

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure holding a staff, surrounded by various heraldic symbols including castles and a lion. The shield is set against a background of a mountain range. The Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMVALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

“Densidad poblacional e historia natural del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, El Progreso, Guatemala.”

Juan Miguel Quiñónez Guzmán

Biólogo

Guatemala, Enero de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



“Densidad poblacional e historia natural del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, El Progreso, Guatemala.”

Informe de Tesis

Presentado por

Juan Miguel Quiñónez Guzmán

Para optar al título de

Biólogo

Guatemala, Enero de 2011

JUNTA DIRECTIVA

Oscar Cobar Pinto, Ph.D.

DECANO

Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.

SECRETARIO

Licda. Lillian Raquel Irving Antillón, M.A.

VOCAL I

Licda. Liliana Vides de Urizar

VOCAL II

Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli

VOCAL III

Br. José Roy Morales Coronado

VOCAL IV

Br. Cecilia Liska De León

VOCAL V

DEDICATORIA

A mi madre y a mi padre (Carolina y Javier) como un leve tributo a su esfuerzo, cariño y dedicación.

A la memoria de don José Oscar Guzmán Toledo “El Abuelo” artesano de la vida, la madera y el amor.

A la investigación, proceso generador de conocimiento.

A la gente cuyo trabajo arduo y genuino pretende mejorar los tiempos difíciles y violentos en los que vivimos.

Agradecimientos

A la vida por haberme dado tanto

A mis padres por su apoyo incondicional. A mis hermanos por las alegrías y enseñanzas. A mis sobrinos (Joaquín y Joel) por recordarme las cosas que son realmente importantes: la sonrisa y la imaginación. A mi familia entera los Quiñónez y los Guzmán por su cariño. A l@s amig@s que el tiempo puso en mi camino y a algun@s los transformó en mis herman@s. A la gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala, por todo lo que me enseñó dentro, pero sobre todo fuera de sus aulas.

Al Fondo Internacional para la Conservación de *Oreophasis derbianus* Embajadores de la Nubes y a Defensores de la Naturaleza por financiar el proyecto.

Al maestro Fernando González-García del INECOL Xalapa, Veracruz, Mexico quien fungió como director de la tesis, por compartir su amplio conocimiento en el tópico de mi investigación, por sus observaciones, correcciones y por su amistad y paciencia. A la bióloga Ana José Cobar asesor de la tesis, por confiar en mí para desarrollar éste proyecto, por sus revisiones y aportes a la investigación; además por conseguir el financiamiento del proyecto base del que posteriormente se derivó mi trabajo de tesis y por su amistad. Al maestro Javier Rivas por compartir su conocimiento, por sus revisiones, paciencia, asesoría y aportes a éste trabajo y por supuesto por su amistad. Al Doctor Juan Fernando Hernández, quien en algún momento inicial realizó el papel de revisor de la tesis.

Al Ing. Mario Véliz por la determinación taxonómica de las plantas colectadas y al personal del herbario BIGU por su asesoría y paciencia en el ingreso de los especímenes a la colección

A la oficina regional de Defensores de la Naturaleza en San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, al Ing. César Tot y su equipo de trabajo, especialmente a Israel Alvizurez amigo indispensable en la preparación de la logística y organización del equipo de trabajo en el campo y en el traslado hacia y desde Albores.

A los Incansables trabajadores en el campo (Aldea Tecuiz, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala): Felipe Capulramos, Edín Hernández, Pablo de León, Pablo Ramos, Leopoldo Vargas, Carlos Morales, Mario Ramos, Guillermo Ramos, Pedro Rodríguez, Timoteo Rodríguez y Octavio, por su trabajo, tertulias, místicos encuentros con seres del bosque y sonrisas compartidas en el campo. A Sofía Ortiz por su agradable compañía en algunos de los viajes de campo.

A Ivonne Gómez por facilitarme bibliografía del CDC-CECON, a Manuel Acevedo por la identificación de los reptiles y a Diego Juárez por la identificación de algunos mamíferos reportados en éste trabajo.

INDICE

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCION.....	3
III.	ANTECEDENTES	
	III.i Taxonomía y Origen de <i>Oreophasis derbianus</i>	5
	III.ii Descripción anatómica.....	5
	III.iii Distribución geográfica del Pavo de Cacho y su Hábitat.....	7
	III.iv Diferenciación sexual y Reproducción.....	8
	III.v Hábitos alimenticios.....	9
	III.vi Estudios sobre densidad poblacional del Pavo de Cacho.....	11
	III.vii Estado de Conservación y Amenazas.....	11
	III.viii Papel ecológico e importancia del Pavo de Cacho.....	13
	III.ix Sobre el área de estudio.....	14
	III.x Estudios previos con sobre avifauna realizados en Albores.....	17
IV.	JUSTIFICACIÓN.....	19
V.	OBJETIVOS	
	V.i General.....	20
	V.ii Específicos.....	20
VI.	HIPOTESIS.....	21

VII.	MATERIALES Y MÉTODOS	
	VII.i	Universo
		VII.i.i Población.....22
		VII.i.ii Muestra.....22
	VII.ii	Materiales
		VII.ii.i Equipo.....22
		VII.ii.ii Recurso humano.....23
	VII.iii	Métodos
		VII.iii.i Diseño experimental.....23
		VII.iii.ii Análisis estadístico.....26
VIII.	RESULTADOS	
	VIII.i	Densidad.....28
	VIII.ii	Historia Natural.....32
	VIII.iii	Otros hallazgos.....39
IX.	DISCUSIÓN	
	IX.i	Densidad.....40
	IX.ii	Historia Natural.....43
	IX.iii	Otros hallazgos.....48
	IX.iv	Implicaciones.....50
X.	CONCLUSIONES.53

XI.	RECOMENDACIONES.....	54
XII.	REFERENCIAS.....	56
XIII.	ANEXOS.....	68

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1.</i>	Nombre del transecto longitud y altitudes, para el muestreo y estimación de la densidad poblacional de <i>Oreophasis derbianus</i> de Abril a Diciembre de 2009, en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	24
<i>Cuadro 2.</i>	Individuos de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) observados de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	29
<i>Cuadro 3.</i>	Identificación individual y características particulares de algunos individuos de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) observados de de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	32
<i>Cuadro 4.</i>	Distribución del número de salidas de campo e individuos de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) observados de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	33
<i>Cuadro 5.</i>	Familias, especies y formas de vida de plantas utilizadas por el Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) observadas de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	35
<i>Cuadro 6.</i>	Semillas encontradas, en las excretas de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	36

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Ubicación geográfica de los transectos recorridos para la estimación de la densidad poblacional de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	27
<i>Figura 2.</i>	Distribución espacial de los Individuos de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) observados durante los censos de los transectos, utilizados para la estimación de la densidad poblacional de Abril a Diciembre del año 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	37

