

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Informe Escrito Final**

**Metodología de seguimiento para la pava negra (*Chamaepetes unicolor*) y su utilización en la evaluación de la integridad ecológica del Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte**

**Proyecto de graduación presentado como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Biología con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales**

**Sebastián Bonilla Sánchez**

**Campus Omar Dengo  
Heredia, 2019**

**Este trabajo de graduación fue \_\_\_\_\_ por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales**

---

**Grado Académico, nombre  
Presidente del Tribunal**

---

**Grado Académico, nombre  
Director de la Escuela de Ciencias Biológicas**

---

**M. Sc. Carmen Hidalgo**

---

**Ph.D. Luis Sandoval**

---

**Ingeniero Agrónomo, Raúl Fournier**

## Resumen

La pava negra (*Chamaepetes unicolor*) es un ave endémica de las zonas altas de Costa Rica y el oeste de Panamá. Considerando las características ecológicas de esta especie se propone el seguimiento de su población para evaluar la integridad ecológica de los bosques montanos y premontanos del Parque Nacional Tapantí Macizo de la Muerte, lo cual representa un requerimiento para la administración del Área Silvestre Protegida. La propuesta de seguimiento considera tanto aspectos metodológicos como capacidades del ASP para su implementación, definiéndose tres alternativas (básico, intermedio y óptimo) que varían según el nivel de recursos necesarios para su ejecución. Para cada alternativa se establece la periodicidad (cantidad y distribución de los días de muestreo), sitios de muestreo (cantidad y ubicación de los transectos) y la forma de análisis e interpretación de los datos. Como insumo para la elaboración de la propuesta se realizó un muestreo durante seis meses para estimar, mediante el uso de transectos lineales, la densidad y abundancia relativa de esta especie en el sector Tapantí. Con un total de 72 km recorridos, se registraron 13 individuos de pava en los conteos realizados durante la mañana y 15 individuos durante la tarde. La densidad total estimada fue de  $3.18 \text{ ind/Km}^2 \pm 1.56$  (IC, 95%) y la densidad ecológica (excluyendo transectos sin registros) fue de  $3.82 \text{ ind/Km}^2 \pm 1.05$  (IC, 95%). Este trabajo responde a la necesidad que tienen las administraciones de las Áreas Silvestres Protegidas en Costa Rica, ya que deben evaluar anualmente la gestión realizada mediante la calificación de indicadores, tales como el de integridad ecológica, que plantea el monitoreo de atributos ecológicos clave para describir el estado de conservación de los elementos focales de manejo. Por lo tanto se propone la utilización de la densidad como indicador para describir el comportamiento de la población de aves como la pava negra a lo largo del tiempo.

## **Agradecimiento**

Agradezco a mi familia por el apoyo brindado durante las distintas fases del proceso. Al Comité Asesor por el apoyo incondicional. A los compañeros (as) de clase por compartir las vivencias durante los periodos universitarios y profesionales. A los compañeros (as) del Área Conservación La Amistad Pacífico, con especial mención a los funcionarios (as) del Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte y a todos aquellos (as) que ayudaron durante el proceso. A Utsupra S.A y ETC Cultural por apoyar económica y logísticamente la primera fase de este trabajo. A todas las personas que de alguna u otra manera se han interesado en que finalice esta etapa.

A scenic view of a river with large boulders and a waterfall in a lush forest. The water is white and foamy as it flows over the rocks. The background is a dense green forest.

## Dedicatoria

A quienes aprecian la Naturaleza

# Índice

Resumen .....	II
Agradecimiento .....	III
Dedicatoria .....	IV
Índice .....	IV
Índice de cuadros .....	VI
Índice de figuras.....	VII
Abreviaturas.....	VIII
Glosario .....	VIII
1. Introducción .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Historia natural de los crácidos.....	1
1.1.2. Estudios poblacionales en crácidos .....	2
1.1.3. Historia natural de la pava negra ( <i>Chamaepetes unicolor</i> ) .....	3
1.1.4. Herramientas institucionales del SINAC para la gestión de un Área Silvestre Protegida.....	4
1.1.5. Evaluación de la Integridad Ecológica en un Área Silvestre Protegida .....	6
1.1.6. Elementos Focales de Manejo del PNTMM y la pava negra.....	8
1.2. Justificación .....	9
1.3. Objetivos.....	10
1.3.1. Objetivo general.....	10
1.3.2. Objetivos específicos .....	10
2. Metodología .....	10
2.1. Área de estudio .....	10
2.2. Estimación de la densidad y abundancia de las aves .....	11
2.3. Uso de hábitat y hábitos alimenticios .....	14
2.4. Propuesta de seguimiento .....	15
3. Resultados.....	15
3.1. Estimación de la densidad y abundancia de las aves .....	15
3.2. Uso de hábitat y hábitos alimenticios .....	19
3.3. Propuesta de seguimiento .....	22
3.3.1 Proceso de generación de la propuesta .....	22
3.3.2 Documento de propuesta de seguimiento.....	23
4. Discusión.....	31
4.1. Estimación de la densidad y abundancia de las aves .....	31
4.2. Uso de hábitat y hábitos alimenticios .....	32
4.3. Propuesta de seguimiento .....	33
5. Conclusiones.....	34
6. Recomendaciones .....	35
7. Bibliografía .....	37
8. Anexos .....	43
Anexo 1. Recopilación de estudios que estiman la densidad de crácidos. ....	43
Anexo 2. Participación en la validación de la propuesta .....	45
Anexo 3. Hoja de ruta para la elaboración de protocolos de seguimiento en ASP .....	46
Anexo 4. Plantilla de registro de campo .....	47

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1</b>	<b>Matriz para la calificación de Integridad Ecológica de un Elemento Focal de Manejo, sus atributos ecológicos clave e indicadores del Parque Internacional La Amistad.....</b>	<b>8</b>
<b>Cuadro 2</b>	<b>Longitud, altitud y condición de visitación de los transectos utilizados dentro del Sector Tapantí, PNTMM.....</b>	<b>12</b>
<b>Cuadro 3</b>	<b>Número de individuos registrados en los transectos utilizados dentro del Sector Tapantí, PNTMM.....</b>	<b>17</b>
<b>Cuadro 4</b>	<b>Periodicidad, cantidad mínima de transectos, días necesarios según la cantidad de observadores y tipo de análisis para cada alternativa de seguimiento.....</b>	<b>26</b>

## Índice de figuras

Figura 1	Componentes para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de un ASP en el SINAC.....	5
Figura 2	Ubicación de los transectos utilizados dentro del Sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	12
Figura 3	Ubicación de los registros de <i>Chamaepetes unicolor</i> durante el periodo de muestreo dentro del Sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	16
Figura 4	Distribución de frecuencias de distancias de observación de los registros de <i>Chamaepetes unicolor</i> durante el periodo de muestreo dentro del Sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	17
Figura 5	Distribución mensual de la densidad (Individuos/Km <sup>2</sup> ) y abundancia relativa (Individuos/10Km) de <i>Chamaepetes unicolor</i> durante el periodo de muestreo dentro del Sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	18
Figura 6	Densidad y abundancia relativa de <i>Ch. unicolor</i> para cada transecto durante el periodo de muestreo dentro del Sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	18
Figura 7	Distribución del número de detecciones de pava negra ( <i>Ch. unicolor</i> ) por altura a la cual fue observada. Sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	19
Figura 8	Distribución del número de detecciones de pava negra ( <i>Ch. unicolor</i> ) por altura del árbol o arbusto sobre el cual fue observado. Sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	20
Figura 9	Porcentaje de detecciones de pava negra ( <i>Ch. unicolor</i> ) por clase de uso de hábitat. Sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	21
Figura 10	Distribución de los registros de pava negra ( <i>Ch. unicolor</i> ) en cada mes muestreado, sector Tapantí, PNTMM. 2008.....	22
Figura 11	Ejemplo de la distribución de frecuencias de distancias de observación de <i>Chamaepetes unicolor</i> para definición del punto de declive.....	25
Figura 12	Ejemplo de la ubicación de los transectos a utilizar dentro del Sector Tapantí, PNTMM.....	27

## Abreviaturas

<b>ACLAP</b>	<b>Área de Conservación La Amistad Pacífico</b>
<b>ASP</b>	<b>Área Silvestre Protegida</b>
<b>CSG</b>	<b>Grupo de Especialistas de Crácidos (por sus siglas en inglés “Cracid Specialist Group”)</b>
<b>EFM</b>	<b>Elemento Focal de Manejo</b>
<b>GPS</b>	<b>Sistema de Posicionamiento Global</b>
<b>PGM</b>	<b>Plan General de Manejo</b>
<b>PNTMM</b>	<b>Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte</b>
<b>SIG</b>	<b>Sistemas de Información Geográfica</b>
<b>SINAC</b>	<b>Sistema Nacional de Áreas de Conservación</b>
<b>UICN</b>	<b>Unión Internacional para la Conservación de Naturaleza</b>

## Glosario

**Integridad ecológica:** Capacidad de un sistema ecológico de soportar y mantener a una comunidad de organismos que muestren capacidad adaptativa. La composición de especies y organización funcional son comparables con las presentes en los hábitats naturales dentro de la misma región (Parrish *et al.* 2003).

**Planificación para la conservación de áreas:** Marco conceptual para la planificación de espacios naturales o culturales, que busca la priorización de estrategias enfocadas a valores ecológicos y culturales específicos que representan la diversidad de un área (EFM), así como la integración del aprendizaje desarrollado durante la ejecución de las estrategias definidas (Granizo *et al.* 2006).

**Plan general de manejo:** Instrumento de planificación que busca orientar la gestión de un ASP hacia el cumplimiento de sus objetivos de conservación a largo plazo. Se fundamenta en líneas de acción estratégicas a mediano plazo y en objetivos de manejo para los elementos naturales y culturales incluidos dentro del área, así como en la relación de estos últimos con su entorno socio ambiental. Es la base para el desarrollo de otros instrumentos de planificación y reglamentación de las ASP (SINAC 2014a).

**Manejo adaptativo:** Incorporación formal del proceso de aprendizaje dentro de las acciones de conservación, mediante la utilización de la información generada por el monitoreo (Granizo *et al.* 2006).

**Elementos focales de manejo:** También conocidos como objetos de conservación, son aquellas entidades, características o valores que se quieren conservar en un área: especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad. En algunos casos coincidirá la necesidad de identificar tanto objetos naturales como los objetos culturales (Granizo *et al.* 2006).

**Atributos ecológicos clave:** Atributos que definen y permiten la existencia de los EFM. La integridad ecológica de un EFM se basa en la presencia de una serie de atributos ecológicos clave que influyen en las características de tamaño, condición y contexto paisajístico (Herrera y Corrales 2004, Granizo *et al.* 2006).

# 1. Introducción

## 1.1. Antecedentes

### 1.1.1. Historia natural de los crácidos

La familia Cracidae cuenta con 50 especies, distribuidas exclusivamente en la región Neotropical y en el sur de la región Neártica (Stiles y Skutch, 1989; del Hoyo *et al.*, 1994; Brooks y Strahl, 2000). Los crácidos son considerados como el grupo más primitivo del orden Galliformes, originado probablemente en Centroamérica y tal vez en el sur de Norteamérica hace unos 40 o 50 millones de años durante el Terciario temprano (del Hoyo *et al.*, 1994; Brooks y Strahl, 2000; Brooks y Fuller 2006).

Tradicionalmente se distinguen tres grupos dentro de los crácidos: las chachalacas, del género *Ortalis*; las pavas, representadas por los géneros *Penelope*, *Pipile*, *Aburria*, *Chamaepetes*, *Penelopina* y *Oreophasis* y los pavones, que reúnen a los géneros *Nothocrax*, *Mitu*, *Paux* y *Crax* (del Hoyo *et al.*, 1994; Muñoz y Kattan, 2007). La mayoría de las especies de esta familia habitan zonas boscosas, sin embargo, las chachalacas pueden estar presentes en áreas abiertas, charrales y bosques en crecimiento secundario (del Hoyo *et al.*, 1994; Brooks y Fuller, 2006). Las pavas y pavones dependen en mayor grado de hábitats boscosos y se pueden encontrar desde bosques lluviosos hasta nubosos (del Hoyo *et al.*, 1994). El ámbito altitudinal de la familia es amplio, pues varía desde las tierras bajas a nivel del mar, hasta los 3 900 m.s.n.m., siendo la pava andina la especie que registra mayores altitudes (del Hoyo *et al.*, 1994; Brooks y Strahl, 2000).

La dieta de los crácidos se compone principalmente de frutos, flores, semillas, hojas, brotes y en menor proporción de artrópodos, moluscos y pequeños vertebrados (del Hoyo *et al.*, 1994; Santamaría y Franco, 2000; Rivas *et al.*, 2003; Muñoz y Kattan, 2007). Estas aves juegan un papel importante en el mantenimiento de los bosques, ya que aquellas especies que regurgitan o defecan las semillas enteras son dispersoras y aquellas especies que destruyen las semillas en la molleja durante el proceso digestivo controlan la competencia interespecífica entre plántulas regulando la densidad de la vegetación (del Hoyo *et al.*, 1994; Brooks y Strahl, 2000; Brooks y Fuller, 2006).

Las principales amenazas que enfrenta esta familia son la presión ante la cacería, debido a su gran tamaño y la facilidad de ser detectadas a través de sus vocalizaciones y la destrucción del hábitat. Además, la estabilidad de las poblaciones silvestres se ve afectada por el tamaño pequeño de sus nidadas, lo que aumenta el efecto negativo de las amenazas mencionadas anteriormente (Stiles y Skutch, 1989; del Hoyo *et al.*, 1994; Brooks y Strahl, 2000).

Son cinco las especies pertenecientes a esta familia que se distribuyen dentro del territorio costarricense: la chachalaca norteña (*Ortalis vetula*), la chachalaca cabecigrís (*O. cinereiceps*), el pavón grande (*Crax rubra*), la pava crestada o granadera (*Penelope purpurascens*), y la pava negra o pajuila (*Chamaepetes unicolor*). Estas aves se pueden encontrar en bosques tanto maduros como secundarios y alterados, desde el nivel del mar hasta los 3100 m.s.n.m. (Stiles y Skutch, 1989; McCoy, 1997).

### **1.1.2. Estudios poblacionales en crácidos**

Al menos 24 especies de esta familia (prácticamente la mitad) se encuentran bajo algún grado de amenaza en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de Naturaleza (UICN), desde extinta en vida silvestre hasta vulnerable (Brooks y Fuller, 2006). Por esta razón desde finales de los años noventa se han fomentado investigaciones enfocadas en el análisis poblacional de esta familia. De manera que en este trabajo se ubicaron 38 estudios que calculan la densidad poblacional de 28 especies de crácidos (Anexo 1).

