

# ASPECTOS ECOLÓGICOS DE ALGUNAS ESPECIES DE AVES FRUGÍVORAS (CRACIDAE Y RAMPHASTIDAE), R.N.P. SAN PEDRO, VALLE DEL CAUCA

**Mohamed Altuwaee Alejo**

*Universidad del Valle, Apartado Aereo 25360, Cali, Colombia.*

*correo electrónico: altuwaee@gmail.com*

**Alan Giraldo López**

*Universidad del Valle, Apartado Aereo 25360, Cali, Colombia.*

*correo electrónico: alan.giraldo@correounivalle.edu.co*

**Pamela Carvajal Nieto**

*Universidad del Valle, Apartado Aereo 25360, Cali, Colombia.*

*correo electrónico: pamela.carvajal@correounivalle.edu.co*

## RESUMEN

Las aves frugívoras cumple un importante papel en los ecosistemas, como dispersión de semillas, polinización y el enlace de los diferentes estratos arbóreos, por esto se hace importante estudiar estas interacciones en ecosistemas como el bosque húmedo tropical, el cual alberga altos valores de diversidad y contribuye sustancialmente al sostenimiento del régimen de lluvias a nivel mundial. El objetivo del presente trabajo fue identificar y describir el uso de hábitat y estimar la densidad poblacional para alguna (s) especie (s) de las familias Cracidae y Ramphastidae en la Reserva Natural Privada San Pedro, Valle del Cauca. Para esto, se establecieron 9 trayectos entre los 400m y 600m de longitud, donde se hizo el levantamiento de la información sobre densidad, uso de hábitat, y patrones de actividad; adicionalmente se establecieron 10 trayectos vegetales de 50m × 2m para realizar la caracterización de la vegetación. En total se observaron cuatro especies de aves, dos de la familia Cracidae: *Penelope ortonii* (10,02 Ind./Km<sup>2</sup>) y *Penelope purpurascens* (26,06 Ind./Km<sup>2</sup>); y dos de la familia Ramphastidae: *Ramphastos brevis* (10,02 Ind./Km<sup>2</sup>) y *Ramphastos ambiguus* (128,32 Ind./Km<sup>2</sup>). Las especies observadas estuvieron asociadas a plantas de las familias Myristicaceae, Sapindaceae y Moraceae. Además se encontró que las actividades en las que más se invirtió tiempo fueron manutención y alimentación. El estado de las poblaciones de las especies de aves observadas pueden estar influenciadas por las condiciones de conservación del área de estudio, ya que la intervención humana es mínima.

*Palabras clave: densidad poblacional, uso de hábitat, patrones de actividad, Pacífico colombiano.*

## ABSTRACT

Herbivorous birds play an important role in the ecosystem. Those birds are involved in seed dispersion, pollination and can act like a link between the different forest strata. Therefore, it is relevant to study these interactions in ecosystems such as the tropical rain forest, which hosts high biological diversity and substantially contributes to the rain regime at a global scale. The objective of this work was to identify and describe the habitat use and to estimate the population density for some species of the Cracidae and Ramphastidae families in the private natural reserve San Pedro in Valle del Cauca. In order to achieve these goals, 9 different paths were established. These paths were

between 400m and 600m long each. The paths were used to gather information about density, habitat use and activity patterns. Additionally, 10 other paths (50m × 2m in dimensions) were established and used to characterize the vegetation. Four bird species were observed total: two from the Cracidae family *Penelope ortonii* (10,02 Ind./Km<sup>2</sup>) y *Penelope purpurascens* (26,06 Ind./Km<sup>2</sup>), and two from the Ramphastidae family: *Ramphastos brevis* (10,02 Ind./Km<sup>2</sup>) y *Ramphastos ambiguus* (128,32 Ind./Km<sup>2</sup>). The observed species were associated with plants from the Myristicaceae, Sapindaceae and Moraceae families. Furthermore, it was found that most of the time was in maintenance and feeding. The state of the population of the observed bird species could be influenced by the conservation conditions of the area studied, given that human intervention is minimal. *Key words: population density, habitat use, activity patterns, Colombian Pacific.*

## INTRODUCCIÓN

La región del Chocó biogeográfico, incluye territorios tanto de Colombia como de Ecuador y Panamá, posee un área de 175.000km<sup>2</sup>, donde se encuentra representada cerca del 10 % de la biodiversidad del planeta. Esta región muestra una gran representatividad de ecosistemas, tales como: bosques húmedos tropicales, bosques de niebla, páramos, selvas húmedas tropicales, manglares, ciénagas, litorales rocosos y extensas playas (Díaz & Gast 2009). Los bosques húmedos tropicales (Bmh-T) se caracterizan por elevada temperatura y precipitación, las cuales son relativamente constantes a lo largo del año (Gentry 1991a). La temperatura anual promedio es de 24°C, y la precipitación de 8.000 mm al año (Holdridge 1967, Gentry 1991b). Por estas características, los bosques húmedos tropicales contribuyen sustancialmente a la regulación del clima mundial y al sostenimiento de los regímenes de lluvia (Gentry 1991a).

En los diferentes ecosistemas, principalmente en los tropicales, las interacciones entre animales y plantas son fundamentales para el sostenimiento de la vida (Estrada & Coates-Estrada 1995, Rivas *et al.* 2003), e incluso permiten entender y reconocer los patrones de distribución y abundancia de las especies (Redford 1992, Rivas *et al.* 2003). Uno de los grupos de vertebrados más abundante en estos ecosistemas son las aves las cuales cumplen un importante papel en el mantenimiento de las funciones ecológicas dentro de estos ambientes, como la dispersión de semillas, polinización y

enlace de los diferentes estratos vegetales (Núñez 2008, Carvajal-Nieto *et al.* 2013). Alrededor de un 40 - 50 % de las especies de árboles de los Bmh-T tienen semillas dispersadas específicamente por aves (Finegan *et al.* 2004, Núñez 2008). En este sentido, las aves frugívoras constituyen un grupo de gran valor en la zona del Pacífico colombiano, por su papel en los ecosistemas (Núñez 2008), además de sus altos valores de diversidad y endemismos (Stiles 1993).

Dentro de este conjunto de aves se encuentran dos familias de aves frugívoras grandes, Cracidae (Galliformes) y Ramphastidae (Piciformes). Estas dos familias son principalmente frugívoras (entre el 70 y 100 % de su dieta está compuesta por frutos) (Stiles 1993, Galetti *et al.* 2000, Rivas *et al.* 2003), sin embargo, también pueden incluir en su dieta flores, hojas (cracidos), artrópodos y pequeños vertebrados (Galetti *et al.* 2000, Muñoz & Kattan 2007). La familia Cracidae presenta una distribución variable en el estrato arbóreo, encontrándose desde el suelo (*e.g.* *Crax rubra*) hasta estratos más altos (*e.g.* *Penelope purpurascens*), mientras que la familia Ramphastidae es considerada como un modelo de ave frugívora de dosel, adicionalmente, poseen la capacidad de tragar frutos de gran tamaño y en algunos casos enteros, por lo que son consideradas mejores dispersores de semillas (Stiles 1993, Galetti *et al.* 2000, Rivas *et al.* 2003).

Por otro lado, el uso del hábitat y los recursos pueden variar tanto en tiempo como en espacio (Chiarello 1999), lo cual se refleja en las interacciones ecológicas. Sin embargo, para las especies de interés, las cuales son de difícil captura, el análisis del patrón de actividad a través de estimación de los “presupuestos de tiempo” (etogramas) generados mediante procesos sistemáticos de observación, se convierten en una herramienta útil no solo para describir el patrón de actividad sino para conocer sobre sus preferencias de hábitat (Schleidt *et al.* 1984).

Por la importancia que representan estas familias (Cracidae y Ramphastidae) en el ecosistema, se hace necesario evaluar el estado de sus poblaciones, por medio de estimadores de densidad poblacional, los cuales, están determinados por diferentes factores como condiciones ambientales,

interacciones con otras especies (Gastón 1994), estructura social, natalidad, mortalidad, dispersión de las especies (Chuquenot & Ruscoe 2000, Ríos *et al.* 2005) y la distribución y disponibilidad de los recursos (Willis 1974, Terborgh 1974, Terborgh & Winter 1980, Loiselle & Blake 1992, Krebs 1995).