<i>Figura 3.</i> Distribución espacial de todos los individuos de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) observados durante los censos y fuera de éstos de Abril a Diciembre del año 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	38
<i>Figura 4.</i> Número de individuos de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) observados de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	33
<i>Figura 5.</i> Distribución del horario de observación de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) observados de Abril a Diciembre del 2009, en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	34
<i>Figura 6.</i> OD 10 - Macho adulto de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.....	72
<i>Figura 7.</i> OD 11 - Hembra de 1-2 año de edad de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.....	72
<i>Figura 8.</i> OD 14 - Juvenil de dos o tres meses de edad de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.....	73
<i>Figura 9.</i> OD15 - Hembra Adulta (madre de las crías de figura 10 y 12); de entre 1-2 años de edad de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.....	73
<i>Figura 10.</i> OD 16 - Juvenil de dos o tres meses de edad de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.....	74
<i>Figura 11.</i> Semillas de <i>Oreopanax sp</i> encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) (OD 9), colectadas el 25 de junio de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	75
<i>Figura 12.</i> Semillas de <i>Prunus sp</i> encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) (OD 15), colectadas el 12 de Agosto de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	75
<i>Figura 13.</i> Semillas de <i>Symplocos hartwegii</i> encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) (OD 23), colectadas el 25 de Noviembre de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	76
<i>Figura 14.</i> Semillas no identificadas, encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) (OD 9), colectadas el 25 de Junio de 2009 en Albroes, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	76
<i>Figura 15.</i> Semillas no identificadas, encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (<i>Oreophasis derbianus</i>) (OD 9), colectadas el 25 de Junio de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....	77

Figura 16. Semilla no identificada, encontrada en excrementos de un individuo juvenil de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 14), colectadas el 12 de Agosto de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....**77**

Figura 17. Semilla no identificada, encontrada en excrementos de una hembra de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 15), colectadas el 12 de Agosto de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....**78**

Figura 18. Semillas no identificadas, encontradas en excrementos de una hembra de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 15), colectadas el 12 de Agosto de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....**78**

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa de Distribución geográfica mundial de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*).....**68**

Anexo 2: Mapa de distribución geográfica de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en Guatemala.....**69**

Anexo 3: Zonificación de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, Guatemala.....**70**

Anexo 4: Mapa de ubicación de las dos grandes áreas (Rectángulos rojo y azul ampliados) de distribución de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala.....**71**

Anexo 5: Fotos de Pavos de Cacho (*Oreophasis derbianus*) a los que se pudo establecer su identidad observados de Abril a Diciembre del 2009, en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....**72**

Anexo 6: Fotografías de semillas encontradas en las excretas de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) colectadas en 2009, en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....**75**

Anexo 7. Listado de especies de aves observadas en los muestreos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) realizados de Abril a Diciembre de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....**79**

Anexo 8. Listado de especies de mamíferos observados en los muestreos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) realizados de Abril a Diciembre de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....**81**

Anexo 9. Listado de especies de herpetofauna observadas en los muestreos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) realizados de Abril a Diciembre de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.....**82**

I. RESUMEN

Utilizando el método de transecto lineal, y por medio de registros visuales y auditivos se detectaron individuos de *Oreophasis derbianus* en tres transectos que sumaron en total 8 km de longitud, ubicados en el bosque nuboso latifoliado y mixto del área de “las Cabañas”, Albores, zona núcleo de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. Los transectos fueron censados 25 veces entre Abril y Diciembre de 2009; la densidad poblacional estimada fue de $1.6 \text{ ind/km}^2 \pm 1.01 \text{ (SE)}$, utilizando el método de muestreo de distancias y el software Distance 6.

La densidad estimada fue comparada con otras dos estimaciones realizadas previamente en México y Guatemala y parece encajar en un patrón de mayor densidad poblacional al centro y menor densidad hacia las periferias de su rango de distribución, lo cual presenta importantes implicaciones.

En el área de estudio, se observó que la distribución de los individuos en el espacio es agregada, ubicándose la mayoría de los registros entre los 2500 y 2600 m de altitud. Temporalmente Junio fue el mes con más avistamientos. Se reporta la observación de una hembra y sus dos crías en el mes de agosto. La edad de la hembra se estimó entre uno y dos años de edad en función del tamaño del cuerno; la edad de ambas crías se estimó entre dos y tres meses en base a las características del plumaje.

Se reporta la utilización de 22 especies de plantas por el Pavo de Cacho en el área de estudio. Dos especies (*Passiflora membranaceae* y *Styrax sp*) son nuevos registros en la dieta ya que no habían sido reportadas en la literatura publicada como utilizadas para alimentación en otros sitios de la distribución de la especie.

Se reporta actividad de cacería dentro de la zona núcleo del área protegida, como una amenaza directa para la conservación de los Pavos de Cacho por lo que se recomienda tomar medidas de control. Además, la divulgación y educación ambiental de la importancia de la especie y su hábitat, en el área parece ser un factor crítico.

Futuras investigaciones detalladas sobre la utilización de los recursos florísticos, patrones de movimientos a través del bosque, requerimientos ambientales y bióticos y variabilidad genética en Albores y otros sitios de distribución de *Oreophasis derbianus* serán clave para comprender más a fondo la biología de la especie y así establecer medidas de conservación más precisas en la Reserva de la Sierra de las Minas y en otras áreas.

Importantes observaciones adicionales sobre aves y otros grupos del lugar también se incluyen como observaciones complementarias a éste estudio.

II. INTRODUCCION

El Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), es un ave perteneciente a la familia Cracidae; es endémica a Centroamérica, específicamente a la Sierra Madre de Chiapas (ubicado en el Sureste de México) y Guatemala y su hábitat es el bosque nuboso latifoliado y mixto con coníferas (González-García *et al.* 2006; Rivas & Cobar, 2007). Los investigadores y especialistas en Crácidos lo consideran en peligro crítico de extinción (Brooks & Strahl, 2000; Brooks & Strahl, 2006).

En Guatemala se ha generado información sobre la distribución de la especie, sin embargo existe poca información sobre su densidad poblacional, lo cual es indispensable para la formulación de planes de conservación eficientes.

En éste estudio se estimó la densidad poblacional de Pavo de Cacho en la localidad de Albores, departamento de El Progreso en la Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas, la cual abarca la mayor extensión de bosque nuboso del país y está ubicada en el extremo Sur Este del rango de distribución de la especie.

Los muestreos realizados de Abril a Diciembre de 2009 en Albores, sirvieron de base para la estimación de la densidad y dicha estimación fue utilizada para calcular el tamaño poblacional del Pavo de Cacho en toda el área de distribución en Sierra de las Minas.

El estimado de la densidad poblacional fue contrastado con dos estimaciones previas: una realizada en la Reserva de la Biofera El Triunfo, Chiapas y otra en el Volcán San Pedro, Sololá, Guatemala. Esta contrastación se realizó con el fin de vislumbrar la existencia de un posible patrón de variación en las abundancias poblacionales a través de todo el rango de distribución, lo cual puede tener implicaciones importantes a nivel ecológico, biogeográfico, genético y en biología de la conservación.

Además se presentan anotaciones importantes acerca de la historia natural de la especie en el área de estudio tales como reproducción, alimentación, distribución espacial y temporal y horarios de actividad. Así como observaciones generales del área de estudio

tales como presencia de otras especies de aves, mamíferos y reptiles, y, amenazas directas a la conservación.

Finalmente se presentan conclusiones respondiendo a los objetivos planteados y algunas adicionales, y las recomendaciones pertinentes enfocadas a incrementar el conocimiento y la protección de la especie y su hábitat.