El Grupo de Especialistas en Crácidos (CSG, por las siglas en inglés Cracid Specialist Group), recomienda la utilización de transectos con ancho variable como método para el registro de información en estudios poblacionales y la aplicación de una variación del modelo King ( $D = n / 2x_iL$ ) para la estimación de la densidad (Strahl y Silva, 1997). Estudios aplicando este modelo han sido desarrollados por ejemplo con *Pipile jacutinga*, *Crax alberti*, *Aburria aburrii* y *Penelope perspicax* (Galetti *et al.*, 1997; Rodríguez, 2004; Ríos *et al.*, 2005; Kattan *et al.*, 2006, respectivamente).

Muchos de los estudios han incorporado el enfoque del muestreo de distancia “*distance sampling*” en la estimación de la densidad en crácidos, ya que considera dentro de sus cálculos los cambios en la probabilidad de detección de un animal conforme varía su

distancia respecto a la posición del observador y estima los individuos que están presentes pero no son registrados mediante el cálculo e inclusión de la función de detección modelada para los datos observados. Un aspecto que dificulta la aplicación de este método en especies poco comunes o poco detectables, como es el caso de algunas poblaciones de crácidos, es que se requiere un mínimo de 30 registros para generar resultados confiables (Buckland *et al.*, 1993; Abundis, 2006). Estudios realizados con *Oreophasis derbianus*, *Chamaepetes goudotii*, *Crax fasciolata* y *Penelope perspicax* han aplicado este enfoque en sus estimaciones poblacionales (Abundis, 2006; Londoño *et al.*, 2007; Desbiez y Sao Bernardo, 2011 y Kattan *et al.*, 2014).

### **1.1.3. Historia natural de la pava negra (*Chamaepetes unicolor*)**

La pava negra es endémica de las zonas altas de Costa Rica y el oeste de Panamá (Chiriquí, Bocas del Toro, Veraguas y Coclé). En tierras costarricenses se puede observar desde los 600 m.s.n.m. en la vertiente Caribe (observación personal en Guácimo, Limón), hasta los 3100 m.s.n.m., principalmente en bosques nubosos donde prefiere los terrenos con pendientes, cerros y quebradas, aunque algunas veces visita sitios intervenidos con claros y crecimientos secundarios (Stiles y Skutch, 1989; del Hoyo *et al.*, 1994; McCoy, 1997; BirdLife International, 2013).

Esta pava presenta hábitos arbóreos y es principalmente frugívora. En la Reserva Bosque Nuboso Monteverde se observó alimentándose de frutos de 26 especies, siendo los géneros *Beilschmiedia*, *Ocotea*, *Urera*, *Ardisia*, *Ilex*, *Guarea*, *Citharexylum*, *Guettarda* y *Chamaedorea* los más registrados, además de hojas de dos especies de la familia Asteraceae (del Hoyo *et al.*, 1994). También se les ha observado alimentándose de frutos de *Agnus joralensis* en Zarcero, *Didymopanax pittieri* en Monteverde y *Myrica spp.* en el Parque Nacional Tapantí (McCoy, 1997), además de *Cecropia sp.* (del Hoyo *et al.*, 1994), palmas y aguacatillos de la familia Lauraceae (Stiles y Skutch, 1989). *Ch. unicolor* es considerada un ave dispersora de semillas del bosque nuboso, pues deposita las semillas por defecación generalmente a una distancia considerable de la planta utilizada como recurso (Wenny, 1993; del Hoyo *et al.*, 1994; Wenny y Levey, 1998; Wenny, 2000).

Según la lista roja de la UICN, la pava negra se encuentra cerca de estar amenazada y el CSG, la considera como una especie vulnerable, ya que tiene poblaciones restringidas a regiones pequeñas, está sujeta a presiones de cacería o destrucción de hábitat y cuenta probablemente menos de 5000 individuos a lo largo de su distribución. Por estas razones es ubicada adicionalmente dentro de la categoría de Muy Alta Prioridad de conservación de crácidos (Brooks y Strahl, 2000). Sin embargo, la abundancia de la pava negra está pobremente documentada, ya que hasta el momento no se ha publicado ningún estudio específico para esta especie y mucha de la información disponible es de naturaleza anecdótica (McCoy, 1997; Seutin, 2006).

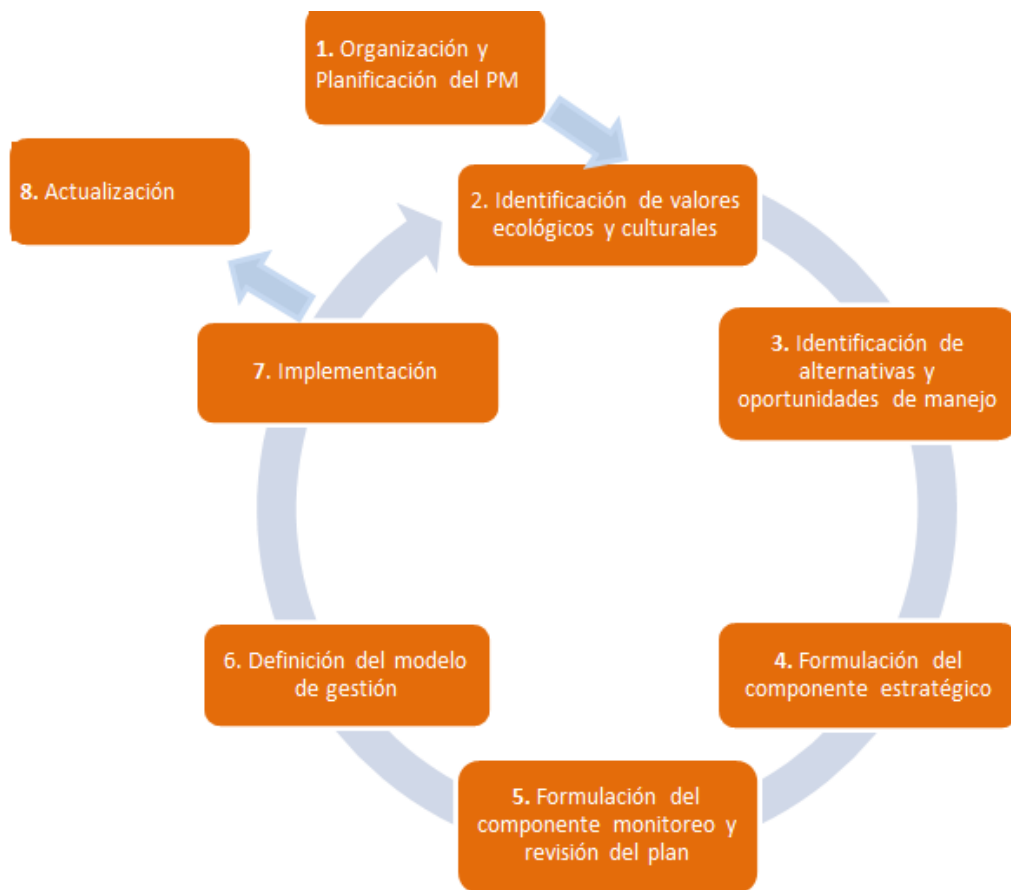
#### **1.1.4. Herramientas institucionales del SINAC para la gestión de un Área Silvestre Protegida**

La planificación de acciones a corto/mediano plazo y la evaluación de la gestión de las Áreas Silvestres Protegidas (ASP), se establecen en el plan general de manejo (PGM) y en la evaluación de la efectividad de manejo respectivamente. En estos ejercicios se indica que se debe contar con un plan de monitoreo para dar seguimiento a los elementos prioritarios a conservar. El plan de monitoreo debe identificar una serie de atributos e indicadores por medio de los cuales se pueda inferir el estado de conservación del ASP.

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) cuenta con dos herramientas oficiales para llevar a cabo esta planificación de estrategias y la evaluación de la gestión de las ASP: la Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], 2014a) y la Herramienta para la Evaluación de la Efectividad de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas (SINAC, 2014b).

La guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica, busca integrar los conceptos de uso efectivo de los recursos (relación inversión/impacto) y el manejo adaptativo en la planificación y gestión de las ASP, utilizando como referencia modelos de planificación como la planificación para la conservación de áreas (PCA), el cual incluye dentro de su conceptualización la priorización de estrategias enfocadas a valores ecológicos y culturales específicos que

representan la diversidad de un área (elementos focales de manejo), así como la integración del aprendizaje desarrollado durante la ejecución de las estrategias definidas (Granizo *et al.*, 2006). Por estas razones es que dentro de esta guía se establece como un componente de gran importancia la implementación de un plan de monitoreo que permita la visualización del estado de conservación del área (integridad ecológica) y el impacto de las acciones desarrolladas para su gestión (Granizo *et al.*, 2006; Conservation Measures Partnership [CMP], 2007; SINAC, 2014a). En la Figura 1 se muestra el esquema propuesto en esta guía.



**Figura 1.** Componentes para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de un ASP en el SINAC (SINAC, 2014a).

La Herramienta para la Evaluación de la Efectividad de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas fue diseñada como un método de evaluación cuantitativa de la gestión realizada en un ASP. Esta información es utilizada tanto para atender solicitudes externas a la institución (rendición de cuentas ante entidades fiscalizadoras estatales) como a nivel interno para dar seguimiento a los avances en la ejecución de los planes específicos derivados del PGM. Esta evaluación se concentra en tres ámbitos: gestión social, gestión administrativa y gestión de recursos naturales y con su aplicación anual se busca integrar el enfoque de manejo adaptativo en el accionar de estos espacios. En esta versión de la herramienta (históricamente la tercera) se incluye dentro del ámbito de gestión de recursos naturales el indicador “integridad ecológica” el cual hace referencia a la ejecución del plan de monitoreo de los elementos focales de manejo (EFM) con el fin de medir los impactos de las estrategias aplicadas sobre los recursos naturales protegidos (SINAC, 2014b).

### **1.1.5. Evaluación de la Integridad Ecológica en un Área Silvestre Protegida**

La integridad ecológica se refiere a la capacidad de los sistemas ecológicos para mantener sus componentes y procesos naturales a través del tiempo, lo que se podría interpretar como el estado de conservación o salud de los mismos. El modelo de planificación adoptado por el SINAC sigue la lógica de maximizar recursos a través de la aplicación de estrategias dirigidas a mejorar el estado de una cantidad limitada de elementos que representan la diversidad del ASP (Granizo *et al.*, 2006; CMP, 2007; SINAC, 2014a). Por lo tanto, se plantea la medición y monitoreo de los EFM como una manera para evaluar su integridad ecológica (Herrera y Corrales, 2004).

El proceso para la evaluación de la integridad ecológica requiere de la consideración de los siguientes pasos metodológicos: **1.** Identificación de los EFM, **2.** Identificación de atributos ecológicos clave para cada EFM, **3.** Identificación de indicadores para cada atributo ecológico clave, **4.** Identificación del ámbito aceptable de variación de cada indicador y **5.** Determinación del estado actual y deseado de los atributos ecológicos clave (The Nature Conservancy [TNC ], 2003a; TNC, 2003b; Herrera y Corrales, 2004; Granizo *et al.*, 2006).

Los **EFM**, también conocidos como objetos de conservación, son aquellas entidades, características o valores que se quieren conservar en un área. Se pueden considerar especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad tanto natural como cultural. Los **atributos ecológicos clave** definen y permiten la existencia de los EFM, por lo que la integridad ecológica de un EFM se basa en la presencia de una serie de atributos ecológicos clave que influyen en sus características de tamaño, condición y contexto paisajístico (Granizo *et al.* 2006).

Para cuantificar cambios en el estado de los atributos ecológicos clave se deben buscar **indicadores** que permitan su medición de manera razonable y eficiente. Estos indicadores deben cumplir con aspectos como relevancia biológica o cultural, sensibilidad ante estrés antropogénico, capacidad de ser cuantificables y mantener una relación costo-efectividad que permita su medición a largo plazo (Herrera y Corrales 2004, Granizo *et al.* 2006).

La persistencia en el tiempo de los EFM depende de que sus atributos claves se mantengan dentro de **ámbitos naturales de variación**, fuera de estos límites estos atributos no contarían con las condiciones mínimas para su conservación. Bajo este enfoque de evaluación, se propone la utilización de información existente y recopilada durante el proceso de monitoreo para establecer al menos cuatro categorías (“Muy bueno”, “Bueno”, “Regular” y “Pobre”) y así identificar la **condición actual y óptima para el EFM** (Granizo *et al.* 2006).

El plan de monitoreo del PGM debe contemplar los protocolos de medición para cada indicador identificado, de manera que el estado actual de cada indicador pueda ser registrado y cotejado con los rangos aceptables de variación. En el Cuadro 1 se puede observar una matriz de ejemplo donde se detallan dos EFM con sus respectivos atributos ecológicos clave, indicadores, rangos aceptables de variación y resultado de la evaluación del estado actual (Granizo *et al.* 2006).

**Cuadro 1.** Matriz para la calificación de Integridad Ecológica de un Elemento Focal de Manejo, sus atributos ecológicos clave e indicadores del Parque Internacional La Amistad

Elemento Focal de Manejo	Atributo ecológico clave	Categoría	Indicador	Rango aceptable de variación				Estado actual	Estado deseable
				Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno		
Bosques nubosos de altura	Tamaño del hábitat	Tamaño	Área del ecosistema	<25 000 ha	25 000-100 000 ha	100 000-250 000ha	>250 000 ha	Pobre	Bueno
	Conectividad en el sistema ecológico	Contexto paisajístico	Distancia promedio entre parches de bosque	>25 Km	10-25 Km	1-10 Km	<1 Km	Regular	Bueno
	Nivel de nubosidad durante el año	Condición	Número de días al año con nubosidad	<200	200-300	300-350	>350	Bueno	Bueno

Fuente: Tomado y modificado de Herrera y Corrales, 2004.

### 1.1.6. Elementos Focales de Manejo del PNTMM y la pava negra

Para el PNTMM se han definido seis objetos de conservación o EFM (SINAC, 2008):

- **Páramos:** ecosistemas ubicados por encima de los 3.000 m.s.n.m, sobre la línea de árboles. Representan un tipo de ecosistema único y raro en la región y posee especies de plantas y animales restringidos a estos sitios.

- **Turberas:** humedales constituidos por reservorios de agua producto de la topografía y con acumulación de materia orgánica bajo procesos lentos de descomposición. Estos humedales son escasos y frágiles debido a su reducido tamaño.

- **Sistemas lóticos:** hace referencia a los ríos y márgenes de bosque ribereño. Ofrecen servicios ecosistémicos como regulación del clima, abastecimiento de agua, turismo y fuente de energía hidroeléctrica.

- **Bosque montano:** localizados entre los 1.500 y 3.000 m.s.n.m. Estos bosques incluyen los bosques nublados. Albergan gran variedad de especies endémicas y en ellos nacen los principales ríos que atraviesan el sitio.

- **Bosque premontano:** ubicados entre los 600 y 1.500 m.s.n.m. Son de importancia para el mantenimiento del ciclo hidrológico y régimen climático. También son áreas de importancia en cuanto a endemismo de flora y fauna.

- **Jilguero (*Myadestes melanops*)**: especie de ave emblemática para las zonas altas del país. Es un ave con una presión constante, ya que se le captura para mantenerla en cautiverio como “ave de canto”.