Una de las localidades en las que se puede evaluar aspectos ecológicos de algunas especies de estas dos familias, es la Reserva Natural Privada (RNP) San Pedro, ubicada en la vertiente occidental de la cordillera Occidental, sobre la costa Pacífica vallecaucana. Esta localidad es de gran importancia debido a que es un área privada dedicada a la conservación y no se le da ningún uso agrícola, minero o extracción maderera.

Considerando que la información disponible sobre las especies de estas dos familias en los bosques muy húmedos tropicales costeros del Pacífico Colombiano es limitada y que generalmente solo se tienen registros de presencia, este trabajo tuvo como propósito identificar y describir el uso de hábitat y estimar la densidad poblacional para alguna (s) especie (s) de las familias Cracidae y Ramphastidae que habitan en la RNP San Pedro; además de describir las características del hábitat utilizado por estas.

## **MÉTODOS**

La Reserva Natural Privada (RNP) San Pedro, se encuentra ubicada en la zona media del litoral Pacífico colombiano (Valle del Cauca) sobre el istmo de Pichidó (3°50.1' N y 77°15.47' W), en la jurisdicción del municipio de Buenaventura frente al Golfo de Tortugas (Valencia 2011) (Fig. 1). Esta es un área dedicada a la conservación por lo que no presenta explotación de ningún tipo, en la actualidad no está incluida en ninguna categoría de protección (Valencia 2011). Según la clasificación de Holdridge (1967) esta reserva se encuentra clasificada como bosque muy húmedo tropical (bmh-T), con promedio de temperatura anual y pluviosidad de 24°C y más de 5.000 mm

respectivamente. Posee una extensión de 100 ha, de las cuales el 40 % compete a ecosistema de manglar y el 60 % restante comprende ecosistema de Bmh-T. Dentro de la zona se encuentran colinas que poseen un relieve ondulado donde las alturas no sobrepasan los 50 msnm.

En total se realizaron cinco campañas de muestreo desde Julio del 2014 hasta Marzo del 2015. Durante las jornadas de campo se realizó la caracterización vegetal del hábitat, y las jornadas de censo de las aves frugívoras de las familias de interés. Para esto, se establecieron 9 trayectos lineales de ancho variable, con una longitud entre los 400 y 600 m de largo (Fig. 1). Cada trayecto fue georreferenciado utilizando un GPS garmin (Garmin rino 530HCx).

Para describir las características del hábitat en la Reserva Forestal de San Pedro se utilizó el método de décimo de hectárea propuesto por Gentry (1982). Para esto, se definieron 10 sub-trayectos en total de 50 m de longitud y 2 m de ancho, los cuales se encontraban adyacentes a cada uno de los trayectos lineales de observación. De esta manera se obtuvo un total de muestreo vegetal de 1000 m<sup>2</sup> equivalentes a 0.1 ha. En cada uno de estos sub-trayectos se identificó hasta nivel de familia las plantas cuyo DAP fue igual o mayor de 3 cm, y se registró la altura de cada individuo vegetal. Adicionalmente, se utilizó un densiómetro cóncavo para estimar la cobertura vegetal.

Para estimar la densidad de las especies de aves frugívoras, se ajustó la metodología propuesta por Bibby *et al.* (2000), Buckland *et al.* (2001) y Londoño *et al.* (2007) a las condiciones locales. Para este fin, se realizaron censos visuales utilizando binoculares a lo largo de los 9 trayectos establecidos previamente en la zona de estudio. El monitoreo se llevó a cabo entre las 06:00 hasta las 12:30 y desde las 13:30 hasta las 17:00, lo cual coincide con los periodos de actividad de las aves durante el día. Los censos fueron realizados por dos observadores con una velocidad de desplazamiento de 0.5 Km/h.

Cada ave frugívora de interés, fue identificada a nivel de especie, adicionalmente, se tomó el registro de la hora de encuentro, distancia perpendicular al trayecto (por medio de un hipsómetro laser), el

número de individuos observados, sexo y estadio (adulto, juvenil o cría) en los casos en los que fue posible, altura vertical en la que se encontraba cuando fue detectada y la actividad que estuviera realizando. Adicional a esto, se posicionó y marcó el árbol o el sitio en donde se hizo la observación para describir las características estructurales específicas, tomando el registro del tipo de crecimiento de la vegetación asociada al registro, DAP, cobertura vegetal y altura del árbol.

Con base en la propuesta de Mikich (1991) y Schleidt *et al.* (1984) se utilizaron las categorías de manutención (percha, pararse en el suelo, reposar sobre el vientre, dormir), locomoción, alimentación, agonístico o combate, reproducción, y miscelánea, para clasificar la actividad del individuo o grupo de individuos cuando fueron detectados. Adicionalmente, cuando las condiciones lo permitieron, se realizaron seguimientos a uno o más individuos de las especies, durante 15 minutos, tiempo durante el cual se tomó el tiempo de dedicación a cada una de las actividades previamente definidas. Con base en esta información, se realizó un análisis de frecuencia de ocurrencia de actividades para todas las especies de aves frugívoras detectadas durante el esfuerzo de muestreo, y se construyó un etograma para las especies registradas en la zona de estudio.

Se estimó la densidad de las especies de aves frugívoras de la familia Cracidae y Ramphastidae presentes en la Reserva Forestal San Pedro utilizando el Paquete Distance (V0.9.3) para el programa estadístico R (Thomas *et al.* 2010, R Core Team 2013). Para este propósito se utilizó el modelo que mejor se ajuste a la distribución de abundancias de las distancias perpendiculares, donde se escogió la combinación con el valor más bajo en el criterio de información de Akaike (Buckland *et al.* 2001). Para el establecimiento de la preferencia de altura de las diferentes especies, se utilizó el criterio de estratificación propuesto por Rangel-Ch & Lozano (1986) para el Bmh-T considerando el estrato arbustivo 1 a 5 m., sub-arbóreo 5,1 a 15 m., arbóreo inferior 15,1 a 25 m. y arbóreo superior > 25 m.

Se asumió una preferencia aleatoria de estrato por parte de las diferentes especies, condición que

se evaluó utilizando una prueba de bondad de ajuste a partir de la frecuencia de ocupación observada. Adicionalmente, con base en el análisis de composición y estructura vegetal se estableció la representatividad ecológica de las diferentes familias vegetales constituyendo el índice de valor de importancia (IVI) a partir de la sumatoria de la abundancia relativa (AR), la frecuencia (FR) relativa y la dominancia relativa (DR) de cada familia (Villarreal et al. 2004), donde,  $AR = \text{Número de individuos de la especie} / \text{Número total de individuos}$ ,  $FR = \text{Número de veces en que se repite la especie } i / \text{Número total de parcelas}$  y  $DR = \text{área basal de la especie } i / \text{área basal total}$ . Finalmente, se utilizó una prueba de correlación no paramétrica (Spearman) para evaluar el grado de relación entre la altura de percha y la altura del árbol de los individuos observados.

## RESULTADOS

En total se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 59,3 Km de distancia recorrida (cada trayecto se recorrió entre 10 y 16 veces). Se identificaron 31 familias vegetales en la zona de estudio, siendo las familias dominantes Arecaceae (IVI=0,40), Clusiaceae (IVI=0,34), y Sapotaceae (IVI=0,28) (Fig. 2).

En la zona de estudio fueron registradas dos especies de la familia Cracidae: *Penelope purpurascens* y *Penelope ortonii*, y dos especies de la familia Ramphastidae: *Ramphastos ambiguus* y *Ramphastos brevis*, durante el periodo de muestreo (Fig. 3). *R. ambiguus* fue la especie con una mayor cantidad de observaciones (65 individuos), siendo los meses de enero y febrero los de mayor número de registros (19 individuos en cada mes). Por el contrario, las especies con una menor cantidad de observaciones fueron *P. ortonii* y *R. brevis*, cada una con 5 individuos registrados durante el periodo de estudio. *R. brevis* fue registrado únicamente durante el mes de febrero y todos los individuos corresponden a una única observación y en un mismo árbol. Por último, se observaron 14 individuos de *P. purpurascens* durante el periodo de estudio, siendo el mes de enero donde se obtuvo la mayor

cantidad de registros: (8 individuos). Uno de los individuos de *P. purpurascens* fue observado fuera de los trayectos usados para los muestreos, por lo que este dato se excluyó del análisis.

