Ind	Metros	ESW (Prom.)	Área (m²)	Área (ha)	Área (km²)	ESW (Min)	Área (m²)	Área (ha)	Área (km²)	ESW (Max)	Área (m²)	Área (ha)	Área (km²)	Densidad (Ind x km², Prom.)	Densidad (Ind x km², Max)	Densidad (Ind x km², Prom.)
<i>Saguinus fuscicollis</i>	SAFU	M1	22.0	37200.0	21.7	1614852.0	161.5	1.6	15.7	1167856.8	116.8	1.2	30.0	2232892.8	223.3	2.2	13.6	18.8	9.9
		M2	39.0	23125.0	21.7	1003856.3	100.4	1.0	15.7	725986.3	72.6	0.7	30.0	1388055.0	138.8	1.4	38.9	53.7	28.1
		M3	18.0	16000.0	21.7	694560.0	69.5	0.7	15.7	502304.0	50.2	0.5	30.0	960384.0	96.0	1.0	25.9	35.8	18.7
<i>Alouatta sara</i>	ALSA	ZA1	19	37200	27.9	2075834	208	2.076	23.4	1737835	173.8	1.7	33.3	2479603.2	248.0	2.5	9.2	10.9	7.7
		ZA2	3	23125	27.9	1290421	129	1.29	23.4	1080308	108.0	1.1	33.3	1541420.0	154.1	1.5	2.3	2.8	1.9
		ANP	4	16000	27.9	892832	89.3	0.893	23.4	747456	74.7	0.7	33.3	1066496.0	106.6	1.1	4.5	5.4	3.8
<i>Saimiri boliviensis</i>	SABO	ZA1	9	37200	24.8	1845343	185	1.845	12.4	924271.2	92.4	0.9	49.5	3684436.8	368.4	3.7	4.9	9.7	2.4
		ZA2	24	23125	24.8	1147139	115	1.147	12.4	574563.8	57.5	0.6	49.5	2290392.5	229.0	2.3	20.9	41.8	10.5
		ANP	60	16000	24.8	793696	79.4	0.794	12.4	397536	39.8	0.4	49.5	1584704.0	158.5	1.6	75.6	150.9	37.9
		ZA3	10	7685	24.8	381222.1	38.1	0.381	12.4	190941.5	19.1	0.2	49.5	761153.1	76.1	0.8	26.2	52.4	13.1
<i>Tayassu pecari</i>	TAPE	ZA1	39	37200	4.4	326958.2	32.7	0.327	1.58	117767.8	11.8	0.1	12.2	907754.4	90.8	0.9	119.3	331.2	43.0
		ZA2	48	23125	4.4	203250.3	20.3	0.203	1.58	73209.13	7.3	0.1	12.2	564296.3	56.4	0.6	236.2	655.7	85.1
		ANP	7	16000	4.4	140627.2	14.1	0.141	1.58	50652.8	5.1	0.1	12.2	390432.0	39.0	0.4	49.8	138.2	17.9
		ZA3	20	7685	4.4	67545	6.75	0.068	1.58	24329.17	2.4	0.0	12.2	187529.4	18.8	0.2	296.1	822.1	106.6
<i>Pecari tajacu</i>	PETA	ZA1	1	37200	9.2	684613.9	68.5	0.685	4.56	338921.8	33.9	0.3	18.6	1382947.2	138.3	1.4	1.5	3.0	0.7
		ANP	4	23125	9.2	425583.3	42.6	0.426	4.56	210687.3	21.1	0.2	18.6	859695.0	86.0	0.9	9.4	19.0	4.7
<i>Dasyprocta variegata</i>	DAVA	ZA1	3	37200	5.5	410613.6	41.1	0.411	3.92	291975.4	29.2	0.3	7.8	577440.7	57.7	0.6	7.3	10.3	5.2
		ZA2	1	23125	5.5	255253.8	25.5	0.255	3.92	181503.5	18.2	0.2	7.8	358960.1	35.9	0.4	3.9	5.5	2.8
		ANP	1	16000	5.5	176608	17.7	0.177	3.92	125580.8	12.6	0.1	7.8	248361.6	24.8	0.2	5.7	8.0	4.0
		ZA3	1	7685	5.5	84827.03	8.48	0.085	3.92	60318.03	6.0	0.1	7.8	119291.2	11.9	0.1	11.8	16.6	8.4
<i>Cebus apella</i>	CEAP	ZA1	30	37200	30.3	2251418	225	2.251	25.2	1871978	187.2	1.9	36.4	2707788.0	270.8	2.7	13.3	16.0	11.1
		ZA2	58	23125	30.3	1399571	140	1.4	25.2	1163696	116.4	1.2	36.4	1683268.8	168.3	1.7	41.4	49.8	34.5
		ZA3	12	16000	30.3	968352	96.8	0.968	25.2	805152	80.5	0.8	36.4	1164640.0	116.5	1.2	12.4	14.9	10.3
<i>Mazama americana</i> & <i>M. gouazoubira</i>	MAZA MAGO	ZA1	3	37200	10.5	781572	78.2	0.782	4.78	355989.1	35.6	0.4	23.1	1715887.2	171.6	1.7	3.8	8.4	1.7
		ZA2	2	23125	10.5	485856.3	48.6	0.486	4.78	221297	22.1	0.2	23.1	1066663.8	106.7	1.1	4.1	9.0	1.9