Considerando que *Ch. unicolor* habita los bosques montanos y premontanos del PNTMM y que posee características ecológicas importantes como la preferencia de bloques boscosos y su papel como dispersor de semillas, se puede concluir que poblaciones estables de especies como esta ave pueden ser consideradas como atributo ecológico clave (categoría de “condición”) de estos EFM y que su seguimiento a través de la estimación de la densidad puede ser utilizado como su indicador. Además es importante señalar que una amenaza identificada para los bosques montanos y premontanos es la disminución de especies de fauna, cuya fuente de presión se atribuye a la cacería (SINAC, 2008).

## **1.2. Justificación**

Las ASP deben evaluar anualmente su gestión con el fin de detectar los elementos o indicadores en los que necesitan fortalecer su trabajo. Uno de los indicadores que recientemente se ha incluido es el de integridad ecológica, donde se plantea el seguimiento a atributos que describan el estado de conservación del ASP. Por lo tanto es necesario para la gestión de estos espacios naturales protegidos definir y aplicar metodologías que permitan el seguimiento a la condición de los recursos naturales resguardados en los mismos.

La pava negra es calificada por el CGS como una especie de “muy alta prioridad de conservación”, ya que presenta una distribución reducida y está bajo constante amenaza por presiones como la cacería y la pérdida de hábitat, causada por el cambio de uso del bosque y por efectos derivados del cambio climático (Brooks y Strahl, 2000). Posee requerimientos ecológicos que la asocian principalmente a bosques poco perturbados y es considerada como dispersora de semillas en los bosques donde se distribuye. Estas características resaltan su importancia de conservación y su potencial como especie indicadora de la integridad de los ecosistemas donde habita.

Esta investigación busca colaborar en la gestión del parque al generar una propuesta de seguimiento para esta especie y así ayudar en el cumplimiento de los requerimientos

establecidos en las herramientas de gestión del SINAC. A su vez, es de gran importancia mantener programas de seguimiento a especies como la pava negra, ya que permite la documentación de patrones y comportamientos a largo plazo, aportando información valiosa tanto para el entendimiento de la especie como para la integración de acciones que favorezcan su conservación.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Proponer una metodología de seguimiento para la pava negra (*Chamaepetes unicolor*) en el Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte, utilizando como base la información y experiencia generada durante un periodo de muestreo.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Estimar la abundancia y densidad poblacional de la pava negra (*Chamaepetes unicolor*) en el sector Tapantí del Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte.

Determinar el uso de hábitat de la pava negra (*Chamaepetes unicolor*) en el sector Tapantí del Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte.

Elaborar una propuesta metodológica para la evaluación del estado de la población de la pava negra (*Chamaepetes unicolor*) en el Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte, que se ajuste a los requerimientos de seguimiento de la integridad ecológica.

## **2. Metodología**

### **2.1. Área de estudio**

El PNTMM se ubica al noroeste de la Cordillera de Talamanca y administrativamente fue jurisdicción del Área de Conservación La Amistad Pacífico

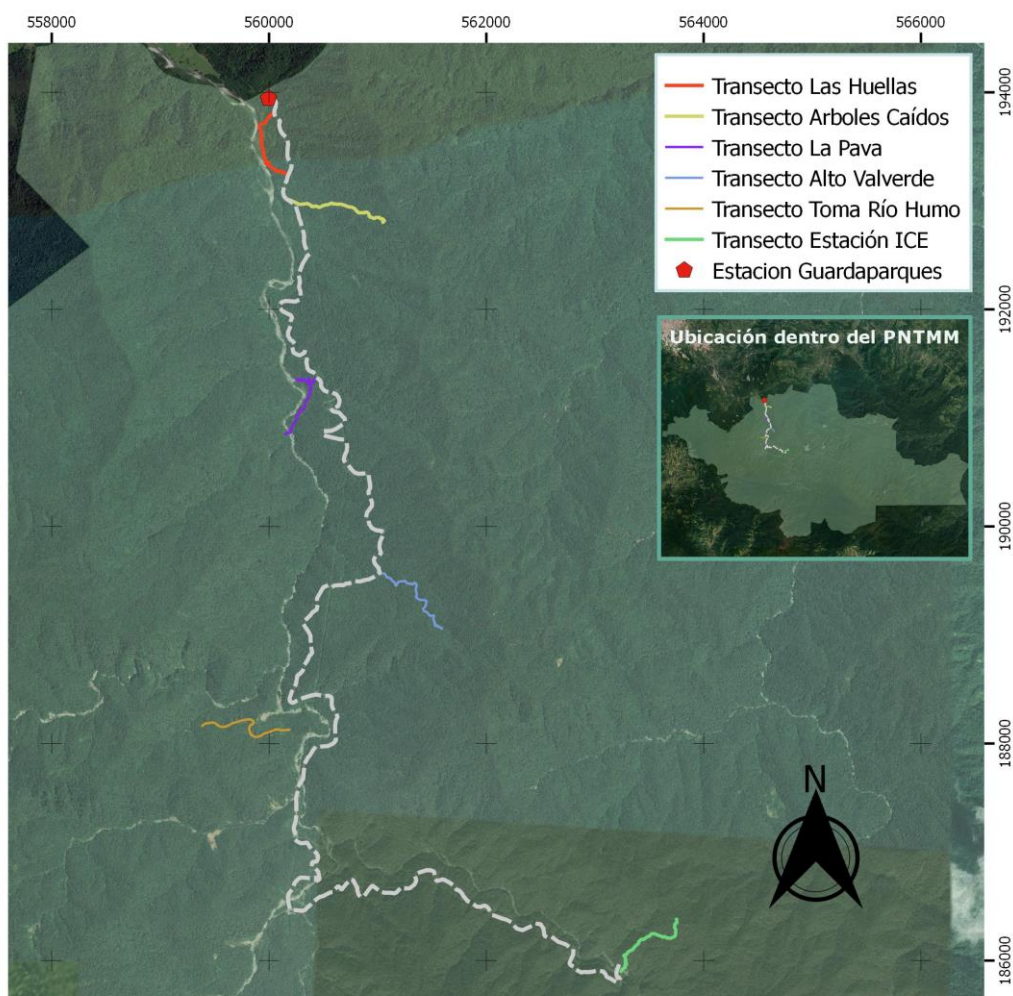
(ACLA-P) hasta el 2016, año en que se le adjunta al Área de Conservación Central. El área total del Parque Nacional es de 58 495 hectáreas y posee territorio en tres cantones de la provincia de Cartago: Paraíso, Jiménez y El Guarco (SINAC, 2013).

El ámbito altitudinal varía entre los 700 m.s.n.m. (El Humo, Pejibaye) y los 3 491 m.s.n.m. (Cerro de la Muerte). Debido a su posición geográfica mantiene uno de los climas más lluviosos del país, con sectores donde se pueden alcanzar los 8 000 mm anuales. Mantiene un registro de temperaturas que varía de los 26° centígrados en el Humo, a los 6° centígrados en el Cerro de la Muerte (Sánchez, 2002; SINAC, 2013).

Este parque nacional presenta cinco zonas de vida de Holdridge: Bosque muy húmedo Premontano, Bosque Pluvial Premontano, Bosque Pluvial Montano Bajo, Bosque Pluvial Montano y Páramos Subalpinos. La cobertura vegetal está dominada por zonas boscosas y gran parte de sus límites están rodeados por una matriz de ecosistemas intervenidos, por ejemplo, cultivos, potreros y bosques en recuperación. La diversidad de ambientes, tanto naturales como alterados, explican que la riqueza de aves de este parque alcance niveles considerablemente altos, logrando un registro de aproximadamente 415 especies dentro en esta área silvestre protegida (Sánchez, 2002).

## **2.2. Estimación de la densidad y abundancia de las aves**

La técnica utilizada para estimar la densidad y abundancia de las aves fue el transecto lineal (Bibbly *et al.*, 1992; Ralph *et al.*, 1996) con las recomendaciones dadas por Strahl y Silva (1997) y por Chaves-Campos (2003). Se definieron seis transectos perpendiculares a lo largo del camino principal que atraviesa al sector Tapantí (Fig. 2), los cuales fueron recorridos durante las horas de mayor actividad para las aves en general, por lo que en la mañana se realizaron entre las 05:30 a 10:30 horas y en la tarde de las 14:00 a 17:30 horas. El trabajo de campo se realizó al inicio y durante la época lluviosa, entre los meses de mayo y octubre. Cada transecto fue recorrido dos veces por mes (una vez en la mañana y una en la tarde). Los transectos tenían una longitud entre los 0.95 y 1.1km, se recorrieron a una velocidad de 0.5 a 1 km/hora (Cuadro 2).



**Figura 2.** Ubicación de los transectos utilizados dentro del Sector Tapantí, PNTMM, 2008. Proyección CRTM05

**Cuadro 2.** Longitud, altitud y condición de visitación de los transectos utilizados dentro del Sector Tapantí, PNTMM, 2008.

Transecto	Longitud (Km)	Altitud (m.s.n.m)	Condición de visitación
Las Huellas	0.95	1220-1260	Cerrado al público
Árboles Caídos	1.10	1260-1520	Abierto al público (se utilizó aprox. la mitad)
La Pava	0.95	1320-1360	Abierto al público
Alto Valverde	1.00	1580-1800	Cerrado al público
Toma río Humo	1.00	1520-1620	Cerrado al público
Estación ICE	1.00	1640-2000	Cerrado al público

Las variables que se registraron en cada muestreo fueron:

1. Hora y número de individuos para cada registro, diferenciando entre volantones, juveniles y adultos. Los individuos juveniles se distinguen por poseer un plumaje más opaco y parduzco. La estimación de edad la realizó Raúl Fournier con base en la experiencia adquirida con el cuidado de individuos en cautiverio en el Zooave.
2. Distancia perpendicular de cada individuo respecto al transecto. Esta distancia se calcula en cada observación, utilizando como referencia la experiencia generada en un entrenamiento previo a los muestreos donde se practicó el cálculo de distancias.

Debido a los pocos registros obtenidos, para estimar la densidad se utilizó una variación del modelo de King, cuya fórmula es:

$$D = n / (2x_iL)$$

donde D = densidad estimada, n = número total de aves detectadas  $x_i$  = la distancia perpendicular entre el ave y el transecto, y L = la suma del largo de todos los transectos.

Se utilizó como distancia perpendicular la “x crítica” ( $x_{crit}$ ), según se propone en Strahl y Silva (1997). Por lo tanto, la  $x_{crit}$  corresponde a la distancia perpendicular en la que la distribución de frecuencias de distancias de observación decrece rápidamente. Para definir el punto de declive en la distribución de frecuencias se utilizó la regla del 50% (Marshall *et al.*, 2008), donde son excluidos los registros a partir de la clase en que las observaciones disminuyen a la mitad o más que en la clase anterior. Con la utilización de este valor se pretende disminuir el efecto de la detección incompleta a distancias superiores, asumiendo que se registran todos los individuos dentro de la franja.

Las densidades mensuales se calcularon utilizando los registros de los seis transectos para cada mes y las densidades por transecto se estimaron utilizando las observaciones de los seis meses en cada transecto, ambas de manera independiente. Adicionalmente se calculó la abundancia relativa (número de individuos por 10 km recorridos). La densidad total se estimó mediante el promedio de las densidades por transecto y la densidad ecológica de la misma forma pero sin considerar los transectos sin registros (Las Huellas). Se utilizó un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para

realizar el levantamiento georreferenciado de los transectos y de cada avistamiento, con el fin de ubicar espacialmente la distribución de registros de la especie dentro del área de estudio.

### 2.3. Uso de hábitat y hábitos alimenticios

Para determinar el uso de hábitat y hábitos alimenticios de la pava negra se registró la siguiente información:

1. **Altura de la percha:** con esta información se busca identificar el estrato del bosque utilizado por la especie.
2. **Altura del árbol o arbusto donde sea observado cada individuo:** se considera como la distancia vertical que presenta el árbol o arbusto donde se observa el ave. Con estos datos se busca la identificación de uso de árboles o arbustos de alturas determinadas.
3. **Registro de cada individuo observado utilizando una clasificación basada en Ramírez (2005):** forrajeando, vocalizando, perchado, en vuelo u otro.
4. **Para cada individuo que se registró comiendo se detalló su hábito alimenticio mediante la clasificación del alimento:** hojas tiernas, hojas maduras, flores, brotes, frutos, semillas, invertebrados u otro (Pacheco, 1994), con la respectiva identificación de la especie vegetal utilizada por cada individuo.

Las clases de comportamiento utilizadas en el punto 3 se definen de la siguiente manera:

**Forrajeando:** ingiriendo o buscando alimento.

**Vocalizando:** emitiendo algún tipo de vocalización.

**Perchado:** perchado y permaneciendo en un mismo punto durante el registro.

**En vuelo:** movilizándose de un sitio a otro, incluyendo el paso a través del campo visual del observador.

**Otro:** realizando otra acción que no se pueda incluir dentro de las categorías anteriores.

## **2.4. Propuesta de seguimiento**

Con base en la información y la experiencia generada, se planteó una propuesta de seguimiento para la población de la pava negra en el PNTMM, donde se consideraron tanto aspectos metodológicos (definición de sitios, periodicidad de muestreo, variables a registrar, análisis de la información) como las capacidades operativas y necesidades administrativas del ASP. Para integrar estos aspectos dentro de la propuesta se coordinaron una sesión de trabajo y dos acciones de seguimiento con el Programa de Investigación y Administración del Parque Nacional para desarrollar una propuesta validada por los funcionarios del ASP. La sesión de trabajo se realizó durante la reunión de personal del Parque, con la participación de todos los funcionarios de esta ASP (lista de asistencia en Anexo 2). Las acciones de seguimiento se llevaron a cabo propiamente con el Programa de Investigación mediante la revisión y adecuación de la propuesta mediante correo electrónico. La validación de la propuesta se realizó por medio de una encuesta que fue enviada digitalmente y fue aplicada por la Administración del Parque.