De acuerdo con la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (IUCN 2014), *P. orton*i presentó el mayor grado de amenaza entre las cuatro especies observadas, encontrándose en peligro de extinción (EN), *R. ambiguus* se encuentra clasificada como casi amenazado (NT), mientras que *R. brevis* y *P. purpurascens* se encuentran clasificadas como de preocupación menor (LC). A nivel regional, solamente *P. orton*i está categorizada como amenaza vulnerable (VU), mientras que las otras tres especies no han sido evaluadas (Rengifo *et al.* 2014).

### ***Densidad poblacional.***

Debido al bajo número de registros para algunas especies, no se pudo determinar un estimador de densidad confiable para estas, por lo que se estableció una probabilidad de detección general para las cuatro especies registradas, y a partir de este valor y el número de registros de cada una de las especies, se determinó el valor de densidad de las cuatro especies observadas. Usando el criterio de información de Akaike (AIC), se determinó que el modelo que mejor se ajusta a los datos obtenidos fue el *Uniform*, con la serie de expansión Coseno. La probabilidad de detección promedio  $\bar{p}$  fue de 0,4988 (SE=0.0678). En la Tabla 1 se reportan los valores de densidad para cada especie. *P. orton*i y *R. brevis* obtuvieron los mismos valores de densidad ya que tuvieron la misma cantidad de registros (5 individuos).

### ***Uso de hábitat.***

Las cuatro especies de aves de interés registradas en la zona de estudio estuvieron asociadas con 9 familias vegetales (Fig. 4). Se consideró la categoría de árbol muerto cuando la especie vegetal usada fue un árbol sin hojas, flores o frutos. *R. brevis* solo fue registrada sobre un árbol muerto; *R. ambiguus* estuvo asociada con 7 familias vegetales y a árboles muertos, *P. purpurascens* estuvo asociada con 3 familias, mientras *P. orton*i estuvo asociado con 2 familias (Fig. 4).

*R. ambiguus* fue la especie que utilizó una mayor variedad de familias vegetales para alimentación (cinco familias vegetales) siendo la de mayor frecuencia de uso los especímenes de la familia Myristicaceae, en donde se realizaron 12 registros de alimentación (Fig. 5). *P. purpurascens* utilizó tres familias vegetales usadas para alimentación, siendo la más usada Sapindaceae (genero Paullinia) con 3 registros (Fig. 5), mientras que para *P. ortonii* se registraron dos familias vegetales, Moraceae y Arecaceae, cada una con 1 registro (Fig. 5). Por último, para *R. brevis* no se lograron obtener datos de alimentación. Adicionalmente, se observó dos individuos de *R. ambiguus* tomando agua de bromelias (Bromeliaceae), las cuales estaban creciendo sobre un árbol de la familia Myristicaceae. La altura de pecha y altura del árbol estuvieron significativamente relacionadas en *P. ortonii* ( $p=0,0261$ ;  $\alpha=0,05$ ), *P. purpurascens* ( $p<0,000$ ;  $\alpha=0,05$ ) y *R. ambiguus* ( $p<0,000$ ;  $\alpha=0,05$ ), con valores de  $R^2$  mayores a 0,8 (Fig. 6). Para la especie *R. brevis* no se realizó la prueba de correlación debido a que solo se obtuvo un valor de altura de árbol.

La preferencia de ocupación en los diferentes estratos arbóreos definidos no siguió un patrón aleatorio para ninguna de las especies observadas. ( $\chi^2$  para, *P. purpurascens*:  $p=0,0004$ ; *P. ortonii*:  $p=0,0351$ ; *R. ambiguus*:  $p=1,09E-21$  y *R. brevis*:  $p=0,0018$ ; para todas  $\alpha=0,05$ ). De hecho, existe una preferencia por parte de las especies de aves observadas por el estrato arbóreo inferior (15,1 m-25 m), exceptuando a *P. ortonii*, que muestra un mayor número de observaciones en el estrato sub-arbóreo (5,1 m-15 m) (Fig. 7).

*R. ambiguus* fue la especie que uso especies vegetales con un promedio de DAP más alto, correspondiente a 166,13 cm; además las especies vegetales utilizadas poseen en promedio, el segundo porcentaje más alto de cobertura vegetal, correspondiente al 84,11 % (Tabla 2). *P. ortonii* uso especies vegetales con un promedio de DAP de 114 cm, y un promedio de cobertura vegetal del 81,94 % (Tabla 2). *P. purpurascens* uso especies vegetales con un promedio de DAP de 96,85 cm, y el mayor promedio de cobertura vegetal, el cual fue 85,92 % (Tabla 2). Ya que los datos de DAP y cobertura

vegetal relacionados a *R. brevis* se obtuvieron a partir de una única observación, se reporta el valor absoluto de DAP: 121 cm, y de cobertura vegetal: 52,34 % (Tabla 2).

### ***Patrones de actividad.***

Se realizaron 639,5 minutos de observación de las actividades realizadas por las cuatro especies registradas. Para *P. orton*i se acumuló un total de 52 minutos de observaciones, para *P. purpurascens* 40,2 minutos, para *R. ambiguus* 472 minutos, y para *R. brevis* 75 minutos. La distribución del tiempo total de cada especie en las distintas actividades se presenta en la Fig. 8. Para *P. orton*i la actividad de mayor porcentaje de ocurrencia fue el de Manutención, 71,2 %, seguido por alimentación, 28,8 % (Fig. 8). Para *P. purpurascens* la actividad con un mayor porcentaje de ocurrencia fue el de alimentación, 44,8 %, mientras que locomoción presentó el menor porcentaje, 2,5 % (Fig. 8). Para *R. ambiguus* la actividad con mayor ocurrencia fue la alimentación, 48,5 %, mientras que para *R. brevis* fue el de manutención, 80 % (Fig. 8).

Para *P. orton*i se registró actividad en horas de la mañana y cercanas al mediodía, realizando actividades de alimentación y manutención. La actividad fue mayor en el periodo comprendido entre las 08:00 a las 09:00 horas (71,2 %) (Tabla 3). La mayor concentración de actividad (90 %) para *P. purpurascens* se desarrolló entre las 07:00 h y las 11:29 h, se incluyeron las actividades de vocalización, manutención, locomoción, alimentación, y misceláneo; adicionalmente en horas de la tarde se observó un individuo perchedo (Tabla 3). Se observó un grupo de 5 individuos *R. brevis*, el periodo de actividad corresponde a horas de la mañana, de este grupo, 1 individuo se encontraba vocalizando, mientras que los otros perchaban o se acicalaban (Tabla 3). *R. ambiguus* presentó un patrón de actividad con mayor actividad en horas de la mañana hasta aproximadamente las 10:00 h, este horario corresponde al 57,8 % del tiempo de observación; entre las 15:00 hasta las 18:00 h se concentró el 28,8 % del tiempo de actividad (Tabla 3). En la mañana se registraron actividades como manutención y alimentación; mientras en la tarde se registró un aumento en el tiempo invertido a

la vocalización. Hacia el mediodía la actividad fue poca (13,3 % del tiempo de observación), sin embargo se registraron actividades de manutención y vocalización (Tabla 3).

## DISCUSIÓN

El incremento en el número de avistamiento de aves durante enero y febrero del periodo de estudio probablemente esté relacionado con el patrón temporal de precipitación en la zona. De acuerdo con Batista (1967), durante el primer trimestre, se registra la menor pluviosidad del año en el litoral del pacífico colombiano, condición que hace más probable detectar un ave al interior del bosque. Durante las épocas lluviosas, la precipitación incorpora un elemento ambiental que reduce la actividad de los individuos (movilización o vocalización), reduciendo significativamente la probabilidad de detección (Moya *et al.* 2011).