Apéndice 4. Acumulación de especies de mamíferos en los cuatro itinerarios de estudio.

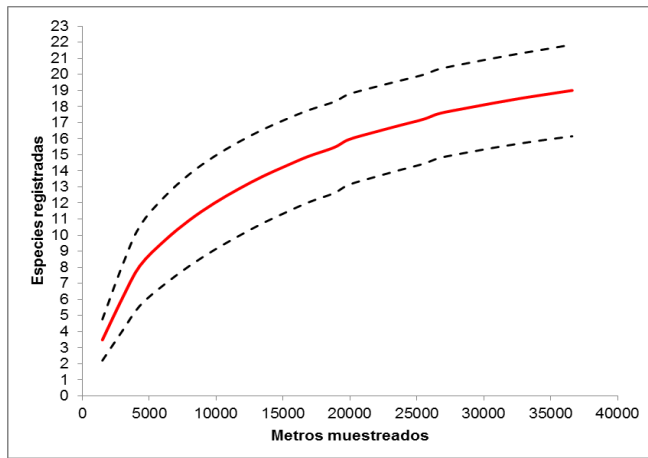


Figura 11(a). La acumulación de especies de mamíferos en transecto ZA1 después de 36.6 Km de muestreo.

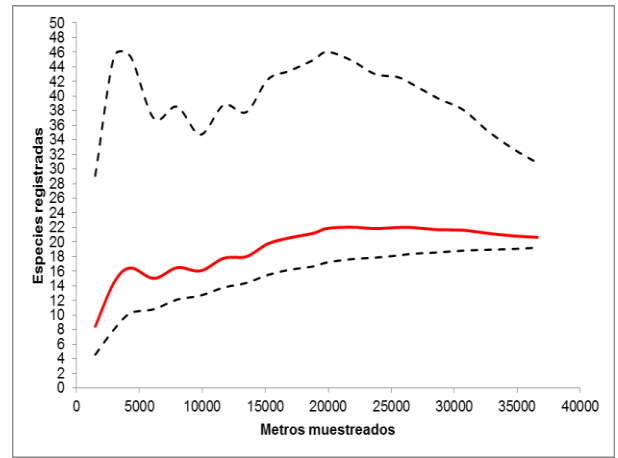


Figura 11(b). La estimación del número total de especies esperadas (línea roja) e intervalo de confianza 95% (líneas jaspeadas) en transecto M1 después de 36.6 km de muestreo, usando el método de rarefacción Chao 1.

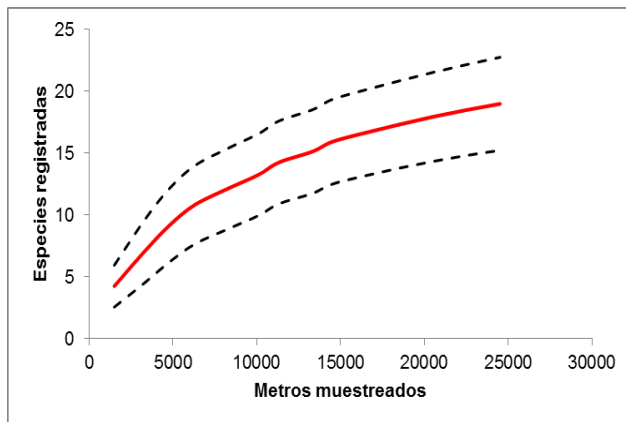


Figura 12(a). La acumulación de especies de mamíferos en transecto ZA2 después de 24.5 Km de muestreo.