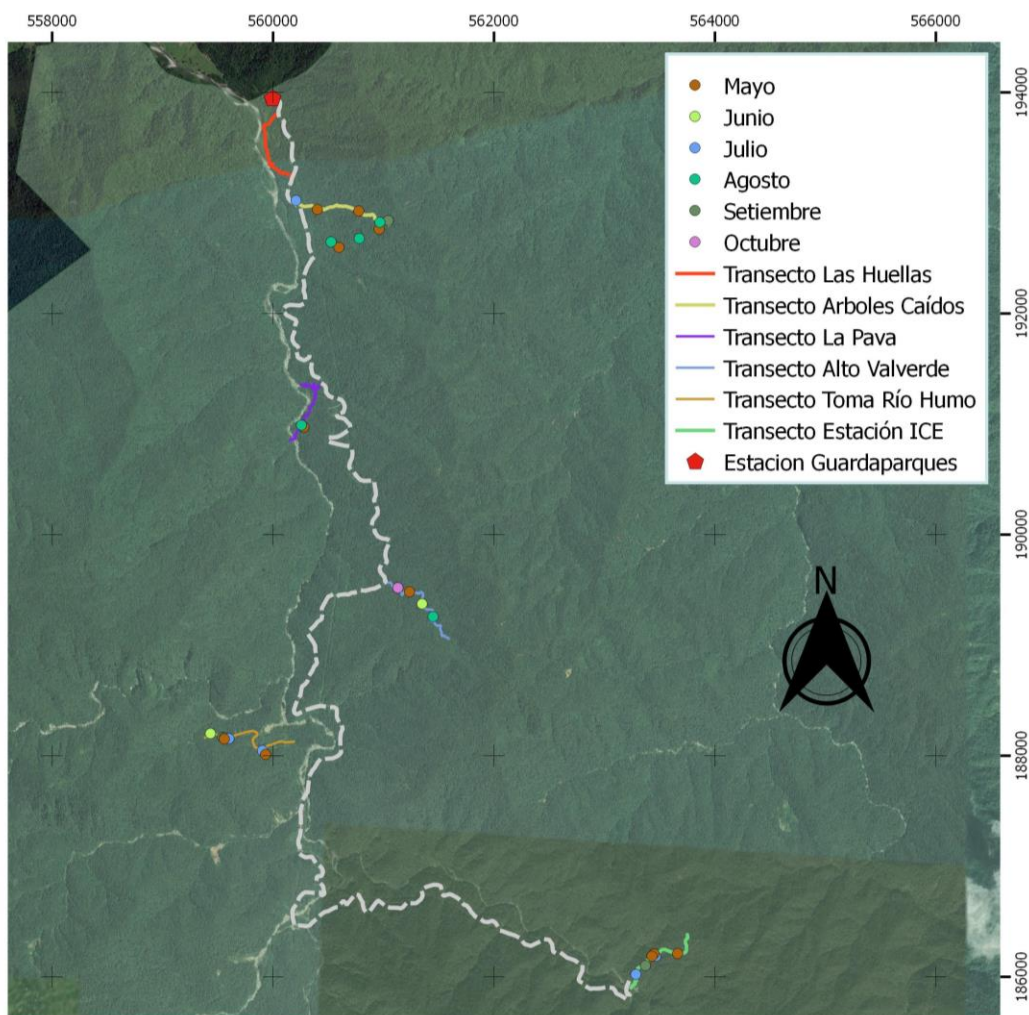
En este punto se utilizaron como referencia documentos de interés institucional para la administración de esta ASP, como el Plan para la Conservación del sitio Tapantí-Macizo de la Muerte (SINAC, 2008), el Plan General de Manejo del Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte (SINAC, 2010), la Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica (SINAC, 2014a) y la Herramienta para la Evaluación de la Efectividad de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica (SINAC, 2014b).

## **3. Resultados**

### **3.1. Estimación de la densidad y abundancia de las aves**

La densidad y abundancia relativa de las aves se calculó utilizando las detecciones realizadas a lo largo de los 72 km recorridos y dentro de una franja de 8m a cada lado de los transectos ( $x_{crit}$ ). Dentro del periodo de muestreo se registraron 13 individuos de pava negra en los conteos realizados durante la mañana y 15 individuos durante la tarde. Sin embargo,

para el cálculo de la densidad se utilizó la sumatoria del número máximo de individuos observados entre la mañana y la tarde en cada transecto cada mes, el cual corresponde a 22 individuos distribuidos en cinco de los transectos. En la figura 3 se detallan los registros de las aves dentro del área de estudio.



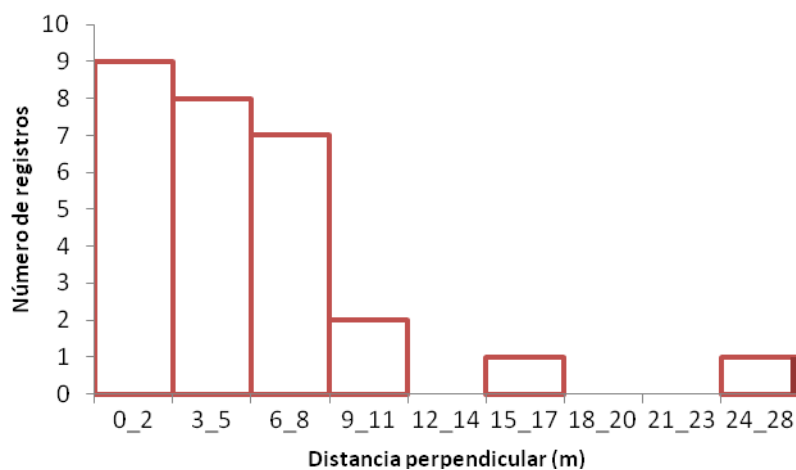
**Figura 3.** Ubicación de los registros de *Chamaepetes unicolor* (puntos) durante el periodo de muestreo dentro del Sector Tapantí, PNTMM, 2008. Proyección CRTM05.

Se registró al menos un avistamiento en cinco de los seis transectos definidos (Cuadro 3). El transecto sin registros fue Las Huellas, parte del cual se ubicaba en un sector propenso a inundación por influencia del río Grande de Orosí y cuya estructura de vegetación difiere del resto de transectos.

**Cuadro 3.** Número de individuos registrados en los transectos dentro del Sector Tapantí, PNTMM, 2008. Se consideran los registros realizados dentro de la franja de 8 metros hacia cada lado del transecto ( $x_{crit}$ ). Entre paréntesis se indica la cantidad de individuos juveniles (juv).

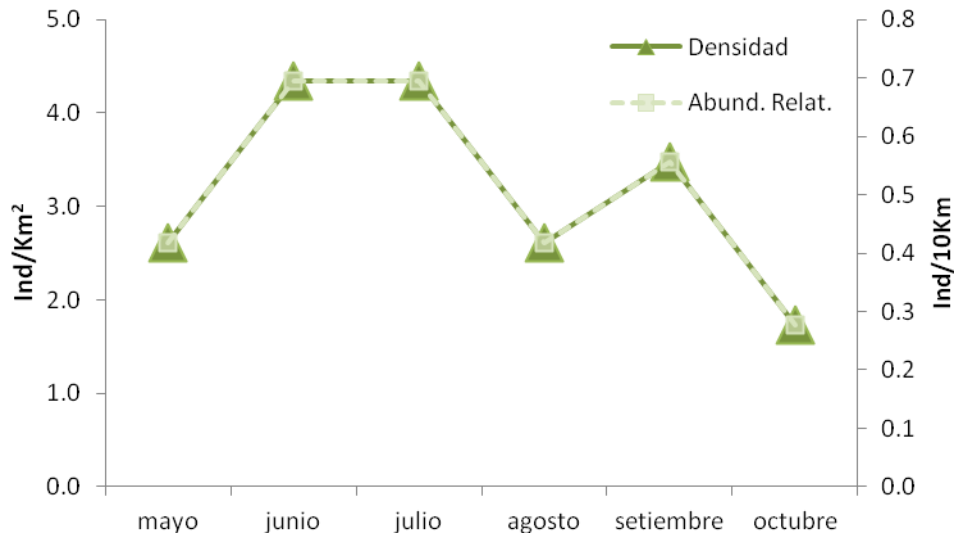
Transecto	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Total
Las Huellas	0	0	0	0	0	0	0
Árboles Caídos	1	0	2 (1juv)	2	1	0	6
La Pava	0	2 (1juv)	0	0	0	0	2
Alto Valverde	1	1	0	1	0	2 (1juv)	5
Toma Humo	0	2	2	0	1	0	5
Estación ICE	1	0	1	0	2	0	4

Para el cálculo de la densidad se utilizó como distancia perpendicular la “x crítica”. Para determinar este valor se generó un histograma de distribución de frecuencias de distancias de observación con clases de 3 unidades (Fig. 4). En dicho gráfico, se observó una disminución de los registros correspondiente a más de la mitad entre las clases “6-8” y “9-11”, por lo que  $x_{crit} = 8m$ .



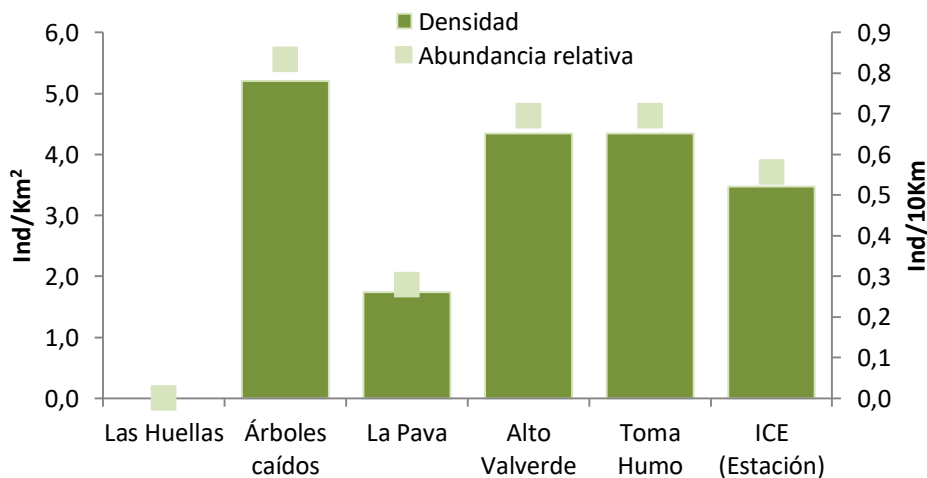
**Figura 4.** Distribución de frecuencias de distancias de observación de los registros de *Chamaepetes unicolor* durante el periodo de muestreo dentro del Sector Tapantí, PNTMM, 2008.

Las densidades mensuales muestran los valores máximos en junio y julio con 4.34 ind/Km<sup>2</sup> cada uno, a partir de estos meses tiende a disminuir hasta alcanzar los 1.74 ind/Km<sup>2</sup> en el mes de octubre (Fig. 5), con el menor valor observado durante el estudio. La abundancia relativa se comporta igual que la densidad.



**Figura 5.** Distribución mensual de las densidades (individuos/Km<sup>2</sup>) y abundancia relativa (individuos/10Km) de *Ch. unicolor* durante el periodo de muestreo en el Sector Tapantí, PNTMM, 2008.

El transecto que presentó una mayor densidad durante los 6 meses de muestreo fue Árboles Caídos (5.21 ind/Km<sup>2</sup>), seguido por Alto Valverde y Toma río Humo (ambos con 4.34 ind/Km<sup>2</sup>). El transecto Las Huellas no presentó registros. El menor valor (diferente a 0) lo tuvo La Pava con 1.74 ind/Km<sup>2</sup>, el cual posee en promedio la menor altitud y el menor ámbito de variación altitudinal de los transectos con registros (Cuadro 2).



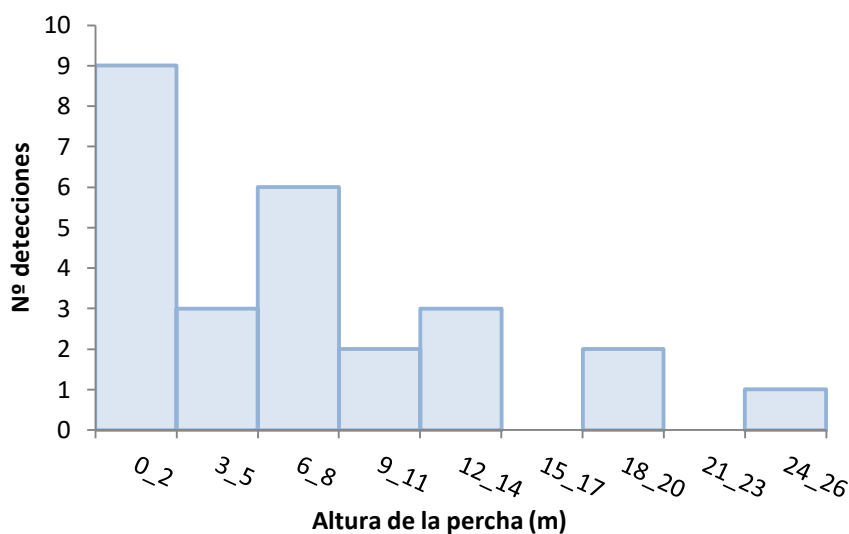
**Figura 6.** Densidades (individuos/Km<sup>2</sup>) y abundancia relativa (individuos/10Km) de *Ch. unicolor* para cada transecto durante el periodo de muestreo dentro del Sector Tapantí, PNTMM, 2008.

La densidad total calculada para el sector Tapantí fue de  $3.18 \text{ ind/Km}^2 \pm 1.56$  (IC, 95%), mientras que la densidad ecológica (excluyendo el transecto Las Huellas) fue de  $3.82 \text{ ind/Km}^2 \pm 1.05$  (IC, 95%).

### 3.2. Uso de hábitat y hábitos alimenticios

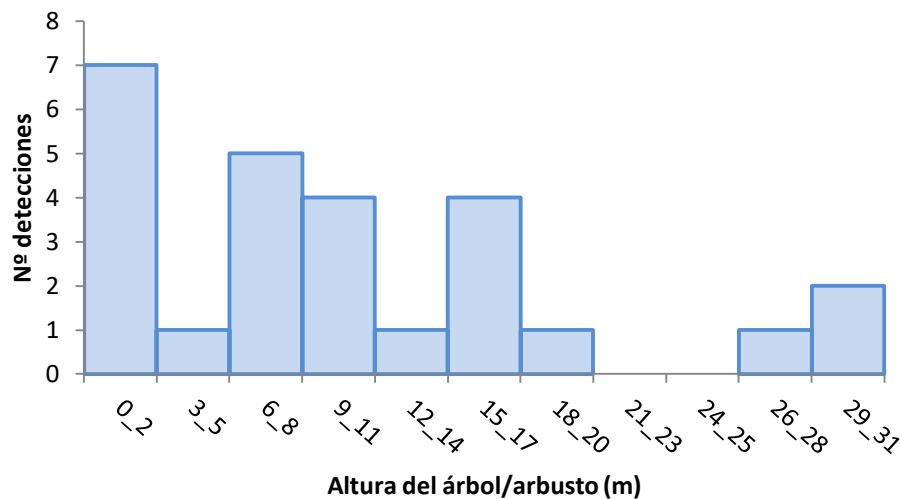
Para el análisis se utilizó el número de detecciones de la especie durante el periodo de muestreo, sin considerar el número de individuos registrados para cada detección, esto debido a que las observaciones correspondientes a parejas, ya sea dos adultos o un adulto y juvenil, no se comportaban de manera independientes (estaban juntos a la misma altura y realizando el mismo comportamiento). Por lo que la observación de un individuo o de una pareja corresponde, en ambos casos, a una detección. Con el fin de contar con mayor número de datos, se utilizaron todas las detecciones realizadas incluyendo aquellas que se registraron más lejos de la “x crítica” y algunos fuera de los transectos, por lo que se consideraron en total 26 detecciones.