Sin embargo, Chaves-Campos (2003), reportó *P. purpurascens* presentó alta abundancia en épocas lluviosas tanto en época reproductiva como en época no reproductiva, lo cual puede explicar que se observara los mayores valores en enero y marzo. Las vocalizaciones de las especies de interés también pueden verse moduladas por la intensidad de precipitación, ya que de acuerdo con Moya *et al.* (2011), las vocalizaciones de *R. brevis* son menores en momentos de precipitación o brillo solar excesivo. Por lo tanto intensidades medias de precipitación-brillo solar podrían favorecer la detección auditiva de esta especie.

Otro de los factores ambientales que comúnmente se relacionan con la abundancia de las especies de aves en ambientes boscosos tropicales es la disponibilidad de alimento (Pinotti *et al.* 2012, Edwards *et al.* 2013, Vidal *et al.* 2014, Chasar *et al.* 2014). En este sentido, los registros permanentes *R. ambiguus* durante todo el periodo de estudio parece estar estrechamente asociado con el proceso de fructificación de las plantas de la familia Myrtysticaceae, particularmente con *Psidium coneatum*

planta que fructifica de manera permanente entre diciembre a julio y *Virola surinamensis* que fructifica durante todo el año, especialmente entre noviembre a enero (Piña-Rodríguez *et al.* 1999, Otegui *et al.* 2007).

### ***Densidad poblacional.***

Las densidades establecida para *P. ortonii* (10,02 Ind./Km<sup>2</sup>) y *P. purpurascens* (26,06 Ind./Km<sup>2</sup>) en la zona de estudio estuvieron entre los rangos de densidad reportados para las especies de la sub-familia Penelopinae, que van desde los 0,9 Ind./Km<sup>2</sup> a 42 Ind./Km<sup>2</sup> (Nadachowski 1994, Ríos *et al.* 2005, Kattan *et al.* 2006, Londoño *et al.* 2007, Kattan *et al.* 2014). Sin embargo, se debe considerar que aunque los valores de densidad que se reportan en el presente trabajo son similares a los reportados para otras especies de la sub-familia Penelopinae, algunas de estas (*e.g.* *P. perspicax*, *P. montagnii*, *Chamaepetes goudotti* y *Aburria aburri*) están asociadas a hábitats de montaña en elevaciones que van hasta los 3400 msnm. (Hilty & Brown 2001, Kattan *et al.* 2014), mientras que el rango de distribución altitudinal de las especies de pavas registradas durante este estudio no sobrepasan los 1550 msnm y están mayormente asociados a bosques húmedos tropicales (Hilty & Brown 2001).

Cuando se comparó el estimado de densidad establecido para *P. ortonii* y *P. purpurascens* en la zona de estudio con los estimados de densidad reportados en literatura para otras especies de pavas que habitan en bosques húmedos tropicales o las mismas especies pero en otras localidades, se encontró que para los bosques húmedos tropicales de la Amazonía, la densidad de *P. jaquacu* es menor, con registros de 2 Ind./Km<sup>2</sup> (Terborgh *et al.* 1990, The IUCN Red List of Threatened Species 2012, Renjifo *et al.* 2014). En contraste, la densidad estimada para *P. purpurascens* en bosques de Guatemala ha sido reportada entre 4,56 a 28,29 Ind./Km<sup>2</sup>, estando esta variación directamente asociada con la intensidad de cacería (Baur 2008). En este sentido, la alta densidad de *P. purpurascens* registrada para la RNP San Pedro, probablemente es el resultado de una reducida

intervención actual de actividades antrópicas en la zona como agricultura, tala de árboles o caza (Valencia 2011). Lamentablemente, no se han realizado trabajos previos para *P. orton* que involucren evaluación de la densidad poblacional, pero ha sido reportado que en sitios o áreas protegidas estos valores pueden ser relativamente altos (Renjifo *et al.* 2014).

Los datos sobre densidad obtenidos para las dos especies de la familia Ramphastidae en el presente trabajo difieren en gran medida entre sí. Para *R. ambiguus* se estableció una densidad de 128,32 Ind./Km<sup>2</sup> mientras que para *R. brevis* la densidad estimada fue de 10,02 Ind./Km<sup>2</sup>. El valor de densidad de *R. ambiguus*, dista mucho de los valores que se han registrado para otras especies del genero *Ramphastos* como son el caso de *R. dicolorus* (3,23 Ind./Km<sup>2</sup>) y *R. vitellinus* (2,81 Ind./Km<sup>2</sup>) (Hernández *et al.* 2002) y también difiere en gran medida de los valores obtenido para otras especies de la familia como *Andigena hypoglauca* ( 15,4 y 4,6 Ind./Km<sup>2</sup>) y *A. nigristrois* (13,3 Ind./Km<sup>2</sup>) (Garcés-Restrepo *et al.* 2009, Renjifo *et al.* 2014). El alto registro de densidad establecido durante la presente investigación para *R. ambiguus*, estaría sugiriendo que en la zona de estudio existen condiciones ambientales óptimas que permiten sostener una población de gran tamaño, convirtiéndose en un refugio natural para esta especie, cuyas poblaciones a nivel mundial tienden a decrecer (The IUCN Red List of Threatened Species 2014). Por otro lado, *R. brevis*, se observó un único grupo de 5 individuos, haciendo que el estimado de densidad no sea confiable, por lo tanto este valor no debe ser considerado como un valor referente para la especie.

### ***Uso de hábitat.***

En los bosques húmedos tropicales existen interacciones claves como el consumo de frutos por aves y la dispersión de semillas (Wheelwright *et al.* 1984). Esto implica que en estos ecosistemas exista una compleja red de mutualismo donde, no sólo las aves se ven beneficiadas obteniendo el alimento de las plantas, sino que el reclutamiento y el “fitness” de las poblaciones de plantas se ve influenciado por las aves frugívoras. Entre estas, las aves de gran tamaño, como lo son las

pertenecientes a la familia Ramphastidae y Cracidae, son un punto importante de cohesión en la red, debido a que son súper-generalistas (Guimaraes *et al.* 2011, Palacio 2014).

Los árboles muertos en los bosques tropicales son un recurso importante para la anidación de diferentes especies, particularmente de tucanes y loros, ya que proporcionan cavidades adecuadas para proteger la nidada y realizar el levante de los polluelos (Lill 1970, Skutch 1971, Riley 1986, Graham 2001, Olah *et al.* 2014). Por otro lado, aunque gran cantidad de aves de bosques húmedo tropical tienden a relacionarse con las especies vegetales de la familia Arecaceae, solo una pequeña porción de especies de esta familia son una fuente de alimento para las aves por lo que la abundancia de las aves que se relacionan a las plantas de esta familia tiende a ser baja. Por el contrario, las familias Myristicaceae y Moraceae, a pesar de tener unos índices de valor de importancia bajos, presentan las mayores abundancias de aves asociadas dado su uso para la alimentación (Krugel *et al.* 2000). Por ejemplo, *Virola surinamensis* (Myristicaceae) presentan frutos adaptados para el consumo animal, de colores rojos brillantes, sin olor, fáciles de arrancar y dehiscencia temprana (Van der Pijl 1972), siendo el tipo de frutos de *Virola cernifera* y *Dussia macrophylla*, ambas especies fuente de alimento para tucanes del género Ramphastos (Moya *et al.* 2011). Aunque algunas especies de la familia Moraceae son frecuentemente utilizados como recurso alimentario por tucanes como *R. sulfuratus* (Van Dorp 1985), también existen registros del uso de las plantas de la familia Arecaceae por parte de los tucanes (Short & Horne 2002). Probablemente el bajo registro de uso de Aracaceae durante el presente trabajo se haya debido a que durante el periodo de estudio las especies encontradas no presentaron frutos, o no estuvieran presentes en la zona de estudio.

La familia Sapindaceae tiene especies con que sirven como alimento para diversos vertebrados, sus características como arilo carnoso, altos contenidos de grasas, proteínas, carbohidratos, almidón y saponina (Suarez *et al.* 2002) permiten que aves como *P. purpurescens* se encuentre asociadas a esta familia vegetal. Los árboles de la familia Urticaceae encontrados pertenecían al género *Cecropia*, un

género característico de bosques secundarios en regeneración (Zalamea *et al.* 2012), estas tipo de plantas son llamadas super-generalistas y su radica en la producción frutos pequeños con múltiples semillas de manera asincrónica que permite la constante de alimentación de aves (Palacio 2014). Con lo dicho anteriormente, se puede indicar que las aves frugívoras presentan una relación estrecha con las plantas debido a la característica de sus frutos y no a la representatividad que tengan en el bosque, tener esto en cuenta es importante al momento de realizar un plan de manejo para la conservación las aves.