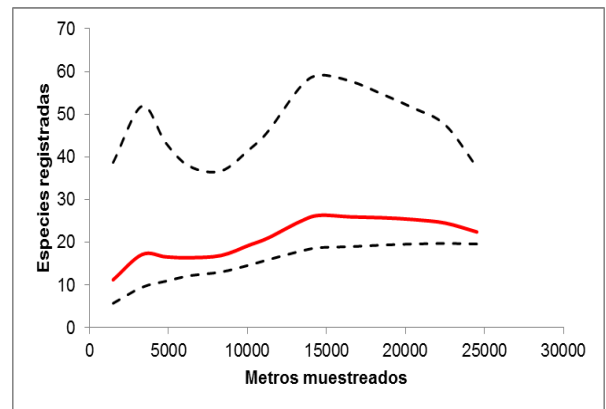


Figura 12(b). La estimación del número total de especies esperadas (línea roja) e intervalo de confianza 95% (líneas jaspeadas) en transecto ZA2 después de 24.5 km de muestreo, usando el método de rarefacción Chao 1.

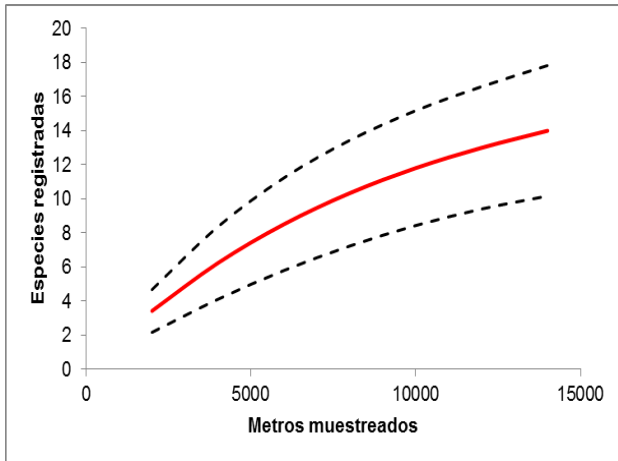


Figura 13(a). La acumulación de especies de mamíferos en transecto ANP después de 14 Km de muestreo.

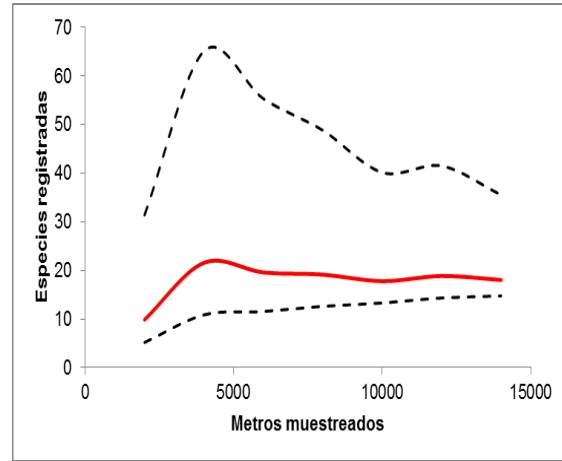


Figura 13(b). La estimación del número total de especies esperadas (línea roja) e intervalo de confianza 95% (líneas jaspeadas) en transecto ANP después de 14 km de muestreo, usando el método de rarefacción Chao 1.

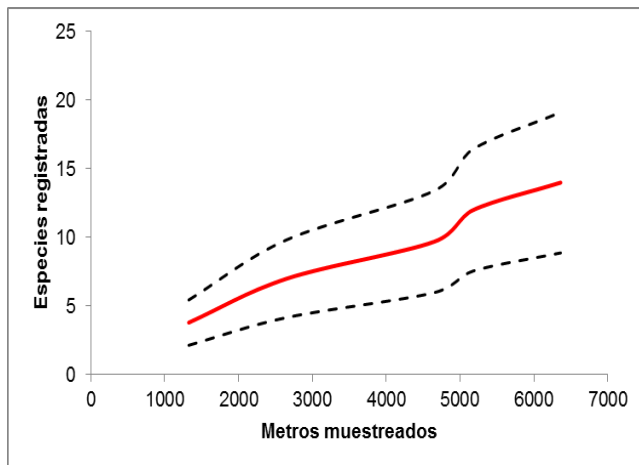


Figura 14(a). La acumulación de especies de mamíferos en transecto ZA3 después de 6.4 Km de muestreo.