III. ANTECEDENTES

III.i Taxonomía y origen de *Oreophasis derbianus*

El Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus* G.R.Gray, 1844) es un ave perteneciente a la familia Cracidae del Orden Galliformes (Sclater & Salvin 1859; Álvarez del Toro, 1976, Pereira *et al.* 2002), dicha familia está restringida al neotrópico (Vaurie, 1968; Álvarez del Toro, 1980; Brooks & Fuller, 2006).

Aunque recientes análisis de ADN (Pereira *et al.* 2002; Frank-Hoeflich *et al.* 2007) y vocalizaciones (González-García, 2008) sugieren que *Oreophasis* pertenece a la subfamilia Cracinae (*Ortalis* y *Crax*) algunos autores ubican este género dentro de la subfamilia Penelopinae, debido a características ecológicas similares (Huxley 1867 citado en Frank-Hoeflich, *et al.* 2007; Del Hoyo, 1994; Muñoz & Kattan, 2007, González-García, 2008) y a resultados osteológicos, análisis integumentarios y de comportamiento (Frank-Hoeflich *et al.* 2007).

Su distintiva morfología, patrón único en la coloración y el aislamiento ecológico, sugieren un origen más temprano del género *Oreophasis* en relación a sus contemporáneos miembros de la familia Cracidae (Andrle, 1967). Algunos autores sugieren que éste género tuvo su origen en promedio hace 31.1 millones de años en la época del Oligoceno temprano de la era Cenozoica o era Terciaria, (Andrle, 1967; Pereira *et al.* 2002). Además, es muy probable que el origen de este género haya tenido lugar entre el Sur Este de México y el norte de Centro América (Guatemala), lo cual es apoyado por su distribución histórica conocida (Andrle, 1967) y su distribución actual (González-García y Abundis, 2005; Rivas y Cobar, 2007) (*Anexo 1*).

III.ii Descripción anatómica

Oreophasis es un género monotípico (Vaurie, 1968; Frank-Hoeflich *et al.* 2007), contando con una única especie: *Oreophasis derbianus* la cual se conoce comúnmente como Pavo de Cacho en Guatemala y Pavón en México.

El Pavo de Cacho fue descubierto en la primera mitad del siglo XIX (Andrle 1967); el primer espécimen científico colectado fue obtenido por don Joaquín Quiñones, en el bosque de Calderas, Volcán de Fuego en Guatemala (Salvin, 1860), y fue descrita en 1844 por G.R. Gray (Birdlife International, 2009).

Es un ave rara de tamaño grande con una longitud corporal entre 79 a 91 cm (Álvarez del Toro, 1976; Álvarez del Toro, 1980; Peterson & Chalif, 1973; Howell & Webb, 1995). En la corona de la cabeza tiene un cuerno óseo que está fijado al cráneo, el cual es hueco con la cavidad rellena con tejido celular y está cubierto de piel desnuda de color rojo bermellón; puede medir hasta 6 cm de largo (Salvin, 1860; Land & Trimm, 1970; Vaurie, 1968; Álvarez del Toro, 1976; Álvarez del Toro, 1980; Howell & Webb, 1995; González-García, 2008).

El cuerpo es esbelto y alargado, el cuello delgado, largo y flexible, la cola ancha y relativamente larga. El color dominante es negro con reflejos azulados y verdosos en las alas, espalda y parte inferior del cuello, la cabeza es de un negro intenso con el plumaje aterciopelado. El cuello por abajo y el pecho son blancos con una rayita negra central en cada pluma. Tiene un área gular pequeña y desnuda. La cola ostenta una ancha franja blanca cerca de la mitad, las patas son de color rojo coral brillante, el pico es de color amarillo y el iris del ojo es blanco (Land & Trimm, 1970; Peterson & Chalif, 1973; Álvarez del Toro, 1976; Álvarez del Toro, 1980).

Son pobres voladores, y principalmente arbóreos, lo cual es apoyado por la longitud relativamente corta de su tarso (Vaurie, 1968; González-García, 1994; González-García, 2005). Trepan ágilmente en las ramas de los niveles medio y alto del dosel, usualmente se les encuentra en solitario, y, casi siempre es curioso por naturaleza (Howell & Webb, 1995). Es de comportamiento muy tranquilo (Álvarez del Toro, 1976) y sedentario (Andrle, 1967).

III.iii Distribución geográfica del Pavo de Cacho y su Hábitat

Oreophasis derbianus es endémico a Guatemala y el Sur de México (Álvarez del Toro, 1976; Howell & Webb, 1995). Está limitado a la región zoogeográfica de las tierras altas de Centroamérica (MAH = Madrean Highlands) (Stotz *et al.* 1996). Su límite de distribución occidental presumiblemente se encuentra en las localidades de Picacho Prieto y Cerro Baúl en la zona de los Chimalapas, Oaxaca, México (Del Hoyo & Motis, 2004); mientras que su límite oriental se ubica en la Sierra de las Minas (Howell & Webb, 1995). Ésta especie se encuentra únicamente en la EBA (Endemic Bird Areas = Áreas de endemismo de aves) de la parte Oeste de las tierras altas del Norte de Centro América (Stattersfield *et al.* 1998 en del Hoyo & Motis, 2004) (*Anexo 1*).

Históricamente su distribución geográfica abarcaba unos 18,000 km² (Andrle, 1969); sin embargo, actualmente el rango de la especie se estima aprox. en 7,700 km² (Birdlife International, 2009). En México, se reporta en 22 localidades en la Sierra Madre de Chiapas (González-García & Abundis, 2005) y otras dos localidades en la zona de los Chimalapas, en Oaxaca (Del Hoyo & Motis, 2004). En Guatemala, se reporta al menos en 39 localidades de todo el país, y su área de distribución se estima en 1,139.4 km² (Rivas & Cobar, 2007) (*Anexo 2*).

Los límites altitudinales de su distribución van de 1500 a 3350 m (Delacour & Amadon, 2004; González-García, 2005; González-García & Abundis, 2005). Además, se ha sugerido hipotéticamente que realiza migraciones altitudinales temporales (Gómez de Silva *et al.* 1999; González-García *et al.* 2006; González-García, 2008; Rivas & Cobar, 2008).

El hábitat del Pavo de Cacho, es el bosque nuboso de montaña latifoliado y mixto con coníferas en Guatemala, (Andrle, 1967; Andrle, 1968; Andrle, 1969; Stotz *et al.* 1996; Vannini & Rockstroh, 1997; Delacour & Amadon, 2004; Rivas & Cobar, 2007) y en El Triunfo, Chiapas es caracterizado por la comunidad vegetal *Quercus-Matudaea-Hedyosmum-Dendropanax* (Del Hoyo & Motis, 2004; González-García, 2005). Además,

se sabe que el Pavo no utiliza el paisaje de manera homogénea, siendo selectivo según la especie de árbol y su localización (González-García, 2005b).

El Pavo de Cacho está distribuido dispersamente en poblaciones aisladas a través de la mayor parte de su rango (*Anexos 1 y 2*) en montañas y volcanes (Andrle, 1967; Andrle, 1968; Delacour & Amadon, 2004). Su rango de distribución tiene límites muy estrechos (Sclater & Salvin, 1859), probablemente éste fue más amplio en el pasado geológico y con conectividad a menores elevaciones altitudinales (Andrle 1967).