Para todas las especie se evidenció una relación entre la altura de percha y la altura del árbol, lo que podría sugerir que existe una relación de dependencia, es decir, es posible que la altura del árbol pueda determinar en alguna medida la altura de la percha de las aves, lo cual pueda ser explicado a que, generalmente, a medida que una especie arbórea crece, el recurso que ofrece (cobertura por parte del follaje, frutos, sitios de percha, refugio, etc.) se va ubicando a una mayor altura o se va expandiendo verticalmente, por lo que las aves buscarían los recursos en estos lugares. A pesar de esta relación, al registrar la altura de percha de las aves observadas en este trabajo, es evidente que existen preferencias por algunos estratos arbóreos. En general, la familia Ramphastidae, son miembros conspicuos de la comunidad de aves asociadas al dosel o sub-dosel (Holbrook 2011), de este modo explicando por qué la mayoría los individuos de esta familia se encontraron asociados principalmente a los estratos arbóreos inferior y superior. Sin embargo, para *R. brevis* específicamente, se ha reportado que puede forrajear en todos los niveles del bosque y que presentan gran habilidad cuando se alimenta usando su gran pico (Ridgely & Greenfield 2001, Moya *et al.* 2011), pero al bajo número de registros de la especie no permitió identificar otras altura de percha que podrían estar siendo utilizadas.

*P. purpurascens* fue mayormente encontrada en el estrato arbóreo inferior (15,1-25 m), resultado que concuerda con lo reportado por Baur (2008), quien indica que el 84 % de los avistamientos de esta

especie estuvieron asociados a estrato de dosel. Adicionalmente se ha determinado que esta especie tiende a alimentarse en estratos arbóreos altos, asociados al dosel (Rivas *et al.* 2003). En el caso de *P. orton* se ha determinado que hace uso de en todos los estratos arbóreos, sin embargo utiliza cada estrato para actividades o con fines diferentes. En el dosel o estratos arbóreos más altos se alimentan, vocalizan, se acicalan y despliegan vuelos de cortejo. En los estratos medios, se refugian de depredadores, como grandes rapaces, y de la lluvia. Algunas ocasiones han sido observadas también en el suelo en busca de alimento (Hilty & Brown 2001, Idrobo-Medina 2006).

Todas las especies, exceptuando *R. brevis* presentaron asociación con árboles que tenían cobertura vegetal mayor a 80 %, esto se debe a que la cobertura de dosel (vertical y horizontal), DAP de los árboles y la heterogeneidad del hábitat presentan una alta correlación con la riqueza y abundancia de las aves (Martínez-Morales 2005, Enríquez-Lenis *et al.* 2006, Sáenz *et al.* 2006). Aunque *R. brevis* se observó asociado a un árbol muerto, Moya *et al.* (2011) encontraron que ésta especie prefiere las zonas abiertas o de bordes, posiblemente porque presenta mayor variedad de oferta trófica para suplir los requerimientos básicos.

### ***Patrones de actividad.***

En general los crácidos invierten grandes proporciones del tiempo en el mantenimiento de su plumaje (Rodríguez *et al.* 2005). Esta actividad puede realizarse intercaladamente con otras actividades de manutención como el descanso o percha, en ciclos que se repiten varias veces a lo largo de un día (Ríos *et al.* 2006). Esta información es consistente con la obtenida para *P. orton* ya que la mayor parte del tiempo fue invertido en manutención. Por otro lado, *P. purpurascens* mostró un comportamiento más esquivo que *P. Orton*, condición que había sido previamente descrita por Hilty y Brown (2001). En este sentido, *P. orton* permite que el observador se aproxime incluso a menos de 5 m de distancia sin alterar su patrón de actividad, razón por la cual para esta especie se pudo registrar más frecuentemente actividades de manutención que para *P. purpurascens*, especie

en la que se registró principalmente actividades de alimentación y vocalización. Incluso, el efecto de la presencia del observador sobre esta especie probablemente incremento la frecuencia de registro de la actividad vocalización, toda vez que los individuos al percatarse de la presencia del observador realizaban diferentes tipos de vocalizaciones, entre ellas de alarma, y posteriormente huían, haciendo que los tiempos de observación alcanzaran rara vez a los 15 minutos propuestos. El comportamiento misceláneo de *P. purpurascens* consistió en que aparentemente está escarbando con las patas sobre una rama de bastante diámetro de un árbol de la familia Myrtaceae, sin embargo no se observó que este individuo inclinara la cabeza para tomar algún tipo de material, por lo que sería difícil suponer que estaba buscando algún tipo de alimento como artrópodos, los cuales también pueden complementar la dieta de esta especie (Muñoz & Kattan 2007).

La mayor actividad realizada por *R. brevis* fue la manutención, mientras que la menor fue la vocalización, contrario a lo encontrado por Moya *et al.* (2011) donde las mayores actividades eran la vocalización y locomoción, mientras que la limpieza, alimentación y descanso eran las menores. Este tucán no se encontró alimentándose debido a que se observó en un árbol sin frutos. Adicionalmente, Moya *et al.* (2011) observó que la mayoría de conductas comportamentales se daban cuando el ave se encontraba en las especies de árboles ideales para la alimentación (como *Pollalestea discolor*, *Cecropia aff peltata*, *Virolla* sp., *Oenocarpus bataua*, *Oenocarpus minor* y *Wettinia quinaria*). La mayor actividad registrada para *R. ambiguus* es la alimentación, posiblemente debido a la presencia de frutos en las plantas Myristicaceae, Moraceae y Urticaceae. Aproximadamente el 40 % de las especies se encontraron en épocas lluviosas lo que disminuye la cantidad de vocalizaciones emitidas (Moya *et al.* 2011).

*P. ortonii*, *P. purpurascens* y *R. brevis* se registró mayor inversión de tiempo durante la mañana en el desarrollo de las actividades. En contraste, *R. ambiguus* exhibió un patrón bimodal de actividad. Desarrollar como el forrajeo durante la mañana en especies de aves diurnas, les permite restablecer

las reservas de energía agotadas durante la noche y reducir la probabilidad de muerte por inanición (Bednekoff & Houston 1994, McNamara *et al.* 1994, Bonter *et al.* 2013). La diferencia entre los patrones de actividad de registradas en las especies de estudio, puede estar influenciado por la diferencia en la cantidad de observaciones para cada especie; ya que para *R. ambiguus* se registraron un total de 65 individuos, mientras que para las otras tres especies se registraron 24 individuos en total. Probablemente el bajo tamaño de la muestra modula los resultados sobre la distribución del tiempo en las diferentes actividades a lo largo del día; por lo que es recomendable aumentar la cantidad de registros y de esta manera incrementar la confiabilidad de los resultados.

Por último se puede concluir que teniendo en cuenta las categorías de amenaza de algunas de las especies que se trabajaron, y debido al importante papel ecológico que cumple como frugívoras grandes, es necesario destacar el papel de la RNP San Pedro para la conservación de estas especies, ya que al no tener un efecto humano directo las poblaciones pueden estar condicionadas a sus ciclos naturales. Además se pudo evidenciar que las familias vegetales más usadas por parte de las especies de aves observadas no son las más conspicuas, las cuales se deben tener en cuenta a la hora de establecer áreas protegidas para estas. Se recomienda además, complementar la información obtenida, especialmente para los datos de densidad, mediante el aumento del esfuerzo de muestreo, el área de muestreo, además incluir registros sonoros que aumentarían la cantidad de registros de las especies y harían más robustos los estimadores de densidad. Además al aumentar el esfuerzo de muestreo también se pueden observar categorías etológicas no observadas, como lo son las asociadas a la reproducción.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la familia Estupiñan, en especial a Rodrigo Baos Estupiñan, por permitir el acceso a la Reserva San Pedro. A todo el personal del hotel Magüipi por su colaboración y amabilidad. A Mario

Fernando Garcés Restrepo por la facilitación de información sobre densidad poblacional de *Andigena hypoglauca* y *Andigena nigrirostris*, y apoyo en la elaboración de la metodología. A Luis Ángel Saldaña y Ana Isabel Vázquez por su colaboración en el levantamiento de la información sobre la caracterización vegetal. A Sasha Velazco, Sebastián Giraldo, Andrés Altuwaee y José Omar Ortiz por su acompañamiento en las campañas de muestreo. Y por último, a Paula Romero y Natalia Rivera por la ayuda prestada en la edición y redacción del documento final.