Figura 14(b). La estimación del número total de especies esperadas (línea roja) e intervalo de confianza 95% (líneas jaspeadas) en transecto ZA3 después de 6.4 km de muestreo, usando el método de rarefacción Chao 1.

Apéndice 5. Familia, nombre científico, así como abundancia de las especies que integran la comunidad de vegetación, en los cuatro itinerarios de 0.6 ha de 12 Gentry plots, distribuidos de forma aleatoria en el área natural protegida (ANP) como en la zona de amortiguamiento (ZA) de la reserva Nacional Tambopata. Nomenclatura de las especies según (Pennington *et al.*, 2004; Vásquez y Rojas 2011).

Familia	Taxonomía	Código	ANP	ZA1	ZA2	ZA3	Total general
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Spmo		2	2	1	5
Annonaceae	<i>Anaxagorea sp1</i>	Ansp		1			1
	<i>Duguetia sp1</i>	Dusp		1			1
	<i>Guatteria sp1</i>	Gusp1	6	2	2		10
	<i>Guatteria sp2</i>	Gusp2	1	3			4
	<i>Oxandra mediocris</i>	Oxme	1			3	4
	<i>Oxandra sp1</i>	Oxsp		1			1
	<i>Oxandra xylopioides</i>	Oxxy		3			3
	<i>Xylopia sp1</i>	Xysp			2		2
Apocynaceae	<i>Himatanthus sucuuba</i>	Hisu			1		1
Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Asmu			3		3
	<i>Chelyocarpus ulei</i>	Chul			1		1
	<i>Euterpe precatoria</i>	Eupr	1	12	2	2	17
	<i>Iriartea deltoidea</i>	Irde	22	11	8	17	58
	<i>Oenocarpus mapora</i>	Oema		1			1
	<i>socratea exorrhiza</i>	soex		1			1
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Jaco		4			4
Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i>	Cono			1		1
	<i>Cordia sp1</i>	Cosp			1		1
Burseraceae	<i>Protium fimbriatum</i>	Prfi			1		1
	<i>Protium sp1</i>	Prsp1		3	1		4
	<i>Protium sp2</i>	Prsp2		3		1	4
	<i>Protium sp3</i>	Prsp3		1			1
Cannabaceae	<i>Celtis schippii</i>	Cesc	1				1
	<i>Trema micrantha</i>	Trmi	1	2		1	4
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i>	Jadi	1				1
Chrysobalanaceae	<i>Licania sp1</i>	Lisp	3				3
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Cabr			1		1
	<i>Symphonia globulifera</i>	Sygl			1		1
	<i>Vismia sp1</i>	Visp			1		1
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Team		1	1		2
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea obtusifolia</i>	Slob		1			1
	<i>Sloanea sp1</i>	Slsp	1				1
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i>	Hegu		4	1	1	6
	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Hyal	1				1
	<i>Pausandra trianae</i>	Patr		4			4
	<i>Sapium marmieri</i>	Sama	1			1	2
Fabaceae	<i>Acacia lorentensis</i>	Aclo		1			1

	<i>Copaifera reticulata</i>	Core	1				1
	<i>Dialium guianense</i>	Digu			1		1
	<i>Dipteryx micrantha</i>	Dimi	1			1	2
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Hyco		1			1
	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Hyob		2	1		3
	<i>Hymenaea sp1</i>	Hysp			1		1
	<i>Inga auristellae</i>	Inau			1		1
	<i>Inga edulis</i>	Ined		6		2	8
	<i>Inga heterophylla</i>	Inhe			1		1
	<i>Inga marginata</i>	Inma			3		3
	<i>Inga porcata</i>	Inpo		1		1	2
	<i>Inga ruiziana</i>	Inru			3		3
	<i>Inga sp1</i>	Insp1	1	1	1	2	5
	<i>Inga sp2</i>	Insp2	1	2	1	1	5
	<i>Inga sp3</i>	Insp3				1	1
	<i>Myroxylon balsamum</i>	Myba		1			1
	<i>Nn15</i>	Nn15	1				1
	<i>Nn6</i>	Nn6		1			1
	<i>Ormosia sp1</i>	Orsp				1	1
	<i>Pterocarpus rohrii</i>	Ptro	1				1
	<i>Tachigali sp1</i>	Tasp		1			1
Lauraceae	<i>Licaria sp1</i>	Lisp	1	1			2
	<i>Nectandra longifolia</i>	Nelo	1	3	3		7
	<i>Nectandra reticulata</i>	Nere			3		3
	<i>Nn12</i>	Nn12		1			1
	<i>Ocotea guianensis</i>	Ocgu	1				1
	<i>Ocotea sp1</i>	Ocsp1	4	4	1	2	11
	<i>Ocotea sp2</i>	Ocsp2	1	2	3	2	8
Lecythidaceae	<i>Cariniana sp1</i>	Casp		2			2
	<i>Couratari macrosperma</i>	Coma		1			1
	<i>Couropita guianensis</i>	Cogu			1		1
	<i>Grias peruviana</i>	Grpe			1		1
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i>	Apas	1				1
	<i>Apeiba membranacea</i>	Apme	3		1	1	5
	<i>Apeiba tibourbou</i>	Apti		1			1
	<i>Ceiba samauma</i>	Cesa	2	1			3
	<i>Matisia cordata</i>	Maco	1				1
	<i>Matisia malacocalyx</i>	Mama	1	3		1	5
	<i>Pachira insignis</i>	Pain		1	2		3
	<i>Pseudobombax septenatum</i>	Psse		1	2	1	4
	<i>Quararibea wittii</i>	Quwi	1		1		2
	<i>Theobroma cacao</i>	Thca	1				1
	<i>Theobroma speciosum</i>	Thsp		1			1