III.iv Diferenciación Sexual y Reproducción

El Pavo de Cacho es sexualmente monomórfico. El dimorfismo sexual es levemente marcado, se ha encontrado que las hembras son más pequeñas que los machos en tamaño corporal y en la longitud del cuerno (Salvin, 1860; Vaurie, 1968; González-García, 1995). Sin embargo, en condiciones de campo, ésta diferencia no es notoria, sino más bien las vocalizaciones son la única manera de diferenciarlos, especialmente en individuos adultos (González-García, 1995). En condiciones de cautiverio, se pueden reconocer a los machos mediante la revisión del órgano copulador (Cornejo, 2009)

Los machos realizan por lo menos cinco diferentes tipos de vocalizaciones, mientras que las hembras producen siete u ocho diferentes. Las vocalizaciones de las hembras son todas guturales comparadas con las de los machos (González-García, 1995).

Además de las vocalizaciones, se han observado diferencias sexuales en cuanto a la dieta, y el comportamiento de forrajeo (González-García, 2005b).

En la Reserva de Biosfera El Triunfo, Chiapas, México (*Anexo 1*), la temporada de reproducción va desde Octubre-Noviembre hasta finales de Mayo-Junio y es iniciada por los llamados de cortejo del macho (González-García, 1995; Gómez de Silva *et al.* 1999; González-García, 2005b). En Guatemala, en el Volcán San Pedro, Sololá (*Anexo 1*), parece ser que la temporada de reproducción coincide con la reportada para Chiapas, según el comportamiento de cortejo allí observado (Rivas & Cobar, 2008).

El Pavo de Cacho tiene un sistema de reproducción poligínico de tipo serial, es decir, un macho puede aparearse con 3 a 5 hembras distintas durante la misma temporada reproductiva (González-García, 1995; González-García, 2005b)

La temporada de anidación (postura e incubación de huevos y cuidado de pichones en el nido) va de febrero a mayo, e incluso puede acontecer desde enero (González-García, 2008). El nido está formado sobre raíces de epífitas como orquídes, bromelias, musgo, líquenes y hojas secas, en donde la hembra pone dos huevos, dándole una forma ovalada al nido con su peso (Méndez, 2010). Se han reportado nidos hechos sobre árboles de *Chiranthodendron pentadactylon* en Guatemala (Mendez, 2010; Eisermann *et al.* 2007) y *Matudaea trinervia*, *Ternstroemia sylvatica*, *Quercus sp.* y *Clethra sp* en México (González-García, 2005b).

Las hembras ponen dos huevos de textura levemente áspera y forma subelíptica por año (González-García, 1995), y son las que incuban los huevos y se dedican al cuidado de los pollos; el período de incubación es de 35-36 días (González-García 1995). El área de actividad estimada para una hembra anidando fue de 9 ha (González-García y Bubb 1989 & González-García 1991 en González-García, 2005b).

Parece ser que las hembras alcanzan la madurez sexual más temprano que los machos, y, la edad más temprana de una hembra incubando se estimó en 12 meses (González-García, 1995), mientras que los machos en cautiverio alcanzan la madurez hasta los cuatro años (González-García, en Del Hoyo & Motis, 2004), aunque excepcionalmente en cautiverio pueden empezar a mugir al año de edad (com.pers. González-García, 2010)

III.v Hábitos alimenticios

El Pavo de Cacho es una de las pocas aves del mundo que es básicamente herbívoro, ya que no incluye ningún elemento animal en su dieta de adulto o de juvenil. En su mayoría consumen frutos, seguidos de hojas verdes, flores e incluso néctar (González-García, 2005b, Méndez, 2010).

Se alimenta principalmente de drupas y bayas que están en el estrato medio del bosque (González-García, 1994), a veces en el suelo y con menor frecuencia en el dosel (González-García, 2005b). Se han observado visitar el mismo árbol con frutos maduros durante varios días consecutivos (González-García, 2005b, Rivas & Cobar, 2008b). Además, se ha sugerido que lleva a cabo migraciones altitudinales siguiendo la sincronía de los frutos (González-García, *et al.* 2006; Gómez de Silva *et al.* 1999; Rivas & Cobar, 2008)

Para la Reserva de Biosfera El Triunfo, Chiapas, México, se han reportado un total de 57 especies de plantas que utiliza como alimento, consumiendo frutos y hojas verdes; la gran mayoría de las plantas son árboles, y, siete de éstas especies son consumidas más frecuentemente: *Symplocarpum purpusii*, *Citharexylum moccinii*, *Morus insignis*, *Dendropanax sp.*, *Conostegia volcanalis*, *Hedyosmum mexicanum* y *Solanum sp* (González-García, 2005, González-García, 2005b) además se registró el consumo de flores de una orquídea (González-García & Abundis, 2005)

En Guatemala, en el departamento de Huehuetenango, se reportan 18 especies de plantas como alimento del Pavo de Cacho (Cobar, 2006). En Sierra de las Minas se observó alimentándose de aguacatillo (*Phoebe sp.*) en dos días continuos (Rivas & Cobar, 2008b). En el volcán San Pedro, Sololá, se observó al Pavo alimentarse de néctar y de las flores de *Chiranthodendron pentadactylon*, y de los frutos de *Oreopanax echinops*, *Meliosma dives* y *Phoebe salvinii*; y hay al menos 12 especies más que han sido reportadas como alimento (Rivas & Cobar, 2008); identificando a *Phoebe salvinii* y *Oreopanax echinops* como muy importantes en su dieta (Rivas & Cobar, 2008). Para la reserva Los Tarrales, en las faldas del volcán Atitlán, departamento de Suchitepéquez, se han reportado como plantas alimenticias del Pavo 16 especies distribuidas en 12 familias (Montes, sin año de publicación). Para el Volcán Tolimán, en el departamento de Sololá, se reportan 4 especies como principales en la alimentación del Pavo de Cacho: *Phoebe salvinii*, *Sauraria subalpina*, *Oreopanax echinops* y *Hedyosmum mexicanum* (Méndez, 2010)

III.vi Estudios sobre densidad poblacional del Pavo de Cacho

Estimaciones de densidad poblacional del Pavo de Cacho se han realizado en México y Guatemala. En México, se ha trabajado en el núcleo I de la Reserva la de Biosfera El Triunfo. Ésta localidad está ubicada cercana al límite Nor-Oeste del rango de distribución de la especie (*Anexo 1*). Gómez de Silva *et al.* (1999) y González-García (2005), encontraron a *Oreophasis derbianus* en bajos números en el bosque nuboso de la Reserva. Se estimó una densidad de **4.5 a 7.14 ind/km²**. Una estimación más reciente, calcula una densidad de **4.4 + 0.9 (SE) ind/Km²** (Abundis, 2006). En Guatemala, en el Parque Nacional Chuwanimajuyu en el Volcán San Pedro, departamento de Sololá, Rivas & Cobar estimaron una alta densidad de **10.5 ind/ km²** (Rivas & Cobar, 2008).