## LITERATURA CITADA

- Batista, J.M. (1967), “Calendario climatológico Aeronáutico colombiano”, *Boletín de la sociedad Geográfica de Colombia*, Vol. 25, pp. 1-9.
- Baur, E.H. (2008) *Structure of a lowland Neotropical galliform bird guild*. Tesis de Doctorado, Universidad de Florida.
- Bednekoff, P.A. and Houston, A.I. (1994), “Avian daily foraging patterns: effects of digestive constraints and variability”, *Evolutionary Ecology*, Vol. 8 No. 1, pp. 36-52.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A., Mustoe, M. and Lambton, S. (2000), *Bird census techniques*. Academic Press, London, UK.
- Bonter, D.N., Zuckerberg, B., Sedgwick, C.W. and Hochachka, W.M. (2013), “Daily foraging patterns in free-living birds: exploring the predation–starvation trade-off”, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, Vol. 280 No. 1760, pp. 20123087.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. and Thomas, L. (2001), *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*, University of Oxford Press, Oxford, England.
- Carvajal-Nieto, P., Giraldo, A. and Plese, T. (2013), “Densidad poblacional y algunos aspectos de uso de hábitat del perezoso de tres dedos (*Bradypus variegatus*) en un ambiente insular del Chocó biogeográfico colombiano”, *Boletín científico Centro de Museos Museo de Historia natural*, Vol. 17 No. 1, pp. 101-110
- Chasar, A., Harrigan, R.J., Holbrook, K.M., Dietsch, T.V., Fuller, T.L., Wikelski, M. and Smith, T.B. (2014), “Spatial and temporal patterns of frugivorous hornbill movements in central Africa and their implications for rain forest conservation”, *Biotropica*, Vol. 46 No. 1, pp. 763-770.
- Chaves-Campos, J. (2003), “Changes in abundance of Crested Guan (*Penelope purpurascens*) and Black Guan (*Chamaepetes unicolor*) along an altitudinal gradient in Costa Rica”, *Ornitología Tropical*, Vol. 14, pp. 195-200.
- Chiarello, A.G. (1999), “Effects of fragmentation of the atlantic forest on mammal communities in South-Eastern Brazil”, *Biological Conservation*, Vol. 89 No. 1, pp. 71-82.
- Chuquenot, D. and Ruscoe, W. (2000), “Mouse population in New Zealand forest: The role of population density and seed fall”, *Journal of Animal Ecology*, Vol. 69, pp. 1058–1070.
- Díaz, J.M. and Gast, F. (2009), *El Chocó biogeográfico de Colombia*, Banco de Occidente, Colombia.

- Edwards, D.P., Woodcock, P., Newton, R.J., Edwards, F.A., Andrews, D.J., Docherty, T.D., Mitchell, S.L., Ota, T., Benedick, S., Bottrell, S.H. and Hamer, K.C. (2013), “Trophic flexibility and the persistence of understory birds in intensively logged rainforest”, *Conservation Biology*, Vol. 27 No. 5, pp. 1079-1086.
- Enríquez-Lenis, M.L., Sáenz, J.C. and Ibrahim, M. (2007), “Riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisaje dominado por la ganadería en el trópico subhúmedo de Costa Rica”, *Agroforestería en las Américas*, Vol. 45, pp. 49-57.
- Estrada, A. and Coates-Estrada, R. (1995), *Las selvas tropicales húmedas de México: recurso poderoso pero vulnerable*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Finegan, B., Hayes, J., Delgado, D. and Gretzinger, S. (2004), *Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico: Una guía para operadores y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación*, WWF, Centroamérica.
- Galetti, M., Laps, R. and Pizo, M. (2000), “Frugivory by toucans (Ramphastidae) at two altitudes in the atlantic forest of Brazil”, *Biotropica*, Vol. 32 No. 4b, pp. 842-850.
- Garcés-Restrepo, M., Quiñones, F.A. and Rojas, V. (2009), *Densidad poblacional y uso preferencial de hábitat de Andigena hypoglaucha y Andigena nigrirostris en la reserva hidrográfica Río Blanco Caldas-Colombia*, Informe final, Wildlife Conservation Society, Cali, Colombia.
- Gastón, K.J. (1994), *Rarity*, Chapman and Hall, Londres, Reino Unido.
- Gentry, A. (1982), “Patterns of neotropical plant species diversity”, *Evolutionary Biology*, Vol. 15, pp. 1-85.
- Gentry, A. (1991a), “Selva húmeda tropical”, in Schultes, R.V. (Ed.) *Selva húmeda de Colombia*, 2nd ed., Villegas Editores, Bogotá, Colombia, pp. 13-40.
- Gentry, A. (1991b), “La región del Chocó”, in Schultes, R.V. (Ed.) *Selva húmeda de Colombia*, 2nd ed., Villegas Editores, Bogotá, Colombia, pp. 41-52.
- Graham, C. (2001), “Habitat selection and activity budgets of Keel-billed Toucans at the landscape level”, *The Condor*, Vol. 103 No. 4, pp. 776–784.
- Guimaraes Jr, P.R., Jordano, P. and Thompson, J.N. (2011), “Evolution and coevolution in mutualistic networks”, *Ecology letters*, Vol. 14 No. 9, pp. 877-885.
- Hernández, A., Martín, M., Serra, A. and Guix, J.C. (2002), “Density estimates of syntopic species of toucans (Aves: Ramphastidae)”, in Mateos, E., Guix, J.C., Serra, A. and Pesciotta, K (Eds.), *Censuses of vertebrates in a Brazilian Atlantic rainforest area: the Paranapiacaba fragment*, Universitat de Barcelona, Barcelona, pp. 79-94.
- Hilty, S.L. and Brown, W.L. (2001), *Guía de las aves de Colombia*, Princeton University Press, American Bird Conservancy-ABC, Universidad del Valle, Sociedad Antioqueña de Ornitología-SAO, Cali, Colombia.
- Holbrook, K.M. (2011), “Home range and movement patterns of toucans: implications for seed dispersal”, *Biotropica*, Vol. 43 No. 3, pp. 357-364.
- Holdridge, L.R. (1967), *Life Zone Ecology*, Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica.
- Idrobo-Medina, C.J., Gallo-Cajiao, E. and Jahn, O. (2006), “Baudó Guan (*Penelope ortonii*)”, in Brooks, D.M. (Ed.), *Conserving Cracids: the most Threatened Family of Birds in the Americas*, Misc. Publ. Houston Mus. Nat. Sci., No. 6, Houston Museum of Natural Science, Houston, USA, pp. 46-49.