Melastomataceae	<i>Miconia sp1</i>	Misp				3	3
Meliaceae	<i>Cabralea sp1</i>	Casp				1	1
	<i>Cedrela odorata</i>	Ceod		1			1
	<i>Guarea sp1</i>	Gusp	1	4		1	6
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Bral	1	1	1		3
	<i>Brosimum guianense</i>	Brgu	1		1		2
	<i>Brosimum lactescens</i>	Brla	3	10	1	1	15
	<i>Clarisia racemosa</i>	Clra	2	2		1	5
	<i>Ficus insipida</i>	Fiin	1				1
	<i>Ficus sp1</i>	Fisp1	1	1		2	4
	<i>Ficus sp2</i>	Fisp2		1	3		4
	<i>Perebea guianensis</i>	Pegu				1	1
	<i>Poulsenia armata</i>	Poar	1		1		2
	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Psla	1	1	1	7	10
	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	Psma			4	1	5
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i>	Irju		3			3
	<i>Iryanthera lancifolia</i>	Irla				2	2
	<i>Iryanthera sp1</i>	Irsp			2		2
	<i>Otoba sp1</i>	Otsp	1				1
	<i>Viola calophylla</i>	Vica	4	3		2	9
	<i>Viola flexuosa</i>	Vifl	1				1
	<i>Viola sebifera</i>	Vise	2				2
	<i>Viola sp1</i>	Visp1	5	1	1	1	8
	<i>Viola sp2</i>	Visp2				1	1
Myrtaceae	<i>Myrcia sp1</i>	Mysp		1			1
Nn1	<i>Nn1</i>	Nn1				1	1
Nn10	<i>Nn10</i>	Nn10		1			1
Nn11	<i>Nn11</i>	Nn11		1			1
Nn13	<i>Nn13</i>	Nn13		1			1
Nn14	<i>Nn14</i>	Nn14	1				1
Nn3	<i>Nn3</i>	Nn3		3			3
Nn4	<i>Nn4</i>	Nn4		1			1
Nn5	<i>Nn5</i>	Nn5		1			1
Nn7	<i>Nn7</i>	Nn7			1		1
Nn9	<i>Nn9</i>	Nn9			4		4
Ochnaceae	<i>Lacunaria jenman</i>	Laje		1			1
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	Migu	4	1			5
Polygalaceae	<i>Polygala scleroxylon</i>	Posc	1				1
Polygonaceae	<i>Triplaris sp1</i>	Trsp	1				1
Rubiaceae	<i>Alseis sp1</i>	Alsp		2			2
	<i>Nn2</i>	Nn2	1				1
	<i>Nn8</i>	Nn8			1		1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp1</i>	Zasp				1	1

Sapindaceae	<i>Allophylus sp1</i>	Alsp			1		1
	<i>Talisia sp1</i>	Tasp			1		1
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i>	Poca	3	2	3		8
Urticaceae	<i>Cecropia latiloba</i>	Cela		1			1
	<i>Cecropia membranacea</i>	Ceme		6	1	1	8
	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Poce		1	1		2
	<i>Pourouma minor</i>	Pomi		1	1		2
Vochysiaceae	<i>Vochysia sp1</i>	Vosp			1		1
Total			99	153	91	70	413