Además de las dos anteriores estimaciones de densidad, Rivas & Cobar (2005) reportan para la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, en la localidad de Albores (la cual está ubicada en el extremo Sur-Este del rango de distribución geográfica del Pavo de Cacho, en el Departamento de El Progreso) (*Anexo 1*) la observación de 2 individuos en 12.75 horas de esfuerzo de búsqueda en septiembre y octubre del 2004.

III.vii Estado de Conservación y Amenazas

La familia Cracidae es la familia de aves más amenazada del continente Americano (Silva & Strahl, 1991; Strahl & Brooks, 1997; Brooks, 2005; Brooks & Fuller, 2006). Entre las 50 especies que conforman la familia Cracidae, 34 muestran algún grado de amenaza (Brooks & Strahl, 2000) y dentro de éstas, *Oreophasis derbianus* es una de las cuatro especies que se consideran como críticamente amenazadas (Brooks & Strahl, 2006).

Aunque Birdlife International la considera en peligro de extinción a nivel mundial según la lista roja de especies amenazadas (IUCN, 2010; Birdlife International, 2009); el grupo de especialistas de crácidos considera a esta especie en peligro **crítico** de extinción (Brooks & Strahl, 2000; Brooks & Strahl, 2006)

Ésta especie se encuentra en el Apéndice I de CITES, en el cual se incluyen todas las especies en peligro de extinción (CITES, 2007), y en la categoría 2 de CONAP la cual incluye a las especies que se encuentran en grave peligro de extinción para Guatemala (CONAP, 2007).

Se cree que la población mundial de *Oreophasis derbianus* ha disminuido (Andrle, 1967; González-García, 1995; Delacour & Amadon, 2004; Del Hoyo & Motis, 2004; BirdLife International, 2009), al igual que su rango de distribución, el cual se encuentra fragmentado en parches aislados (Cóbar, 2006). Se cree que su rango de distribución actualmente es de 7,700 km² (BirdLife International, 2009).

Recientemente (2007) para Guatemala, el área de distribución se estimó en 1,139.4 km², la cual representa el 38 % de los 3,000 km² calculados por Vannini y Rockstroh en 1988 (Rivas & Cóbar, 2007) y el 15% de los 7700 km² de su distribución total (Birdlife International 2009) (*Anexo 2*). Además se ha comprobado la desaparición de la especie en tres localidades del departamento de Huehuetenango en Guatemala (Cóbar, 2006), y se sospecha la extirpación de muchos otros sitios (Delacour & Amadon, 2004).

De continuarse esta tendencia de reducción en número de sus poblaciones, y reducción y aislamiento en su rango de distribución, la especie podría extinguirse (Cóbar, 2006).

Las principales amenazas a las que está sometido el Pavo de Cacho son: la degradación y pérdida de hábitat (Andrle, 1967; González-García, 1995; Vannini & Rockstrho, 1997; Peterson *et al.* 2001; Del Hoyo & Motis, 2004; Rivas & Cóbar, 2007), cacería, tráfico ilegal de individuos, incendios forestales y tormentas tropicales (Andrle, 1968; Silva & Strahl, 1991; González-García, 2005), falta de educación, falta de conocimiento de la legislación ambiental, tala inmoderada, falta de conocimiento sobre la biología de la especie (Zepeda, 1981); falta de divulgación y control de parte de las autoridades y dependencias correspondientes (Cóbar, 2006) y el calentamiento global (Peterson *et al.* 2001). Por

tanto, el Pavo de Cacho, tiene una alta sensibilidad a la alteración de su hábitat y es urgente su conservación e investigación (Stotz *et al.* 1996; Brooks & Strahl, 2000)

III.viii Papel ecológico e importancia del Pavo de Cacho

Se ha propuesto que los crácidos cumplen una función fundamental en la regeneración y manutención de los bosques, ya que pueden diseminar las semillas al tener una dieta principalmente frugívora (Silva & Strahl, 1991; Strahl & Brooks, 1997). Se sabe que los miembros de la subfamilia Penelopinae (pavos y chachalacas) al ingerir frutos, las semillas de éstos, pasan intactas a través del tracto digestivo, ya que presentan mollejas relativamente débiles (Delacour & Amadon, 2004; Muñoz & Kattan, 2007). Para el Pavo de Cacho, esto parece cumplirse, ya que al revisar las excretas de éste, las semillas fueron encontradas aparentemente intactas y pudieron germinar (González-García, 1994; González-García, 2005b). Se ha sugerido que la mayor calidad de dispersión de semillas se realiza por aves especializadas en alimentarse exclusivamente de frutos como es el caso de *Oreophasis derbianus* (González-García, 2007).

El Pavo de Cacho, presenta algunas cualidades que lo presentan como un potencial dispersor de semillas. No obstante, González-García (2005) observó algunas desventajas en el comportamiento del Pavo que pueden afectar la efectiva dispersión de las plantas de las que se alimenta. Se ha observado que el Pavo pasa mucho tiempo perchado en la planta en la cual se alimenta, por lo cual hace una alta deposición de excretas con semillas debajo del árbol parental (González-García, 2005b; González-García, 2007).

Sin embargo un factor crítico podría ser la determinación del tiempo de tránsito de las semillas en el tracto digestivo del Pavo, así como el conocimiento de los patrones de movimiento del animal (González-García, 2005b). Además, se ha observado que en época de cortejo, las sesiones de alimentación son más cortas, y los individuos permanecen menos cantidad de tiempo en el árbol parental; también observaciones sugieren que las hembras en el período de crianza de pichones, permanecen menos tiempo en los árboles,

realizan visitas más frecuentes y el tiempo de las mismas es más corto, por lo cual podrían ser más efectivas como dispersoras de semillas que los machos (González-García, 2005b).

En resumen, el Pavo de Cacho es una de las aves frugívoras con mayor tamaño corporal y nivel de especialización de dieta, y podría jugar un papel importante en la definición de la estructura y la composición del bosque nuboso latifoliado de las montañas (González-García, 2007).

Finalmente, estudiar a *Orephasis derbianus* puede ser muy útil en cuestiones de conservación, diseño e implementación de monitoreo y planes de manejo debido a que habita bosques primarios no intervenidos (Strahl & Brooks, 1997; O'Neill, 1997). La presencia de esta ave en un sitio es indicador de un bosque "saludable"; y la variación en sus números poblacionales puede utilizarse como un medidor de las perturbaciones (p. ej. destrucción de hábitat, sobrecacería) que puedan estarse realizando en un área de interés. Esto es apoyado por su relativa facilidad para censarlos, y la alta sensibilidad de la especie a dichas perturbaciones del bosque (Silva & Strahl, 1991; Delacour & Amadon 2004; Stotz *et al.* 1996; Vannini & Rockstroh, 1997; Strahl & Grajal, 1991 en Brooks & Strahl, 2000; Brooks, 2005; González-García, 2005; Brooks & Fuller, 2006). Además, al conservar a ésta especie, se estará conservando a muchas otras especies, y en general a su hábitat (Strahl & Brooks, 1997).

III.ix Sobre el área de estudio

El área de estudio de esta investigación se encuentra en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas (RBSM), la cual es administrada por la Fundación Defensores de la Naturaleza, bajo la supervisión del Consejo Nacional de Áreas protegidas (CONAP); el sitio fue declarado área protegida el 4 de Octubre de 1990, según Decreto de Ley 49-90 del Congreso de la República de Guatemala (FDN, 2003).