Las pavas se observaron a alturas entre 0 (sobre el suelo) y 25 metros, donde la mayor cantidad de registros corresponden a pavas ubicadas sobre el suelo. Si consideramos propiamente las perchas, la mayor cantidad de detecciones se dieron a los 6 metros. Al agrupar las alturas de las perchas en clases de tres unidades, se observa una concentración de registros (del 88.4%) a alturas iguales o menores a los 12-14 metros (Fig. 7).



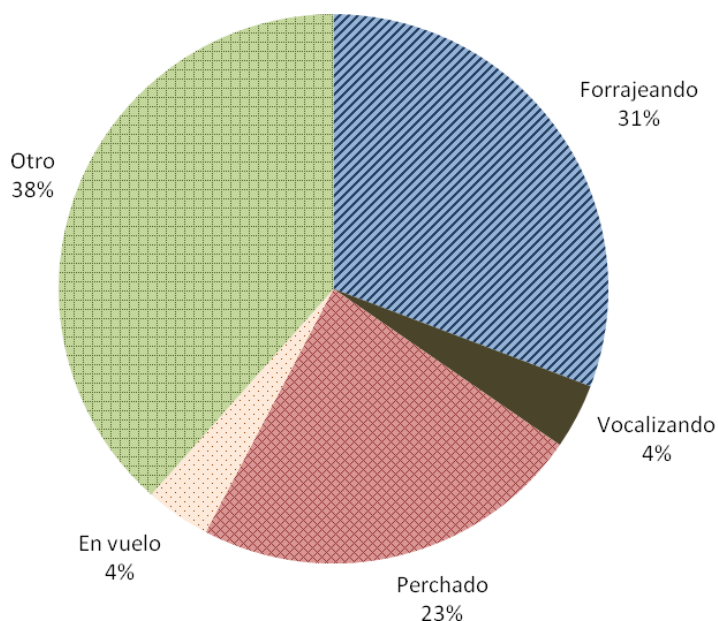
**Figura 7.** Distribución del número de detecciones de pava negra (*Ch. unicolor*) por altura a la cual fue observada. Sector Tapantí, PNTMM, 2008.

En cuanto a la altura de los árboles o arbustos en los cuales fueron detectadas las pavas, se registraron desde arbustos de 0.5 metros hasta árboles de 30 metros de altura. Como se señaló anteriormente, la mayor frecuencia de observación de pavas se dio sobre el suelo (0 metros). Al considerar solamente la vegetación utilizada por esta especie las detecciones en árboles de 6, 10 y 15 metros representaron la mayor frecuencia de observaciones. Al agrupar las alturas de la vegetación utilizada por las pavas en clases de tres unidades, se observa que el 80.9% de los registros tienen alturas iguales o menores a los 20 metros (Fig. 8).



**Figura 8.** Distribución del número de detecciones de pava negra (*Ch. unicolor*) por altura del árbol o arbusto sobre el cual fue observado. Sector Tapantí, PNTMM, 2008.

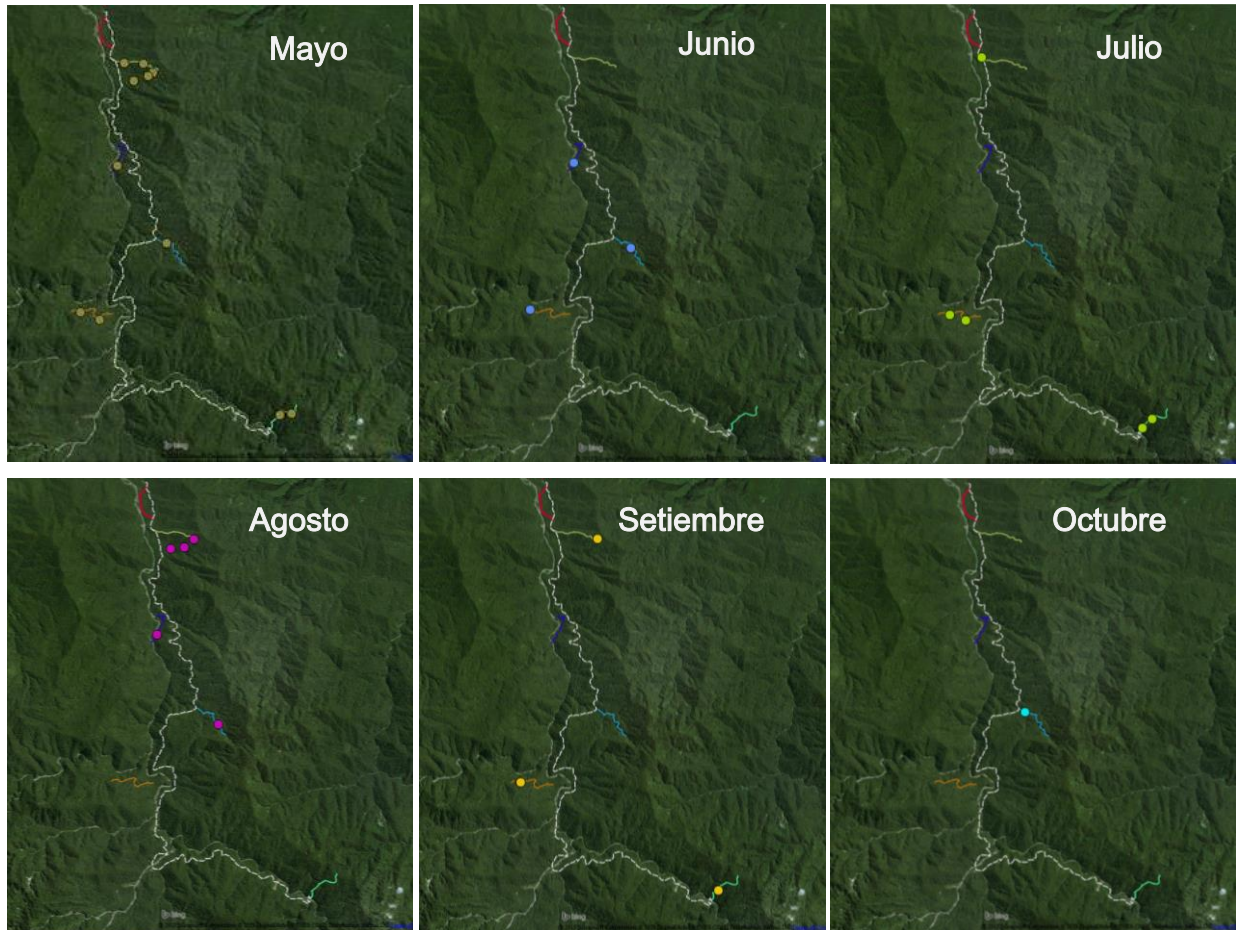
En la figura 9, se aprecia que las clases de uso de hábitat “Otro” y “Forrajeando” presentaron la mayor frecuencia de registro. Donde la categoría “Otro” implicó nueve detecciones con un comportamiento de escape y un registro de un comportamiento sin definir. La mayoría de las pavas presentaron un comportamiento evasivo hacia el observador, ya que un 61.5% de los individuos realizaron vocalizaciones de alerta y escaparon luego o al momento de ser detectadas. Este comportamiento se dio a distancias entre los 0 y los 8 metros respecto al observador.



**Figura 9.** Porcentaje de detecciones de pava negra por clase de uso de hábitat. Sector Tapantí, PNTMM, 2008.

Se registró información que evidencia el comportamiento reproductivo de la pava en el sector Tapantí. Por ejemplo, se pudo registrar el sonido de cascabeleo que emite esta especie durante el vuelo (despliegue típico en la época reproductiva) solamente en el mes de mayo, al inicio de la investigación. Luego, se observaron cuatro pavas juveniles entre los meses de junio y octubre. En todas las observaciones el juvenil iba acompañado de un individuo adulto. De manera que en junio se observó un individuo de un mes de edad, en julio uno de menos de un mes de edad, en agosto uno de más de un mes de edad y en octubre uno de tamaño un poco menor a un adulto y con plumaje parduzco.

Usando los registros georreferenciados de las pavas, se observa que durante el periodo de muestreo la distribución de los individuos no presentó cambios notorios entre transectos ni dentro del ámbito altitudinal abarcado (Fig. 10). A pesar de que los registros de individuos disminuyen a partir de agosto, estos se distribuyen a lo largo del área de muestreo (octubre muestra un sólo registro ubicado en un punto intermedio del sitio de estudio).



**Figura 10.** Distribución de los registros de *Ch. unicolor* (puntos de color) en cada mes muestreado, sector Tapantí, PNTMM, 2008.

### 3.3. Propuesta de seguimiento

#### 3.3.1 Proceso de generación de la propuesta

La primera sesión de trabajo con la administración del Parque se realizó durante una reunión de personal donde participaron todos los funcionarios del ASP. En este primer espacio se expuso el trabajo realizado en el campo, haciendo mención sobre la aplicabilidad de este tipo de muestreos para el registro de diferentes especies de interés. Como introducción se realizó un refrescamiento sobre las herramientas oficiales para gestión de ASP, los EFM e integridad ecológica. Se repasaron los EFM del PNTMM haciendo énfasis en el Jilguero (debido a la aplicabilidad de esta metodología para su registro), al Bosque

Premontano y al Bosque Montano. Para estos dos últimos se indicó que la densidad, abundancia u ocupación de la pava puede usarse como indicador de su integridad ecológica.

Se contó con un espacio de conversación donde se quería conocer sobre el interés para monitorear a los EFM, la disponibilidad de recurso humano, presupuesto y tiempo dentro de la programación del ASP, además de obtener una primera validación de los sitios de muestreo. Se llegó al acuerdo de hacer una propuesta bajo tres escenarios de complejidad al considerar la periodicidad y sitios de muestreo (sencillo, intermedio y óptimo). Los participantes hicieron mención de incluir en los procesos de seguimiento a otras especies de interés como el jilguero. Los funcionarios consideraron una periodicidad de muestreo de dos veces al año.

Se acordó realizar el siguiente contacto con la administración o el encargado de investigación del parque y realizar una validación con los funcionarios ya sea en otra reunión de personal o en evaluaciones digitales enviadas por correo electrónico. El segundo contacto consistió en una conversación vía correo electrónico, donde se inició con el envío de la propuesta para su revisión y ajuste. En la tercera acción se utilizó la versión resultante para su validación con el personal del PNTMM mediante el llenado de un formulario digital. En el anexo 3 se detalla una hoja de ruta propuesta para la elaboración de protocolos de seguimiento para los atributos ecológicos clave de las ASP.

### **3.3.2 Documento de propuesta de seguimiento**

En esta sección se presenta la propuesta de seguimiento en formato de producto final para entregar al ASP. Con el fin de que los posibles usuarios tengan mayor comprensión de la herramienta se incluye información mencionada en otras secciones de este trabajo, como la metodología y algunos elementos de discusión y conclusiones que justifican las recomendaciones descritas.

## **Método para el seguimiento de la pava negra (*Chamaepetes unicolor*) y su utilización en la evaluación de la integridad ecológica de los bosques montanos y premontanos del Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte.**

La propuesta consta de tres alternativas o escenarios que varían según el nivel de recursos necesarios para su aplicación, por lo que en las distintas secciones se detalla un escenario básico, uno intermedio y uno óptimo.

### **Objeto de seguimiento**

Se considera a la población de *Ch. unicolor* como atributo ecológico clave de los bosques montanos y premontanos del PNTMM y a la densidad como su indicador.

### **Métodos**

Para la toma de datos en campo se considera al transecto lineal. Los transectos deben medir entre 1 y 2 km de longitud y se deben recorrer a una velocidad de 0.5 a 1 km/hora.

Las variables por registrar son:

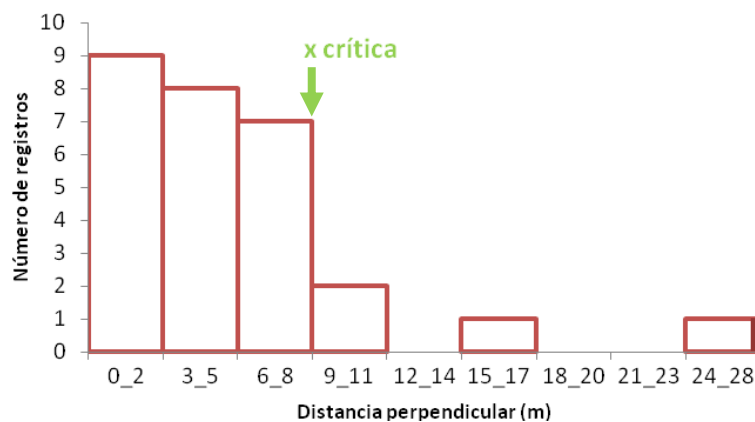
1. Hora y número de individuos para cada registro, diferenciando entre volantones, juveniles y adultos. Los individuos juveniles se distinguen de los adultos por poseer un plumaje más opaco y parduzco.
2. Distancia perpendicular de cada individuo respecto al transecto. Esta distancia se calcula en cada observación, utilizando como referencia la experiencia generada en un entrenamiento previo a los muestreos donde se practica el cálculo de distancias. Durante el muestreo se debe tener un mecate con escala para confirmar distancias.

Para estimar la densidad se utiliza una variación del modelo de King, cuya fórmula es:

$$D = n / (2x_{crit}L)$$

donde  $D$  = densidad estimada,  $n$  = número total de aves detectadas,  $x_{crit}$  = la distancia perpendicular entre el ave y el transecto y  $L$  = la distancia total recorrida.

Se utiliza como distancia perpendicular la “x crítica” ( $x_{crit}$ ) según se propone en Strahl y Silva (1997). La  $x_{crit}$  corresponde a la distancia perpendicular en la que la distribución de frecuencias de distancias de observación decrece rápidamente. Para definir el punto de declive en la distribución de frecuencias se utiliza la regla del 50% (Marshall *et al.*, 2008), donde son excluidos los registros a partir de la clase en que las observaciones disminuyen a la mitad o más que en la clase anterior. Con la utilización de este valor se pretende disminuir el efecto de la detección incompleta a distancias superiores, asumiendo que se registran casi todos los individuos dentro de la franja.



**Figura 11.** Ejemplo de la distribución de frecuencias de distancias de observación de *Chamaepetes unicolor* para definición del punto de declive. Se da un declive abrupto en la categoría 6\_8, donde se pasa de 7 detecciones a 2 en la categoría 9\_11, lo que representa un cambio mayor al 50%

## Periodicidad

- **Básico:** Se plantea realizar dos muestreos al año dentro de la época reproductiva entre marzo y setiembre.
- **Intermedio:** Se plantea cuatro muestreos al año. Dos en época reproductiva en los meses de abril y julio y dos en la época no reproductiva en los meses de diciembre y febrero.
- **Óptimo:** Realizar doce muestreos al año, uno al mes.

## Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo son seleccionados para asegurar la obtención de registros y/o mejorar la representatividad altitudinal dentro del ASP. Se menciona un número mínimo de

transectos considerando la capacidad operativa, sin embargo, para lograr lo mencionado anteriormente es recomendable aumentarlo.