- Kattan, G.H., Leon, A., Corredor, G., Beltran, W. and Parada, M. (2006), "Distribution and population density of the endangered Cauca guan *Penelope perspicax*", *Bird Conservation International*, Vol. 16 No. 4, pp. 299-307.
- Kattan, G.H., Roncancio, N., Banguera, Y., Kessler-Rios, M., Londoño, G.A., Marín, O.H. and Muñoz, M.C. (2014), "Spatial variation in population density of an endemic and endangered bird, the Cauca Guan (*Penelope perspicax*)" *Tropical Conservation Science*, Vol. 7 No. 1, pp. 161-170.
- Krebs, J. (1995), "Two paradigms of population regulation", *Wildlife Research*, Vol. 22, pp. 1-10.
- Krügel, M.M. and Anjos, L.D. (2000), "Bird communities in forest remnants in the city of Maringá, Paraná State, southern Brazil", *Ornitologia Neotropical*, Vol. 11 No. 4, pp. 315-330.
- Lill, A. (1970), "Nidification in the channel-billed toucan (*Ramphastos vitellinus*) in Trinidad, West Indies", *Condor*, Vol. 72, pp. 235-236.
- Loiselle, B.A. and Blake, J.G. (1992), "Population variation in a tropical bird community", *BioScience*, Vol. 42, pp. 838- 845.
- Londoño, G.A., Muñoz, M.C. and Rios, M.M. (2007), "Density and natural history of the Sick-winged Guan (*Chamaepetes goudotii*) in the Central Andes, Colombia", *The Wilson Journal of Ornithology*, Vol. 119 No. 2, pp. 228-238.
- Martinez-Morales, M.A. (2005), "Landscape patterns influencing bird assemblages in a fragmented neotropical cloud forest", *Biological Conservation*, Vol. 121 No. 1, pp.117-126.
- McNamara, J.M., Houston, A.I. and Lima, S.L. (1994), "Foraging routines of small birds in winter: a theoretical investigation", *Journal of Avian Biology*, Vol. 25 No. 4, pp. 287-302.
- Mikich, S.B. (1991), "Ethogram of captive *Ramphastos toco* (Piciformes: Ramphastidae)", *Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology*, Vol. 2 No. 2, pp.2-17.
- Moya, J., Dunlap, J.V. and Sinisterra, N.A. (2011), "Novedades del tucán del Pacífico *Rhamphastos brevis*: hábitat y comportamiento en tres localidades del departamento del Chocó, Colombia". *Revista Bioetnia*, Vol. 8 No. 1, pp. 58-63.
- Muñoz, M.C. and Kattan, G.H. (2007), "Diets of cracids: how much do we know", *Ornitologia neotropical*, Vol. 18 No. 1, pp. 21-36.
- Nadachowski, E. (1994), "Observaciones sobre la ecología de cuatro especies de paujiles (Cracidae) en el Parque Regional Natural Ucumari", in Rangel-Ch, J.O. (Ed.), *Ucumari: Un caso típico de la diversidad biótica andina*, Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Pereira, Colombia, pp. 329-342.
- Núñez, A.M. (2008) *Evaluación de comunidades de aves en bosques secundarios restaurados en potreros abandonados ubicados en la cuenca del río Zapotal, Hojancha, Costa Rica*. Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
- Olah, G., Vigo, G., Heinsohn, R. and Brightsmith, D. J. (2014), "Nest site selection and efficacy of artificial nests for breeding success of Scarlet Macaws *Ara macao macao* in lowland Peru", *Journal for Nature Conservation*, Vol. 22 No 2, pp. 176-185.
- Otegui, M., Sorol, C., Fleck, A. and Klekailo, G. (2007), "Madurez fisiológica, germinación y conservación de semillas de guayabito (*Psidium cuneatum* Camb.-Myrtaceae)", *Revista Brasileira de Sementes*, Vol. 29 No. 3, pp. 160-169.

- Palacio, R.D. (2014) *Estructura de la red de interacciones mutualistas entre plantas y aves frugívoras en el bosque nublado de San Antonio-km 18, Valle del Cauca*. Tesis de Pregrado, Universidad ICESI, Cali, Colombia.
- Pinotti, B.T., Pagotto, C.P. and Pardini, R. (2012), “Habitat structure and food resources for wildlife across successional stages in a tropical forest”, *Forest ecology and management*, Vol. 283, pp. 119-127.
- Piña-Rodríguez, F.C. M., Mota, C.G. and Salazar, R. (2000), “Phenology of *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae) in the Brazilian Amazon”, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, *II Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina*, Santo Domingo, República Dominicana, October 18-22, 1999, pp. 3-8
- R Core Team (2013), R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rangel-Ch, J.O. and Lozano, G. (1986), “Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán Puracé”, *Caldasia*, Vol. 14 No. 68-70, pp. 53-547.
- Redford, K.H. (1992), “The empty forest”, *Bioscience*, Vol. 42 No. 6, pp. 412-422.
- Renjifo, L.M., Gómez, M.F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A.M., Kattan, G.H., Amaya-Espinel, J.D. and Burbano-Girón, J. (2014), *Libro rojo de las aves de Colombia, bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica*, Vol. 1, Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Ridgely, R.S. and Greenfield, P.J. (2001), *The Birds of Ecuador: Status, Distribution y Taxonomía*, Vol. 1, Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Riley, C.M. (1986), “Observations on the breeding biology of Emerald Toucanets in Costa Rica”, *The Wilson Bulletin*, Vol. 98 No. 4, pp. 585-588.
- Ríos, M.M., Londoño, G.A. and Muñoz, M.C. (2005), “Densidad poblacional e historia natural de la Pava Negra (*Aburria aburri*) en los Andes centrales de Colombia”, *Ornitología Neotropical*, Vol. 16, pp. 205-217.
- Ríos, M.M., Muñoz, M.C. and Londoño, G.A. (2006), “Historia natural de la Pava Caucana (*Penelope perspicax*)”, *Ornitología Colombiana*, Vol. 4, pp.16-27
- Rivas, J.A., Morales, J.E. and Flores M.E. (2003), *El papel de los crácidos (Aves: Galliformes) como dispersores y depredadores de semillas*, Universidad de San Carlos, San Carlos, Guatemala.
- Rodríguez, M.J., Hughes, N., Nieto, O. and Franco, A.M (Eds.), (2005), *Paujiles, Pavones, Pavas y Guacharacas neotropicales*, Conservación Internacional, Bogotá, Colombia.
- Sáenz, J.C., Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D. and Pérez, M. (2006), “Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia”, *Agroforestería en las Américas*, Vol. 45, pp. 37-48.
- Schleidt, W.M., Yakalis, G., Donnelly, M. and McGarry, J. (1984), “A proposal for a standard ethogram, exemplified by an ethogram of the bluebreasted quail (*Coturnix chinensis*)”, *Zeitschrift für Tierpsychologie*, Vol. 64 No. 34, pp. 193-220.
- Short, L. and Horne, J. (2002), *Toucans, Barbets and Honeyguides (Bird Families of the world)*, Oxford University press, EE UU.
- Skutch, A. F. (1971), “Life history of the Keel-billed Toucan”, *The Auk*, Vol. 88 No. 2, pp. 381-396.

- Stiles, F.G. (1993), “La avifauna”, Leyva, P. (Ed.), *Colombia Pacífico*, Fondo FEN, Bogotá, Colombia, pp. 248-255.
- Suárez, G.M., Ruffino, A.M.C., Arias, M.E. and Albornoz, P.L. (2002), “Anatomía de hoja, fruto y semilla de *Cupania vernalis* (Sapindaceae), especies de importancia en frugivoría”, *Lilloa*, Vol. 41 No. 1-2, pp. 57-69.
- Terborgh, J. (1974), “Preservation of natural diversity: The problem of extinction-prone species”, *Bioscience*, Vol. 24, pp. 153-169.
- Terborgh, J. and Winter, B. (1980), “Some causes of extinction”, in Soule, M.E. and Wilcox, B.A. (Eds.), *Conservation biology: An evolutionary- ecological perspective*, Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, Estados Unidos, pp. 119-133.
- Terborgh, J., Robinson, S.K., Parker III, T.A., Munn, C.A. and Pierpont, N. (1990), “Structure and organization of an Amazonian forest bird community”, *Ecological Monographs*, Vol. 60 No. 2, pp. 213-238.
- The IUCN Red List of Threatened Species (2012), “*Penelope jacquacu*”, available at: [www.iucnredlist.org/details/22678386/0](http://www.iucnredlist.org/details/22678386/0) (accessed 23 August 2015).
- The IUCN Red List of Threatened Species (2014), “*Ramphastos ambiguus*”, available at: [www.iucnredlist.org/details/22727999/0](http://www.iucnredlist.org/details/22727999/0) (accessed 23 August 2015).
- The IUCN Red List of Threatened Species: Version 3. (2014), available at: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) (Accessed 25 May 2015).
- Thomas, L.J., Laake, L., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Borchers, D.L., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Hedley, S.L., Pollard, J.H., Bishop J.R.B. and Marqués, T.A. (2010), Distance 5.0. Release “x”1. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. [www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/](http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/).
- Valencia, R.N. (2011) *Riqueza y composición de mamíferos grandes y medianos de cinco localidades del Valle del Cauca*. Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Van der pijl, L. (1972), *Principles of Dispersal in Higher Plants*, 2nd ed., Springer, Berlín, Heidelberg.
- Van Dorp, D. (1985), “Frugivoría y dispersión de semillas por aves”, in Gómez-Pompa, A. and Del Amo, S. (Eds.), *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*, Vol. 2A, Alhambra Mexicana, D.F., México, pp. 333-363.
- Vidal, M.M., Hasui, E., Pizo, M.A., Tamashiro, J.Y., Silva, W.R. and Guimarães Jr, P.R. (2014), “Frugivores at higher risk of extinction are the key elements of a mutualistic network”, *Ecology*, Vol. 95 No. 12, pp. 3440-3447.
- Villareal H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina M. and Umaña, A.M. (2004), *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*, Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Wheelwright, N.T., Haber, W.A., Murray, K.G. and Guindon, C. (1984), “Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican lower montane forest”, *Biotropica*, Vol. 16 No. 3, pp. 173-192.
- Willis, E. (1974), “Populations and local extinctions of birds on Barro Colorado Island, Panamá”, *Ecological Monographs*, Vol. 44, pp. 153-169.