La RBSM está ubicada en el nororiente de Guatemala (*Anexos 1 y 2*), entre los valles del río Polochic y el río Motagua. Forma parte de una cadena montañosa que ocupa parte de cinco departamentos: Baja Verapaz, El Progreso, Alta Verapaz, Izabal y Zacapa. La extensión de la reserva cubre aproximadamente 242,642 hectáreas, y, en un recorrido de Este a Oeste, se extiende aproximadamente en 130 km de longitud y varían entre 10 y 30 km de longitud de Norte a Sur; las elevaciones van desde el nivel del mar hasta los 3,015 msnm (FDN, 2003). Es la segunda área protegida más grande del país (Suchini *et al.* 2002).

Geológicamente, los suelos de la Sierra de las Minas son los más antiguos de Centro América, compuestos principalmente de rocas del Paleozóico y Mesozóico (Land, 1962; Campbell, 1983). Los suelos van de arcillo-limosas a limosas, y son de una profundidad entre 25 y 50 cm. El levantamiento de una gruesa secuencia de basamento, con algunas rocas anfíbolitas y mármoles formó esta cordillera (FDN, 2003).

En la Reserva nacen 63 ríos, agrupados en 52 subcuencas hidrográficas; los ríos son utilizados por sistemas de riego, hidroeléctricas, industrias, poblaciones y fincas de los valles circundantes; la mayor parte de los ríos se originan en los bosques nubosos de la reserva (FDN, 2003)

La Reserva, aún conserva bosque virgen o por lo menos maduro (Land, 1962), el cual está constituido por bosque nuboso y latifoliado (que abarcan aproximadamente el 50 % del área de la Reserva), localizado en las partes más altas de la Sierra (FDN, 2003). El bosque nuboso abarca 1,300 km² de la Reserva (FDN, 2003), y se considera probablemente como el más extenso y el mejor conservado de Mesoamérica (Dix, 1993 en Parkswatch, 2002).

El aislamiento geográfico y las diversas altitudes en la RBSM han dado lugar a una gran diversidad de hábitat de flora y fauna que, por ser equivalentes a islas de evolución genética, tienen un alto número de especies endémicas (Centro de Datos para la Conservación, 1993).

La RBSM es una de las regiones de mayor endemismo florístico del país (Succini, *et al.* 2002). La vegetación en éste lugar, es una mezcla de asociaciones neárticas y neotropicales en donde coexisten coníferas, robledales, lauráceas, musgos y helechos (Centro de Datos para la Conservación, 1993). Algunas especies vegetales amenazadas que se han identificado en la Reserva son: *Mangolia guatemalensis*, *Abies guatemalensis*, *Acer skutchii*, *Juniperus comitana*, *Agave seemanniana*, *Quercus skinneri*, *Quercus polymorpha*, *Quercus purulhana*, *Diphysa floribunda*, *Taxus globosa*, *Persea schiedeana*, *Cornus disciflora* y *Parathesis vulgata* (Parkswatch, 2002; FDN, 2003).

La Reserva está dividida en cuatro zonas de uso para facilitar su manejo adecuado y asegurar la protección de los recursos naturales: zona núcleo, zona de usos múltiples, zona de recuperación y zona de amortiguamiento (*Anexo 3*) (FDN, 2003).

Los muestreos de ésta investigación se llevaron a cabo en la zona núcleo de la Reserva, dentro del bosque nuboso y latifoliado; específicamente en el área conocida como “Las Cabañas” (*Anexos 3 y 4*) por la infraestructura creada para apoyar la investigación científica y el ecoturismo que estableció la institución. Ésta área se ubica en la localidad de Albores en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso (FDN, 2003).

El bosque de “Las Cabañas” se encuentra dominada por lauráceas (*Persea* y *Phoebe*), y encinos (*Quercus sapotaefolia* y *Quercus* sp.) (Martínez, 2005). Éste bosque está netamente estratificado, con un dosel entre 20 y 30 metros, y un estrato sub-dominado de 10 – 20 m. Las especies dominantes son: *Quercus sapotaefolia* y otra especie de *Quercus* sp, *Persea vestricula* y *Phoebe bourgeauviana*, mezclado con un poco de *Pinus ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *Abies guatemalensis* y *Taxus globosa*. Además, una gran cantidad de helechos arborescentes y muchas epífitas (orquídeas, bromelias, helechos y cactus arbóreos) (Paiz, 1996). La cobertura del dosel es muy homogénea. La cobertura

máxima y mínima que se ha registrado es de 99.26 y 95.58 % respectivamente (Nájera, 2004).

Las principales amenazas a las que está propensa la Reserva son: incendios forestales, la deforestación y tala ilegal, caza ilegal, las invasiones humanas (en zona núcleo y zona de uso sostenido), la agricultura migratoria, plagas forestales, la extracción ilegal de productos del bosque, debilidad institucional, la futura construcción de represas hidroeléctricas y explotación minera (Parkswatch, 2002; FDN, 2003).

III.x Estudios previos sobre avifauna realizados en Albores

Paiz (1996) estudió las migraciones estacionales del Quetzal (*Pharomachrus mocinno*) utilizando técnicas de radiotelemetría e hizo apuntes sobre la fenología de algunos frutos de los que se alimenta el Quetzal. Encontró que los quetzales migran entre 5 y 25 kilómetros de distancia y que las altitudes oscilan entre los 2400 a 1200 msnm. Además parece ser que el inicio y duración de las migraciones podrían estar determinadas por la combinación de condiciones climáticas y de disponibilidad de alimento en los sitios de anidación y de migración (Paiz, 1996). Sin embargo, las migraciones observadas, no siguen un patrón migratorio temporal-espacial a lo largo del año que permita predecirlas.

Nájera (2004) reportó un total de 48 especies distribuidas en 21 familias; reporta alto endemismo en aves y la tendencia de las especies a ser especialistas, además encontró que la comunidad de aves se ajusta a un modelo típico de áreas sin intervenir; finalmente, recomienda el estudio de *Oreophasis derbianus* como una de las posibles especies para monitorear a largo plazo como especie indicadora (Nájera, 2004).

Morales *et al.* (2005) establecieron un programa piloto de conservación y manejo de especies cinegéticas en tres de comunidades de la RBSM, entre las que se encontró Albores; establecieron que la zona núcleo es el área con mayor cantidad de aves cinegéticas incluyendo a *Oreophasis*; realizaron además, estudios sobre fenología de plantas nutricias de las especies cinegéticas, en donde no encontraron relación entre la

abundancia de aves cinegéticas y la abundancia y disponibilidad de frutos de especies de flora nutricia (Morales *et al.* 2005).

Rivas y Cobar (2008b) realizaron un estudio preliminar sobre la distribución de *Oreophasis* en la RBSM; establecieron que el área potencial de distribución del Pavo de Cacho se ubica por arriba de 2,000 msnm, lo cual representa 34,135 hectáreas de bosque nuboso. Ésta área de distribución no es continua, ya que existen dos parches de bosque enano que pueden servir como barreras geográficas, limitando los movimientos del Pavo, y ocasionando el aislamiento de las poblaciones dentro de la misma Reserva. Dos grandes áreas de distribución se observaron (*Anexo 4*): una al oeste (Chilascó y **Albores**) y otra al este de la reserva (La Marmolera y Jones). En sus visitas observaron 3 pavos en dos avistamientos en noviembre y diciembre de 2004, utilizando 24 horas de búsqueda, por lo cual sugieren que la abundancia es baja. Además establecen que hay cacería de pavo en el lugar (Rivas & Cobar, 2008b).