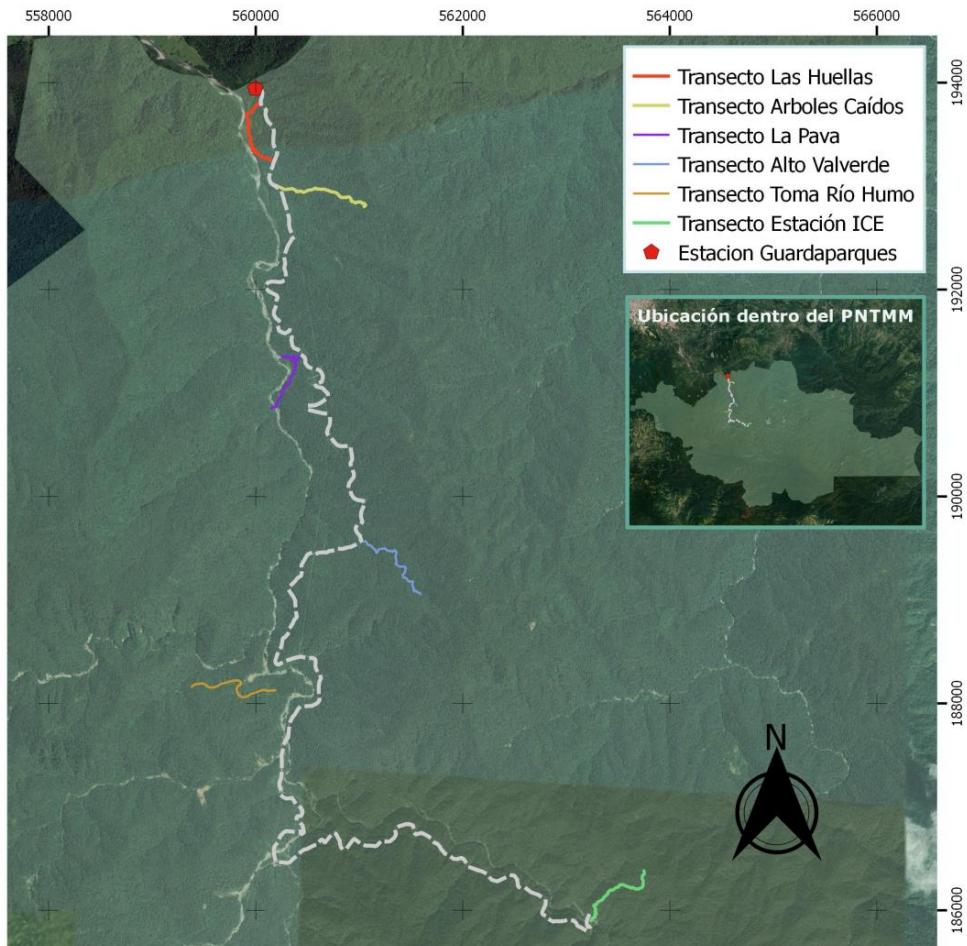
- **Básico:** Mínimo nueve transectos. Se utilizan los transectos con mayor número de registros en este trabajo: Árboles Caídos, La Pava, Alto Valverde, Toma Humo y Estación ICE y se deben incluir dos transectos en el sector Reserva Forestal Río Macho-Pejibaye (a menor altitud) y dos en el sector La Esperanza (a mayor altitud). Se debe seleccionar transectos que mantengan presencia de la especie durante la época reproductiva, por lo que hay que corroborar esta condición para los sectores mencionados. Si por ejemplo, no hay presencia de pavas en el sector Reserva Forestal Río Macho-Pejibaye durante este periodo, se deben utilizar los dos transectos correspondientes en otro sector. Se recomienda aumentar la longitud de los transectos Alto Valverde y Toma Humo y definir los nuevos con mayor distancia.

- **Intermedio:** Mínimo seis transectos. Además de utilizar los transectos Árboles Caídos, Alto Valverde, Toma Humo y Estación ICE, se deben incluir al menos un transecto en el sector Reserva Forestal Río Macho-Pejibaye (a menor altitud) y uno en el sector La Esperanza (a mayor altitud). Se recomienda aumentar la longitud de los transectos Alto Valverde y Toma Humo y definir los nuevos con mayor distancia.

- **Óptimo:** Mínimo seis transectos. Se utilizan los transectos con mayor número de registros en este trabajo, los cuales son Árboles Caídos, Alto Valverde, Toma Humo y Estación ICE y se deben incluir al menos un transecto en el sector Reserva Forestal Río Macho-Pejibaye (a menor altitud) y uno en el sector La Esperanza (a mayor altitud).

**Cuadro 4.** Periodicidad, cantidad mínima de transectos, días necesarios según la cantidad de observadores y tipo de análisis para cada alternativa de seguimiento.

Alternativa	Periodicidad muestreos al año	Sitios muestreo n° transectos	Ejecución días al año	Análisis datos
<b>Básica</b>	2	Mínimo 9	9 observadores = 2 mañanas	Época reproductiva
<b>Intermedia</b>	4	Mínimo 6	6 observadores = 2 mañanas y 2 tardes 3 observadores = 4 mañanas y 4 tardes	Época reproductiva Época no reproductiva Variación estacional
<b>Óptima</b>	12	Mínimo 6	6 observadores =12 mañanas 3 observadores =24 mañanas	Época reproductiva (mayor detalle) Variación estacional (mayor detalle)



**Figura 12.** Ejemplo de la ubicación de los transectos a utilizar dentro del Sector Tapantí, PNTMM.

Proyección CRTM05

### **Ejecución de la propuesta**

En este punto es importante señalar la necesidad de contar con colaboradores (observadores) ya sean funcionarios o participantes externos para cubrir los muestreos. El reunir la cantidad adecuada de colaboradores dependerá de las estrategias de participación que se puedan desarrollar. Algunos ejemplos son el trabajo con grupos de observadores de fauna, grupos ambientalistas, líderes identificados, la coordinación con dueños de fincas colindantes y ONGs, la implementación de actividades abiertas como los conteos de aves. Los muestreos de la mañana se realizan de las 05:30 a las 10:30 horas y de la tarde de las 14:00 a las 17:30 horas.

- **Básico:** En esta alternativa se requiere de colaboradores para cubrir todos los transectos establecidos, por lo que se puede realizar cada muestreo (todos los transectos) durante una mañana o dividir los transectos en dos sectores (por ejemplo, La Esperanza y Tapantí), de manera que en la mañana se cubra un sector y en la tarde del mismo día se cubra el otro. Bajo este sistema se requieren de dos días al año para su aplicación.

- **Intermedio:** En cada época (reproductiva y no reproductiva) se alterna un muestreo en la mañana y el otro muestreo en la tarde. La cantidad de días a utilizar dependerá de la cantidad de observadores disponibles. Por ejemplo, si se cuenta con tres observadores los seis transectos pueden ser cubiertos en dos días, donde cada observador se encarga de un transecto por día. En este caso cada muestreo contaría con dos días por lo que al año se requieren de ocho días (mañanas o tardes). En caso de contar con seis observadores se puede seguir la lógica que se detalla en el escenario “sencillo”, utilizando un solo día por muestreo, lo que representa cuatro días al año.

- **Óptimo:** Los muestreos se realizan en la mañana y la cantidad de días a utilizar dependerá de la cantidad de observadores disponibles, por ejemplo, si se cuenta con tres observadores los seis transectos pueden ser cubiertos en dos días, donde cada observador se encarga de un transecto por día. En este caso cada muestreo contaría con dos días por lo que al año se requieren de 24 días (mañanas). En caso de contar con seis observadores se puede seguir la lógica que se detalla en el escenario “sencillo”, utilizando un solo día por muestreo, lo que representa 12 días al año.

## **Registro de datos**

La plantilla para el registro de datos se adjunta en el anexo 4. La hoja de cálculo generada en la elaboración de esta propuesta puede ser utilizada como base para el registro de la información.

## **Análisis de datos**

Para comparar o identificar tendencias temporales, se debe asegurar que las distancias recorridas entre periodos sean las mismas, especialmente cuando se cuenta con L pequeñas (por ejemplo  $L < 20$  km).

- **Básico:** Se utiliza la información registrada para generar un estimado de densidad de la pava negra por época reproductiva. Para esto se calcula la densidad para cada transecto considerando los dos muestreos y se promedia el valor de todos los transectos.

- **Intermedio:** La información registrada se utiliza para generar un estimado de densidad anual de la pava negra y un estimado de densidad por época reproductiva y época no reproductiva. Para calcular la densidad anual se promedian las densidades estimadas para cada transecto con base a los cuatro muestreos. Para calcular la densidad por época (reproductiva y no reproductiva) se realiza lo indicado en la alternativa “básico” para cada una. Al contar con mayor esfuerzo temporal, se espera detectar variaciones estacionales por sector (acá es importante contar con transectos en los sectores recomendados anteriormente).

- **Óptimo:** La información registrada se utiliza para generar un estimado de densidad anual y mensual de la pava negra, lo que da mayor detalle sobre la variación estacional y espacial de esta especie. Además, permite definir la época reproductiva y determinar si ocurren variaciones en la misma. Se calculan las densidades para cada mes considerando los 6 transectos y para cada transecto considerando los 12 meses de muestreo, ambas de manera independiente. La densidad anual se estima mediante el promedio de las densidades de los transectos.

## **Base de datos SIG**

Los archivos generados deberán almacenarse en la base de datos SIG del ASP y del Área de Conservación.

Cada transecto debe ser georreferenciado y descrito considerando al menos los siguientes aspectos: nombre, longitud, ámbito altitudinal, condición de visitación (público/restringido), indicios de cacería (sí/no) y sector (Tapantí, La Esperanza, Pejibaye). Esta información debe incluirse dentro de sus atributos.

Cada registro de aves debe ser ubicado dentro del transecto, ya sea mediante su georreferenciación con GPS o al dividir y marcar al transecto en fragmentos de 100 metros y ubicar el registro dentro del fragmento correspondiente. Se debe generar una capa que contenga para cada registro el número de individuos y la distancia perpendicular. Entre

otras cosas, utilizando programas de SIG se puede determinar la altitud a la que se observa cada individuo.

### **Consideraciones sobre las alternativas**

- **Sencillo:** En este escenario se reduce el esfuerzo temporal de muestreo, lo que conlleva a obtener una menor cantidad de datos y a su vez puede reflejar un menor detalle y menor representatividad para el análisis de datos (al menos durante los primeros años de muestreo). Considerando esto, se propone el aumento en el esfuerzo de muestreo mediante la definición de más transectos (aumentando “L”).

- **Intermedio y óptimo:** Estas alternativas cuentan con mayor esfuerzo temporal, lo que permite tener mayor detalle sobre las variaciones a lo largo del año. En este sentido y considerando lo observado en este trabajo y lo señalado por Chaves-Campos (2003) es de importancia considerar otros sectores que amplíen el ámbito altitudinal (Pejibaye y La Esperanza) y así verificar la ocurrencia de movimientos estacionales hacia sectores más bajos. La alternativa “Óptimo” permite un mejor detalle para detectar lo mencionado anteriormente. La información obtenida puede ser relacionada con aspectos biológicos (fenología), geográficos, climáticos, antrópicos con el fin de identificar posibles causas de las variaciones.

### **Recomendaciones sobre su ejecución**

Para la implementación de este protocolo se debe contar con estrategias que ayuden a resolver el problema de logística del PNTMM relacionado con la capacidad administrativa de asumir esta tarea, por lo que acciones que fomenten el acercamiento de grupos de observadores (académicos o no) y la promoción de grupos de observadores locales puede influir positivamente sobre la situación. Además de la coordinación con dueños de fincas colindantes y ONGs o la implementación de actividades abiertas como los conteos de aves. Otras alternativas de registro pueden ser de interés para ser consideradas como complementarias, por ejemplo, contar con registros de presencia y ausencia (con información como fecha, lugar, distancia recorrida y número de observadores) durante recorridos y patrullajes en senderos y otros sectores por parte de funcionarios o el registro de presencia y ausencia por sendero visitado por parte de los turistas pueden estructurarse

de manera que refleje la distribución de la pava en el ASP. Hay que tener en cuenta que para empezar a detectar tendencias o dinámicas poblacionales se requiere de periodos largos de muestreo. Conforme se vaya generando e integrando nueva información a los análisis, se podrá ir identificando los ciclos naturales de la especie.

## 4. Discusión

### 4.1. Estimación de la densidad y abundancia de las aves

Las densidades documentadas para otras especies de pavas (subfamilia Penelopinae) varían entre los 0.87 y los 88 ind/Km<sup>2</sup> (Anexo1). Para el caso de *Ch. goudotii* (especie hermana de *Ch. unicolor*) que mantiene una distribución altitudinal similar (500-3300m.s.n.m.), se estimó una densidad promedio de 13.7 (9.95-17.12; IC 95%) en el Santuario de Fauna y Flora Otún-Quimbaya en Colombia. Este valor hizo que los autores calificaran a esta población con altas densidades en relación a otros crácidos (Londoño *et al.*, 2007). Teniendo en cuenta estos valores, podemos deducir que la densidad estimada para el sector Tapantí (3.18 ind/Km<sup>2</sup> ± 1.56 IC, 95%) y la abundancia relativa de 0.51 ind/10Km, reflejan por una parte los pocos registros obtenidos durante los muestreos y sugieren que la pava negra es una especie con bajas densidades en esta área.

Se debe considerar que a la hora de usar otros estudios como referencia hay que tener en cuenta el esfuerzo de muestreo y que la densidad para una misma especie puede variar considerablemente según el sector/ambiente en que se encuentre y el periodo del año en que se realice el estudio (Kattan *et al.*, 2006; Bernardo *et al.*, 2011). Por ejemplo, el trabajo con *Ch. goudotii* contó con un esfuerzo de muestro mucho mayor (L= 576Km) y utilizaron el programa DISTANCE para el cálculo de la densidad (Londoño *et al.*, 2007).

Las estimaciones de densidad descritas para la pava negra se establecieron para el sector de Monteverde. De esta manera Wenny (1991) detalla una densidad de 4 parejas por Km<sup>2</sup> y Brooks y Strahl (2000) la estiman en 7.4 ind/Km<sup>2</sup>. En estos trabajos no se detalla la metodología utilizada, el esfuerzo y el periodo de muestreo, lo que dificulta generar una comparación adecuada de estos valores con el obtenido en el presente estudio. Atendiendo esta situación se observó que los valores indicados para Monteverde doblan el estimado

obtenido para el sector Tapantí. En el caso de Wenny (1991) se puede inferir que el trabajo lo realizó durante el periodo de emparejamiento (del Hoyo *et al.*, 1994), por lo que se puede esperar una mayor detectabilidad y posiblemente agregación de individuos respecto al final de la época reproductiva.