Zalamea, P.C., Heuret, P., Sarmiento, C., Rodríguez, M., Berthouly, A., Guitet, S., Nicolini, E., Delnatte, C., Barthélémy, D. and Stevenson, P.R. (2012), “The genus *Cecropia*: a biological clock to estimate the age of recently disturbed areas in the Neotropics” *LoS ONE* 7(8): e42643.

**Tabla 1.** Densidad total estimada para *P. purpurascens*, *P. ortonii*, *R. brevis* y *R. ambiguus* en la RNP San Pedro (modelo *Uniform*, serie de expansión coseno. Probabilidad media de detección general:  $0.4988 \pm 0.0678$ ).

| <b>Especie</b>         | <b>Densidad (Ind./Km<sup>2</sup>)</b> | <b>IC 95 % (Ind./Km<sup>2</sup>)</b> |
|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>P. purpurascens</i> | 26,0646                               | 22,97-30,16                          |
| <i>P. ortonii</i>      | 10,0248                               | 8,83-11,60                           |
| <i>R. ambiguus</i>     | 128,3179                              | 113,07-148,49                        |
| <i>R. brevis</i>       | 10,0248                               | 8,83-11,60                           |

**Tabla 2.** Promedio de DAP (cm) y cobertura vegetal del dosel de las especies vegetales utilizadas por *P. purpurascens*, *P. ortonii* y *R. ambiguus*, y DAP y cobertura vegetal de dosel de *R. brevis* observados en la RNP San Pedro

| <b>Especie</b>               | <b>DAP (cm)</b> | <b>Desvest de DAP (cm)</b> | <b>Cobertura de dosel ( %)</b> | <b>Desvest de Cobertura de dosel ( %)</b> |
|------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <i>Penelope ortonii</i>      | 36,28           | 18,97                      | 81,94                          | 17,47                                     |
| <i>Penelope purpurascens</i> | 30,83           | 21,24                      | 85,92                          | 16,39                                     |
| <i>Ramphastos ambiguus</i>   | 52,88           | 21,43                      | 84,11                          | 15,7                                      |
| <i>Ramphastos brevis</i>     | 38,52           | -                          | 52,34                          | -                                         |

**Tabla 3.** Etograma de actividades en porcentaje respecto al tiempo total de observación para las especies *P. purpurascens*, *P. ortonii*, *R. brevis* y *R. ambiguus* observados en la RNP San Pedro. (Vocalización (Vo), misceláneo (Mi), mantención (Ma), locomoción (Lo), alimentación (Al)).

|             | P. ortonii |    |    |    |    | P. purpurascens |     |    |     |     | R. brevis |      |     |     |    | R. ambiguus |    |     |      |     |     |    |     |     |
|-------------|------------|----|----|----|----|-----------------|-----|----|-----|-----|-----------|------|-----|-----|----|-------------|----|-----|------|-----|-----|----|-----|-----|
|             | Vo         | Mi | Ma | Lo | Al | %               | Vo  | Mi | Ma  | Lo  | Al        | %    | Vo  | Mi  | Ma | Lo          | Al | %   | Vo   | Mi  | Ma  | Lo | Al  | %   |
| 06:00-06:29 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 06:30-06:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 07:00-07:29 |            |    |    |    |    |                 | 3,7 |    |     |     |           | 6,2  | 100 | 7   |    | 1,3         |    | 5,1 | 13,3 |     |     |    |     |     |
| 07:30-07:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    | 7,5 |     |           | 7,5  |     |     |    | 0,6         |    | 2,3 | 3    |     |     |    |     |     |
| 08:00-08:29 | 58         |    |    |    |    | 57,7            | 12  |    |     |     | 7,5       | 19,9 |     |     |    | 11          |    | 1,7 | 12,7 |     |     |    |     |     |
| 08:30-08:59 |            |    |    |    | 13 | 13,5            |     |    |     |     | 37        | 37,3 |     |     |    | 0           |    | 18  | 18,4 |     |     |    |     |     |
| 09:00-09:29 |            |    |    |    |    |                 | 5   |    |     |     |           | 5    |     |     |    | 0,4         |    | 1,5 | 1,9  |     |     |    |     |     |
| 09:30-09:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    | 3   | 3    |     |     |    |     |     |
| 10:00-10:29 |            |    |    |    |    |                 |     | 12 |     |     |           | 11,7 |     |     |    |             |    | 5,5 | 5,5  |     |     |    |     |     |
| 10:30-10:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 11:00-11:29 | 13         |    |    |    | 15 | 28,8            | 2,5 |    |     |     |           | 2,5  |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 11:30-11:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 12:00-12:29 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      | 2,8 | 2,1 |    |     | 4,9 |
| 12:30-12:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 13:00-13:29 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 13:30-13:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 14:00-14:29 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 14:30-14:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           | 10   | 10  | 3,2 |    | 5,3         |    |     |      |     |     |    | 5,3 |     |
| 15:00-15:29 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     | 3,2 |
| 15:30-15:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    |     |      |     |     |    |     |     |
| 16:00-16:29 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    | 1,1         |    |     |      |     |     |    | 1,1 |     |
| 16:30-16:59 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    | 4,7         |    | 0,2 | 12,7 |     |     |    |     |     |
| 17:00-17:29 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    |             |    | 2,5 | 2,5  |     |     |    |     |     |
| 17:30-18:00 |            |    |    |    |    |                 |     |    |     |     |           |      |     |     |    | 3,2         |    | 3,2 | 7,4  |     |     |    |     |     |
| Total (%)   | 71         |    |    | 29 |    | 100             | 24  | 12 | 17  | 2,5 | 45        | 100  | 20  |     | 80 |             |    |     |      | 22  | 30  |    | 49  | 100 |

**Figura 1.** Ubicación de la RNP San Pedro en la costa Pacífica colombiana, y ubicación de los 9 trayectos lineales para muestreo de aves.

**Figura 2.** Valor de importancia (IVI) para 15 de las 31 familias vegetales presentes en la RNP San Pedro.

**Figura 3.** Número de individuos observados en la RNP San Pedro de *P. purpurascens*, *P. ortonii*, *R. ambiguus* y *R. brevis* durante el periodo de estudio indicando los meses de muestreo

**Figura 4.** Numero de individuos observados de *P. purpurascens*, *P. ortonii*, *R. ambiguus* y *R. brevis* asociados a familias vegetales en la RNP San Pedro.

**Figura 5.** Numero de individuos observados de *P. purpurascens*, *P. ortonii*, *R. ambiguus* y *R. brevis* asociados a familias vegetales, unicamente para alimentación, en la RNP San Pedro.

**Figura 6.** Regresión lineal para la altura de percha y altura del árbol para los individuos de las especies *P. ortonii*, *P. purpurascens* y *R. ambiguus* observados en la RNP San Pedro.

**Figura 7.** Preferencia de altura para los individuos observados de *P. ortonii*, *P. purpurascens*, *R. ambiguus* y *R. brevis* en la RNP San Pedro.

**Figura 8.** Porcentajes actividades realizadas por *P. purpurascens*, *P. ortonii*, *R. brevis* y *R. ambiguus* observados en la RNP San Pedro.