IV. JUSTIFICACIÓN

El Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) es considerado en peligro **crítico** de extinción por los especialistas en crácidos de IUCN (Brooks & Strahl, 2000; Brooks & Strahl, 2006). Entre las recomendaciones para la conservación del Pavo están, monitorear su presencia en sitios conocidos, desarrollar investigación sobre la ecología y la demografía de las poblaciones principalmente en donde la probabilidad de sobrevivencia es alta.

En Guatemala hasta ahora, existían dos estudios sobre densidad poblacional del pavo de Cacho, uno fue desarrollado en el parque regional Chuwanimajuyu, Volcán San Pedro, en el departamento de Sololá; y otro se realizó en el área de Sierra de las Minas, en donde el esfuerzo realizado fue muy pequeño y los datos son solamente preliminares. En dicho estudio se estableció que el área más indicada para realizar investigaciones del Pavo en esta área protegida es la localidad de Albores, ya que reúne las condiciones ideales para la sobrevivencia y conservación de esta ave.

Fue de importancia la realización de este estudio, ya que se obtuvieron datos sobre la densidad del Pavo de Cacho en el área protegida que alberga el fragmento de bosque nuboso más extensa del país, además se generó información sobre la utilización de los recursos florísticos del ave en el lugar de estudio, lo cual es determinante ya que depende directamente de ellos para su sobrevivencia.

Los datos generados aportan un estimado del tamaño poblacional de Pavo de Cacho en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, y se suman a las estimaciones realizadas hasta la fecha en otros sitios.

La comparación de la densidad poblacional de Albores con otros sitios en el rango de la distribución de la especie, aportará nueva información sobre patrones de abundancia a un nivel biogeográfico de la distribución de *Oreophasis derbianus*, lo cual podría tener trascendencia en las acciones de investigación, manejo y conservación de la especie tanto a nivel local como regional.

V. OBJETIVOS

V.i General

Generar información sobre las características de la población y hábitos de alimentación del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.

V.ii Específicos

- Estimar la densidad y abundancia poblacional del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), en la localidad de Albores, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, El Progreso, Guatemala.
- Comparar la densidad poblacional estimada en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, con lo estimado en otros sitios del rango de distribución de la especie.
- Documentar los hábitos alimentarios y otros tópicos de historia natural del Pavo de Cacho en la localidad de Albores, Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, Progreso, Guatemala.

VI. HIPOTESIS

La densidad poblacional de *Oreophasis derbianus* en la localidad de Albores, Sierra de las Minas, Guatemala, es menor a la densidad poblacional en el Volcán San Pedro, Sololá, Guatemala y menor o igual a la densidad poblacional en la Reserva de Biosfera El Triunfo, Chiapas, México.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

VII.i Universo

VII.i.i Población

Pavos de Cacho que habitan en la localidad de Albores en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, El Progreso, Guatemala.

VII.i.ii Muestra

Individuos detectados visual o acústicamente sobre los transectos establecidos en la localidad de Albores durante el tiempo que duró el estudio.

VII.ii Materiales

VII.ii.i Equipo

1 Sistema de posicionamiento global GPS

1 computadora

1 estereoscopio

2 pares de binoculares

1 cámara digital

Mapas del área

1 Cinta métrica plástica de 50 metros

3 rollos de cinta fluorescente “flagging”

100 bolsas plásticas grandes para colecta de plantas

50 bolsas plásticas pequeñas para colecta de excrementos de Pavo de Cacho

1 libreta de apuntes

1 lápiz

1 Secadora de plantas para herbario

1 prensa para plantas

25 cartones textcote para montaje de plantas

VII.ii.ii Recurso humano

1 Investigador principal

2 Guarda recursos del área

VII.iii Métodos

VII.iii.i Diseño Experimental

Se utilizó el método de transecto lineal (Buckland *et al.* 1993; Lloyd *et al.* 1998), y las detecciones del Pavo de Cacho se realizaron a partir de avistamientos directos, así como de localización de los individuos por medio de las vocalizaciones, o al moverse entre las ramas de los árboles.

Éste método ha sido utilizado en las estimaciones de densidades de crácidos a través de su rango de distribución (Jiménez *et al.* 2003; Ríos & Londoño, 2005; Abundis, 2006; Londoño *et al.* 2007; Hill *et al.* 2008; Rivas & Cobar, 2008) y ha sido sugerido por muchos autores como el más recomendable por su mayor precisión (Burnham *et al.* 1985; Lloyd *et al.* 1998; Buckland, 2006; Hill *et al.* 2008; Buckland *et al.* 2008; Gale *et al.* 2009; González-García *et al.* 2010, sometido).

Se establecieron tres transectos que en total suman 8 km: dos transectos (llamados P y C) tienen una longitud de 3 km cada uno, mientras que un tercer transecto (llamado N) tiene 2 km de longitud. Los transectos estuvieron ubicados entre un rango de 2,163 a 2,783 de altitud (*cuadro 1*).

Cada uno de los transectos fue marcado con cinta de color cada 50 metros; las coordenadas geográficas de cada marca fueron tomadas con GPS, y proyectadas para obtener un mapa de localización de los transectos (*Figura 1*)

Cuadro 1. Nombre del transecto longitud y altitudes, para el muestreo y estimación de la densidad poblacional de *Oreophasis derbianus* de Abril a Diciembre de 2009, en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Identificación del transecto	Longitud del transecto (Km)	Altitud mínima (msnm)	Altitud máxima (msnm)
Transecto P	3 Km	2392	2572
Transecto C	3 Km	2163	2570
Transecto N	2 Km	2584	2783
Σ de la longitud de los transectos	8 Km	2163	2783

Cada transecto fue censado dos veces en cada salida de campo (por lo que cada salida de campo consistió de 3 días efectivos de trabajo): una vez en la mañana (7:00 a 10:00) y otra vez en la tarde (14:30 a 17:30), recorriendo el transecto a una velocidad de 1 km/hr. Las secuencias de los recorridos de los transectos en cada salida de campo fueron elegidas al azar. En algunos meses se realizaron dos salidas de campo, mientras que en otros solo fue posible una salida.

En total se realizaron 15 salidas de campo, dando un total de 25 censos para cada uno de los transectos (algunos censos fueron suspendidos por mal tiempo; cuando esto ocurrió, el censo parcial interrumpido de ese transecto fue anulado, y no se tomó en cuenta para el análisis) y 200 kilómetros recorridos en total. Para la observación de los individuos se utilizaron binoculares 10 X 42 y 16 X 32 y, se contó con el acompañamiento de guarda recursos durante el recorrido.

Al localizarse un individuo, se registró la fecha, hora, altitud, sexo (cuando fue posible), número de individuos, punto exacto de detección (en el transecto marcado cada 50 metros), especie de percha, actividad conductual realizada (perchando, cantando, alimentándose, etc.) y distancia perpendicular de cada individuo al centro del transecto, la cual fue medida con una cinta métrica.