Los despliegues auditivos sólo se registraron en el mes de mayo y la presencia de pichones e inmaduros entre junio y octubre. Se puede inferir que el periodo de trabajo de campo (mayo a octubre) correspondió al final de la época reproductiva de esta especie. Según del Hoyo (1994) en marzo se presenta el emparejamiento de pavas negras y en julio se ha registrado la presencia de pichones e inmaduros. Además se reportan la ocurrencia de huevos en mayo (Stiles y Skutch, 1989). Considerando lo anterior y que el periodo de incubación es de 26 días (R. Fournier, comunicación personal), se puede estimar que la época reproductiva de la pava negra se encuentra aproximadamente entre marzo y junio.

Por otra parte, el ámbito altitudinal del área de estudio (1220-2000 m.s.n.m.) y lo observado por Chaves-Campos (2003), la disminución en la densidad en este sector se podría relacionar con movimientos de algunos individuos a altitudes menores. Se debe considerar que los sectores con cobertura boscosa consolidada a altitudes menores (dentro o fuera del PNTMM) se ubican fuera de la cuenca del río Grande de Orosí (donde se realizó este trabajo) en dirección sureste hacia el sector de Pejibaye y la Reserva Forestal Río Macho. Un aspecto climático de interés es que los muestreos se realizaron al inicio y durante la estación lluviosa.

Es importante destacar que el valor de densidad estimado en este trabajo es indicado para el sector Tapantí del PNTMM y para el periodo en que se realizó (final de la época reproductiva), ya que al utilizar esta variable se deben considerar que aspectos como la condición biofísica de cada sitio, la época en la que se desarrolla el trabajo de campo, el esfuerzo de muestreo y el método de cálculo influyen en el valor obtenido.

#### **4.2. Uso de hábitat y hábitos alimenticios**

El registro de la mayor cantidad de individuos en el suelo indica que la pava negra, a pesar de ser una especie principalmente arbórea (del Hoyo *et al.*, 1994), baja frecuentemente al suelo. La obtención de pocos registros en perchas con elevaciones

mayores a los 14 metros puede relacionarse con la disminución en la capacidad de detección de las aves conforme se aumenta la distancia y la altura del animal, esto debido, al aumento en la cantidad de obstáculos físicos como troncos y ramas. En estudios donde se obtengan más de 30 registros, este factor se puede corregir utilizando el enfoque del muestreo de distancia “distance sampling”, con el cual se modela la probabilidad de detección para ajustar los datos.

En cuanto a la distribución espacial, se puede decir que la población de pava negra se mantuvo sin una preferencia dentro del sector Tapantí durante el final de la época reproductiva del año estudiado. Para entender la dinámica de movimientos estacionales de esta especie se requiere obtener datos de al menos un año y ampliar los sitios de muestreo para abarcar puntos con mayor y menor altitud.

### **4.3. Propuesta de seguimiento**

#### **Periodicidad y sitios de muestreo**

**Sencillo:** El reducir el esfuerzo a dos muestreos al año conlleva a obtener menos datos y esto se reflejará en un menor detalle del comportamiento poblacional y una menor representatividad. Hay que tener claro que esta alternativa debe maximizar esfuerzo por lo que se prioriza la época reproductiva, donde se espera mayor detectabilidad de los individuos, además de representar un periodo clave para la especie.

**Intermedio y óptimo:** Estas alternativas cuentan con mayor esfuerzo temporal, lo que permite tener mayor detalle sobre las variaciones a lo largo del año o en su ciclo reproductivo. En este sentido y considerando lo observado en este trabajo y lo señalado por Chaves-Campos (2003) es de importancia considerar otros sectores que amplíen el ámbito altitudinal (como Pejibaye y La Esperanza) y así verificar la presencia de movimientos estacionales hacia sectores más bajos luego de la época reproductiva. La alternativa “Óptimo” permitiría identificar la época reproductiva de la población y posibles variaciones en la misma. La información obtenida puede ser relacionada con aspectos biológicos (fenología de la vegetación), geográficos (pendientes y altitud), climáticos (precipitación y temperatura), antrópicos (presión por cacería, cercanía con poblados y concentración de infracciones) con el fin de identificar posibles causas que influyen en las variaciones.

## Ejecución de la propuesta

Para la implementación de este protocolo se debe contar con estrategias que ayuden a resolver el problema de logística del PNTMM, relacionado con la capacidad administrativa de asumir esta tarea, por lo que acciones que fomenten el acercamiento de grupos de observadores (académicos o no) y la promoción de grupos de observadores locales puede influir positivamente sobre la situación. Además de la coordinación con dueños de fincas colindantes y ONGs o la implementación de actividades abiertas como los conteos de aves (Bonilla *et al.* 2018). Otras alternativas de registro pueden ser de interés para ser consideradas como complementarias, por ejemplo, contar con registros de presencia y ausencia (con información como fecha, lugar, distancia recorrida y número de observadores) durante recorridos y patrullajes en senderos y otros sectores por parte de funcionarios o el registro de presencia y ausencia por sendero visitado por parte de los turistas pueden estructurarse de manera que refleje la distribución de la pava en el ASP.

## 5. Conclusiones

- La densidad estimada en este trabajo refleja los pocos registros obtenidos durante los muestreos y sugieren que la pava negra es una especie de crácido con bajas densidades en el sector Tapantí, al menos durante el periodo muestreado.
- La densidad puede ser utilizada como indicador para describir el comportamiento de una población a lo largo del tiempo. El cálculo de la densidad mediante la metodología propuesta en este trabajo es sencillo y genera un valor que relaciona la abundancia con el espacio efectivo que fue muestreado. Se considera que puede ser interpretada como un indicador de abundancia y no para obtener un estimado del número “real” de individuos presentes en un área específica.
- *Ch. unicolor* es una especie de hábitos arbóreos que frecuenta el suelo en busca de diferentes recursos y que utiliza los ecosistemas del sector Tapantí como sitios de alimentación y reproducción. Se estima que la época reproductiva de la pava negra se encuentra entre marzo y junio

- Las condiciones actuales en cuanto a personal asignado al ASP (nueve funcionarios), no son las óptimas para el desarrollo de los programas definidos para su gestión. Esto puede dificultar la implementación de un programa de monitoreo ejecutado en su totalidad por funcionarios.
- Para comparar densidades entre especies diferentes o de una misma especie entre sitios o periodos distintos hay que considerar aspectos ecológicos como las condiciones biofísicas de área de estudio (hábitat idóneo para la especie o no), la época del año (reproducción o movimientos altitudinales) y aspectos metodológicos como el esfuerzo de muestreo (distancia recorrida, L) y el tipo de cálculo empleado (muestreo de distancia o King).

## 6. Recomendaciones

- Utilizar esta metodología para el registro de otras especies de interés y que sean observadas en los transectos, por ejemplo, durante este trabajo se registró adicionalmente ardillas (*Microsciurus alfari* y *Sciurus granatensis*) y otras especies de aves como *Myadestes melanops* (jilguero), *Trogon collaris*, *Semnornis frantzii*, *Phainoptila melanoxantha* y *Zentrygon costaricensis*. Todas estas especies con la misma condición de endemismo que la pava negra. Además hay que considerar otras especies asociadas a bosque como por ejemplo miembros de la familia Furnariidae.
- Considerar la utilidad de cada transecto en función de la alternativa a utilizar. Para la alternativa sencilla se debe buscar la obtención de registros durante la época reproductiva, por lo que los transectos deben ubicarse en los sectores donde haya mayor presencia de la especie durante los meses de muestreo. Para las alternativas intermedio y óptimo, se puede obtener información sobre movimientos de la especie, por lo que si se quiere describir este aspecto se debe buscar transectos que representen los cambios de abundancia entre sitios.

- Identificar factores ecológicos (temperatura, precipitación, relieve, fenología de especies de interés, amenazas antropogénicas, etc) que influyan en el estado de conservación del PNTMM y que permitan generar modelos ecológicos y propuestas de seguimiento que mejoren el entendimiento de las especies y el ASP. Además mantener el programa de seguimiento actualizado mediante la búsqueda y análisis de estimadores o índices que permitan comparaciones temporales con un menor grado de sensibilidad hacia esfuerzos de muestreo bajos y/o pocos registros.
  
- Se deben establecer y/o fortalecer las relaciones con actores tanto locales como de otras regiones para lograr la implementación de las acciones necesarias para la gestión del ASP. Esto mediante la promoción de grupos de observadores locales, la coordinación con dueños de fincas colindantes y ONGs o la implementación de actividades abiertas como los conteos de aves.
  
- Las universidades pueden apoyar al manejo de las ASP en diversos temas, por lo que se recomienda que se inicie con acercamientos formales hacia el SINAC con actitud propositiva en beneficio de estos espacios naturales. Específicamente las Escuelas que se relacionan con las ciencias naturales y sociales pueden desarrollar, implementar y analizar información para la evaluación de la Integridad Ecológica de los EFM. Esto mediante el impulso de prácticas dirigidas (para la aplicación de un periodo de muestreo), proyectos de extensión y/o investigación a mediano-largo plazo y formalización de laboratorios dedicados a la investigación y seguimiento en las ASP.

## 7. Bibliografía

- Abundis, A. (2006). Propuesta de protocolo para el monitoreo de la población del pavón (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas. (Tesis de maestría inédita). Instituto de Ecología, A.C. Veracruz, Mexico.
- Alarcón-Nieto, G. & Palacios, E. (2008). Estado de la población del pavón moquirrojo (*Crax globulosa*) en el bajo río Caqueta, Amazonía colombiana. *Ornitología Neotropical*. 19, 371-376.
- Bernardo, C., Rubim, P., Bueno, R., Begotti, R., Meirelles, F., Donatti, C., Denzin, c., Steffler, C., Marques, R. Bovendorp, R, Gobbo, S. & Galetti, M. (2011). Density estimates of the black-fronted piping guan in the brazilian atlantic rainforest. *The Wilson Journal of Ornithology*. 123, 690-698.
- Bertsch & Barreto. (2008). Abundancia y área de acción del paují de copete (*Crax daubentoni*) en los llanos de Venezuela. *Ornitología Neotropical*. 19, 287-293.
- Bibbly, C., Burgess, N. & Hill, D. (1992). *Bird Census Techniques*. Londres: Academic Press.
- BirdLife International. (2013). Species factsheet: *Chamaepetes unicolor*. Recuperado de: <http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html?action=SpcHTMDetails.asp&id=92&m=0>
- Bonilla, S., Kikuchi, T., Herrera, E. & Calvo, S. (2018). Aplicación del Monitoreo Ambiental Participativo en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado. ACTo-SINAC-Mapcobio-JICA, Costa Rica.
- Brooks, D. & S. Strahl. (2000). *Pavones, Pavas y Chachalacas. Prospección Sobre el Estatus y Plan de Acción para la Conservación de los Crácidos (2000-2004)*. Gland y Cambridge: Grupo de Especialistas en Crácidos del IUCN, Information press.
- Brooks, D. & Fuller, R. (2006). Capítulo 1 Biología y Conservación de Crácidos. En L. Cansino & D. Brooks (Eds.). *Conservando Crácidos: la familia de aves más amenazadas de las Américas. Miscellaneous Publications of The Houston Museum of Natural Science, No. 6* (pp. 11-26). Estados Unidos: The Houston Museum of Natural Science.

- Buckland, S., Aderson, D., Burnham, J. & Laake, J. (1993). Distance Sampling, Estimating abundance of biological populations. Londres: Chapman y Hall.
- Chaves-Campos, J. (2003). Changes in abundance of Crested Guan (*Penelope purpuracens*) and Black Guan (*Chamaepetes unicolor*) along an altitudinal gradient in Costa Rica. *Ornitología Neotropical* 14, 195-200
- Conservation Measures Partnership, CMP. (2007). Estándares abiertos para la práctica de la conservación. Versión 2.0.
- del Hoyo, I. Elliot, A. & Sargatal, J. (Eds) .(1994). *Handbook of the Birds of the World. Vol. 2*. Barcelona: Lynx Editions.
- Desbiez, A., & Sao Bernardo C. (2011). Density estimates of the Bare-faced Curassow (*Crax fasciolata*) in the Brazilian Pantanal. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 19,385–390.
- Eisermann, K. (2004). Estatus de *Crax rubra* en Punta de Manabique, Guatemala: Hábitat, tamaño de población e impacto humano. *Boletín Grupo de Especialistas en Crácidos*. 18, 4-15.
- Galetti, M., Martuscelli, P., Olmos, F. & Aleixo, A. (1997). Ecology and conservation of the Jacutinga *Pipile jacutinga* in the atlantic forest of Brazil. *Biological Conservation*. 82, 31-39.
- Granizo, T., Molina, M., Secaira, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, O., Arroyo, P., Ísola, S., & Castro, M. (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito: TNC y USAID.
- Herrera, B. & Corrales, L. (2004). Midiendo el éxito de las acciones en las áreas protegidas de Centroamérica: Evaluación y Monitoreo de la Integridad Ecológica. Guatemala: PROARCA/APM
- Kattan, G., León, A., Corredor, G., Beltrán, W. & Parada, M. (2006). Distribution and population density of the endangered Cauca guan *Penelope perspicax*. *Bird Conservation International*. 16, 299-307.
- Kattan, G., Roncancio, N., Banguera, Y., Kessler-Rios M., Londoño, G., Marín O. & Muñoz, M. (2014). Spatial variation in population density of an endemic and endangered bird, the Cauca Guan (*Penelope perspicax*). *Tropical Conservation Science*. 7(1), 161-170

- Kattan, G. Muñoz, C. & Kikuchi, W. (2016). Population densities of curassows, guans, and chachalacas (Cracidae): Effects of body size, habitat, season, and hunting. *The Condor*. 118(1), 24-32
- Londoño, G., Muñoz, M. & Ríos, M. (2007). Density and natural history of the sickle-winged guan (*Chamaepetes goudotii*) in the Central Andes, Colombia. *The Wilson Journal of Ornithology*. 119(2), 228-238
- Marshall, A., Lovett, J. & White, P. (2008). Selection of line-transect methods for estimating the density of group-living animals: Lessons from primates. *American Journal of Primatology*. 70,1-11.
- Martinez-Morales, M. (1999). Conservation status and conzumel habitat preferences of the curassow. *The Condor*. 101, 14-20.
- Mendoza, M., Ochoa, D., Borja, R. & Gutiérrez, T. (2010). Algunas características de la población y hábitat de *Crax alberti* en el Eco-parque los Besotes, Valledupar-Cesar. *Boletín de Grupo de Especialistas en Crácidos*. 29, 17-26.
- McCoy M. (1997). Country Report on Cracids of Costa Rica. En: D. Strahl, S. Beaujon, D. Brooks, A. Begazo, G. Sedaghatkish & F. Olmos (Eds.). *The Cracidae Their Biology and Conservation* (pp 298-313). Estados Unidos: Hancock House Publishers LTD.
- Muñoz, M. & Kattan, G. (2007). Diets of cracids: How much do we know? *Ornitología Neotropical*. 18, 21-36
- Ortiz, R. (2008). Densidad y estructura poblacional del paujil piquiazul (*Crax alberti*) en la Reserva Natural de las aves El Paujil, Serranía de las Quinchas. *Conservación Colombiana*. 4, 46-59.
- Parker, T. (2002). Behavior, habitat and status of the nocturnal curassow (*Nothocrax urumutum*) in northern Peru. *Ornitología Neotropical*. 13, 153-158
- Parrish, J.D., D.P. Braun & Unnasch R.S.. (2003). Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *Bioscience* 53:851-860.
- Ralph, J., Geoffrey R., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D. & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Recuperado de: [http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw\\_gtr159/psw\\_gtr159.pdf](http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr159/psw_gtr159.pdf)

- Ramírez, O. (2005). *Uso de hábitat, abundancia relativa del quetzal (Pharomachrus mocinno costaricensis) y análisis de paisaje en el sector Volcán Barba, Parque Nacional Braulio Carrillo, Costa Rica*. (Tesis de maestría inédita). Universidad Nacional, Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe. Heredia, CR.
- Ríos, M., Londoño, G. & Muñoz, M. (2005) Densidad poblacional e historia natural de la pava negra (*Aburria aburri*) en los Andes Centrales de Colombia. *Ornitología Neotropical*. 16, 1-13
- Ríos, M., Londoño, G., Muñoz, M. & Kattan, G. (2008). Abundancia y endemismo en la pava caucana (*Penelope perspicax*): ¿Ecología o historia? *Ornitología Neotropical*, 19, 295-303.
- Rivas, J. Morales, J. & Flores M. (2003). El papel de los crácidos (Aves:Galliformes) como dispersores y depredadores de semillas. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rodríguez, E. (2004). Densidad y estructura poblacional del Paujil Piquiazul (*Crax alberti*) en la Reserva Natural de las Aves El Pujil, Serranía de las Quinchas. *Conservación Colombiana*. 4, 46-59
- Sánchez, J. (2002). *Aves del Parque Nacional Tapantí, Costa Rica*. Heredia: Editorial INBio.
- Santamaría, M. & Franco, A. (2000). Frugivory of Salvins curassow in a rainforest of the colombian amazon. *Wilson Bulletin*. 112(4),473–481.
- Setina, V., Lizcano, D., Brooks, D. & Silveira L. (2012). Population density of the helmeted curassow (*Pauxi pauxi*) in Tama National Park, Colombia. *The Wilson Journal of Ornithology*. 124, 316-320.
- Seutin, G. (2006). Pava negra (*Chamaepetes unicolor*). En L. Cansino & D. Brooks (Eds.). *Conservando Crácidos: la familia de aves más amenazadas de las Américas. Miscellaneous Publications of The Houston Museum of Natural Science, No. 6* (pp. 87-89). Estados Unidos: The Houston Museum of Natural Science.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación, SINAC. (2008). *Plan para la Conservación del sitio Tapantí-Macizo de la Muerte*. San José.

- Sistema Nacional de Áreas de Conservación, SINAC. (2010). *Plan de Manejo del Parque Nacional Tapantí Macizo de la Muerte*. San José.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación, SINAC. (2014)a. *Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica*. San José.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación, SINAC. (2014)b. *Herramienta para la Evaluación de la Efectividad de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica*. San José.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación, SINAC. (2013). *Áreas Silvestres Protegidas*. Recuperado de:  
<http://www.sinac.go.cr/AC/ACLAP/PNTapamtiMacizoMuerte/Paginas/default.aspx>
- Stallarsfield, A., Crosby, M., Long, A. & Wege, D.(1999). *Endemic Bird Areas of the World: priorities for biodiversity conservation*. Cambridge: Bird Life Internacional.
- Strahl S. & Silva, J. (1997). Census Methods for Cracid Populations. En: D. Strahl, S. Beaujon, D. Brooks, A. Begazo, G. Sedaghatkish & F. Olmos (Eds.). *The Cracidae Their Biology and Conservation* (pp.26-33). Estados Unidos; Hancock House Publishers LTD.
- Styles, G. & Skutch, A. (1998). *Guía de aves de Costa Rica*. Heredia: Editorial INBio.
- The Nature Conservancy, TNC. (2003)a. *Methods for Evaluating Ecosystem Integrity and Monitoring Ecosystem Response*. S.l.: The Nature Conservancy.
- The Nature Conservancy, TNC. (2003)b. *The Five-S Framework for Site Conservation: A Practitioner's Handbook for Site Conservation Planning and Measuring Conservation Success*. Volumen 1. 3 edición.
- Thel, T., Teixeira, P., Lyra-Neves, R., Telino-Júnior, W., Ferreira, J. & Azevedo-Júnior, M. (2015). Aspects of the ecology of *Penelope superciliaris* Temminch, 1815 (Aves:Cracidae) in the Araripe National Forest, Ceará, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 75, 126-135.
- Wenny, D. (1993). La pava negra como dispersora de semillas en Costa Rica. *Boletín de Crácidos*. 2(2), 13-14
- Wenny, D. & Levey, D. (1998). Directed seed dispersal by bellbirds in a tropical cloud forest. *Ecology*. 95, 6204-6207

Wenny, D. (2000). Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. *Ecological Monographs*. 70(2): 331-351

## 8. Anexos

### Anexo 1. Recopilación de estudios que estiman la densidad de crácidos.

Especie	Densidad (Ind/Km <sup>2</sup> )	Método estimación	N° indi.	Abundancia relativa	Distancia Recorrida (Km)	Horario muestreo	Fuente
<i>Aburria aburri</i>	Total: 0.87(DE=0.79) Ecológica: 2.6 (DE=2.46)	King	13	-	576	M y T	Ríos <i>et al.</i> (2005)
<i>Chamaepetes goudotii</i>	Mensuales: 4.5 a 22.3 Promedio mensual: 13.7 (9.95-17.12; IC 95%)	Distance	-	-	576	M y T	Londoño <i>et al.</i> (2007)
<i>Chamaepetes unicolor</i>	Total: 4 parejas	King?			-		Wenny (1991)
<i>Nothocrax urumutum</i>	Por sitio: 4 y 6	King?	-	-	-	Noche	Parker (2002)
<i>Crax alberti</i>	Total: 2.8(DE=1.81) Ecológica: 4.8 (DE=2.0)	King	23	Tasa de encuentro Ind/Km : 0.02-0.22	162	M y T	Ortiz (2008)
<i>Crax alberti</i>	Total: 1.11	King	8	-	39.6	M y T	Mendoza <i>et al.</i> (2010)
<i>Crax daubentoni</i>	Por sitio: 100, 36 y 10	King?	113	Ind/10Km : 23, 8 y 7	68	M y T?	Bertsch y Barreto (2008)
<i>Crax fasciolata</i>	Por sitio: 4.66 y 0.43 Total: 3.67 (EE 0.82)	Distance	190	-	2174	M	Léonard <i>et al.</i> (2011)
<i>Crax globulosa</i>	Por sitio: 19.0, 29.2 y 11.0	Distance	106	Tasa de encuentro Ind/Km: 0.6, 0.7 y 0.33	93.2	M	Alarcón-Nieto y Palacios (2008)

<i>Crax rubra griscomi</i>	Total: 0.9 ± 0.3(ES)	Distance	17	.	386	M y T	Martinez-Morales (1999)
<i>Crax rubra</i>	4	King	10	-	41	-	Eisermann (2004)
<i>Pauxi pauxi</i>	4.8		40	Tasa de encuentro Ind/Km: 0.08	490		Setina <i>et al.</i> (2012)
<i>Penelope perspicax</i>	Por sitio: 31 y 88	Distance	-	Tasa de encuentro Ind/Km (Fig. 2)	576	M y T	Ríos <i>et al.</i> (2008)
<i>Penelope perspicax</i>	Por sitio: 8.6 (6.3-10.9; IC 95%), 70-100 y 41.6 (29.4-53.9; IC 95%)	King	-	-	-3 transectos entre 500 a 1800m (3 veces) -1 transecto 3600m y 4 entre 1200-2040m (1 a 4 veces al mes durante 11 meses)	-	Kattan <i>et al.</i> (2006)
<i>Penelope perspicax</i>	10.8 (7.4-16; IC 95%), 14 (8.2-23.9; IC 95%) y 21.3 (13.6-33.5; IC 95%)	Distance	-	-	Por sitio: 241, 190 y 99	Variable	Kattan <i>et al.</i> (2014)
<i>Penelope supercilialis</i>	19.17 (14.55-25.48; IC)	Distance	50	Ind/10Km: 0.13	384	M	Thel <i>et al.</i> (2015)
<i>Pipile jacutinga</i>	Por sitio: 0.27 a 13.3 Total: 1.6 (1.2-2.2; IC 95%)	Distance	70	por sitio Ind/10Km: 0.05 a 1.5	2246	M y T	Bernardo <i>et al.</i> (2011)
<i>Pipile jacutinga</i>	Por sitio: 1.7, 0.93, 3.17	King	8, 8, 48		Por sitio: 236, 215, 151		Galetti <i>et al.</i> (1997)
<i>Oreophasis derbianus</i>	4.4± 0.9 (SE) Mensuales: 0.7 a 8.4 Total: 3.7±0.9 (SE)	Distance King	45 37	-	180.6	M y T	Abundis (2006)

## Anexo 2. Participación en la validación de la propuesta

### Lista de asistencia



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN  
ÁREA DE CONSERVACIÓN CENTRAL  
PARQUE NACIONAL TAPANTÍ MACIZO DE LA MUERTE



#### Lista de Asistencia

Lugar: PN Tapantí MM Fecha: 21/DIC/2017

Actividad: Reunión Personal Hora inicio: 8:45 am Hora final: \_\_\_\_\_

Nombre y Apellido	Institución/Organización	Correo electrónico	Teléfono	Firma
Malyor Shwázima	PNTMM			
Mauricio Hernández	PNTMM	mauricio.hernandez@sinac.go.cr	85147768	
Gerardo Aguirre	PNTMM	gerardoaguirre@gmail.com	84322795	
Thiéfante Granados	PNTMM	thiefante.granados@sinac.go.cr	22004325	
Lizandra Zúñiga M.	PNTMM - Voluntaria	lizandrazuniga@gmail.com	85216442	
Gema Aron	PNTMM	gema.aron@sinac.go.cr	22065615	
Eli Granda R.	PNTMM	eli.granda@sinac.go.cr	22065615	
Fabian Caball	PNTMM	fabian.caball@sinac.go.cr	22065615	
Sebastián Bourla S.	-	sebasboni@yahoo.com	88299904	
Juan Carlos S.	PNTMM		22065615	

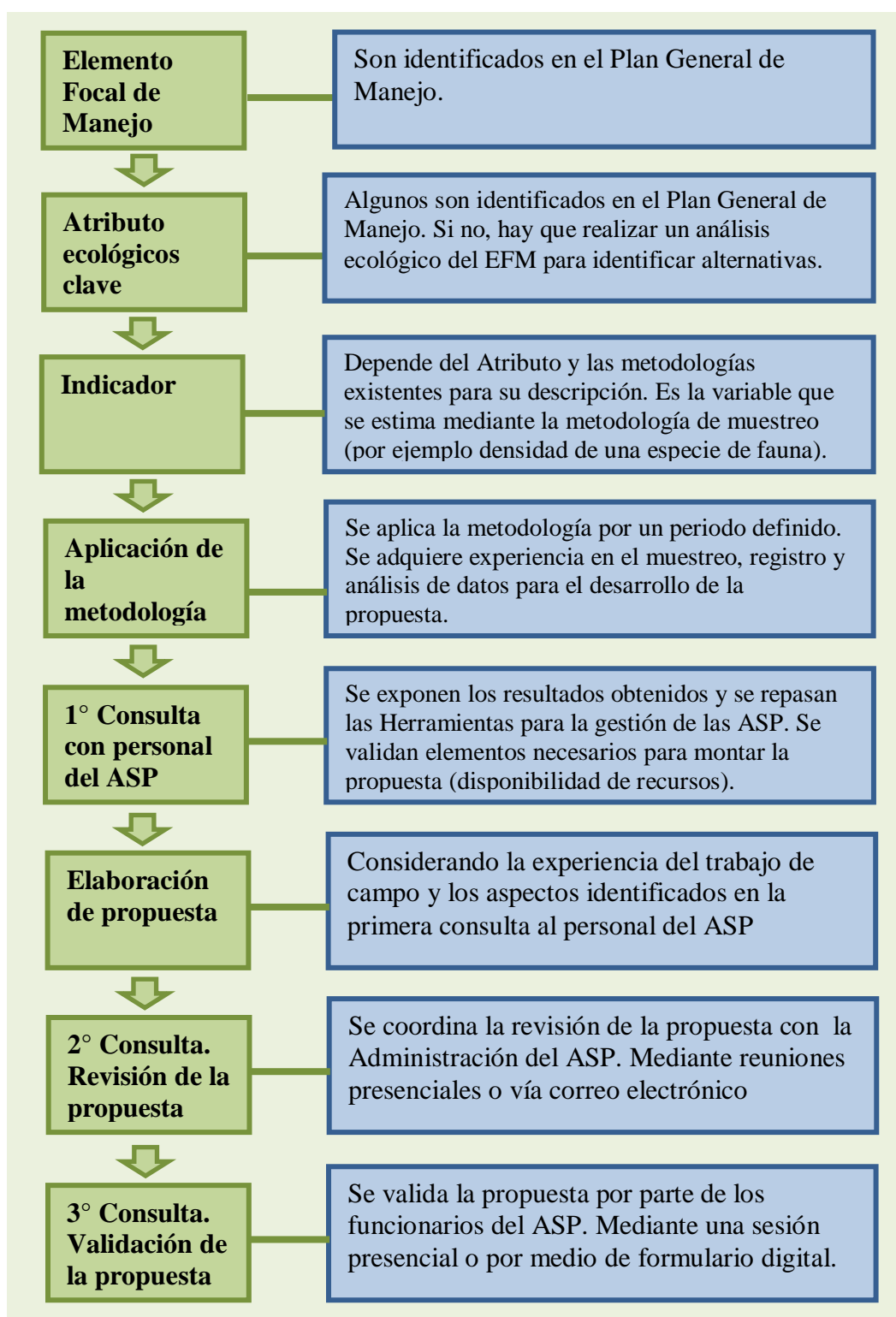
Dirección: Orosi Cartago.  
Telefax: (506) 2206-5615, 2571-1781  
www.sinac.go.cr



Gobierno de Costa Rica

CONSTRUIMOS  
UN PAÍS SEGURO

### Anexo 3. Hoja de ruta para la elaboración de protocolos de seguimiento en ASP



**Anexo 4. Plantilla de registro de campo**  
**Seguimiento de *Chamaepetes unicolor* en el PNTMM**

Participantes:

Transecto:

Fecha:

N° página:

Hora inicio:

Hora final:

Clima:

Fila	Sp.	N° adult	N° juv	Hora	Dist. Perp.	GPS	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							

**Seguimiento de *Chamaepetes unicolor* en el PNTMM**

Participantes:

Transecto:

Fecha:

N° página:

Hora inicio:

Hora final:

Clima:

Fila	Sp.	N° adult	N° juv	Hora	Dist. Perp.	GPS	Observaciones
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							