Es necesario mencionar que existen 3 supuestos básicos que debían cumplirse para utilizar el método de distancias; en orden de prioridad:

1. Los Pavos que están sobre la línea (el transecto) fueron detectados siempre, es decir con una probabilidad igual a 1.
2. Los Pavos fueron detectados en su posición inicial
3. Las distancias perpendiculares fueron medidas con precisión (Burnham & Anderson, 1984; Telleria 1986; Buckland *et al.* 1993; Lloyd *et al.* 1998; Buckland *et al.* 2008; Gale *et al.* 2009).

Además, se registraron los individuos observados fuera de los censos de los transectos y fuera del tiempo establecido, aunque éstos no fueron utilizados para la estimación de densidad, se reportan en los resultados como observaciones complementarias.

Muestras de las plantas utilizadas por el Pavo de Cacho, para alimentación, percha, y vocalización, fueron colectadas, secadas, identificadas e ingresadas al Herbario BIGU de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala; la determinación taxonómica, en la mayoría de los casos, la realizó Mario Véliz, botánico y curador de dicha institución.

Además, excretas de algunos individuos fueron colectadas y analizadas en el laboratorio. Las semillas en dichas muestras fueron aisladas y cuando fue posible, identificadas. Para la identificación se contó con la colaboración de Javier Rivas, profesor titular de la escuela de biología de la USAC, quien ha trabajado con *Oreophasis derbianus*.

VII.iii.ii Análisis estadístico

Los datos visuales y aurales fueron analizados simultáneamente, debido a que el tamaño de muestra que se obtuvo fue relativamente bajo, además, una única localización fue realizada por vocalizaciones de alarma del Pavo, por lo que no es funcional analizarlas por separado.

La densidad fue estimada basada en la distancia perpendicular como única variable en la función de la detección para poder compararla con otras estimaciones de Pavo de Cacho y otros crácidos. El cálculo de la densidad se realizó utilizando el software DISTANCE 6 (Thomas *et al.* 2009), el cual presenta la función para el cálculo de detectabilidad, además puede calcular el error estándar, el intervalo de confianza y el ancho de franja, el cual es el ancho efectivo (ESW) a partir de la línea transecto desde la cual son detectados los individuos.

Además, de esto, se calculó un índice de abundancia definido como n/L en donde n = número de individuos detectados en todos los transectos y L = los kilómetros recorridos en total en todos los muestreos; en éste caso 200 km (8 Km es la suma del largo de los tres transectos * 25 veces que se recorrieron) (Buckland *et al.* 1993)

Los datos de densidad obtenidos en Albores, se utilizaron para estimar el tamaño poblacional en la zona de estudio y la Sierra de las Minas, según el área disponible de hábitat establecida por Rivas & Cobar (Rivas & Cobar, 2008b)

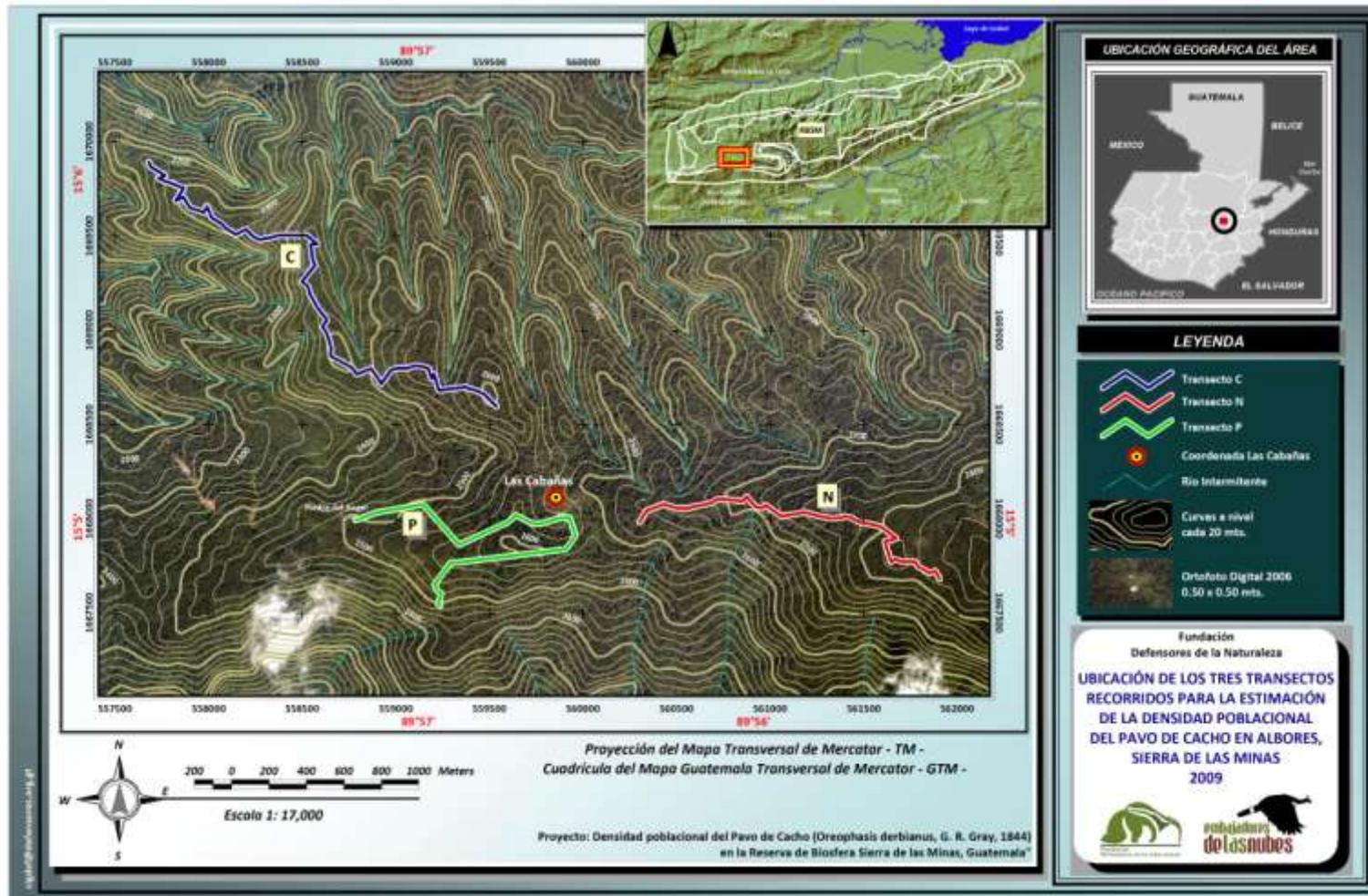


Figura 1. Ubicación geográfica de los transectos recorridos para la estimación de la densidad poblacional de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala. (Transecto C = 3 Km; Transecto P = 3 Km; TransectoN=2Km)

VIII. RESULTADOS

VIII.i Densidad

Para estimar la densidad poblacional se obtuvieron únicamente 14 registros ($n = 14$) obtenidos en los transectos (*Cuadro 2; Figura 2*), los cuales fueron localizados por avistamientos directos o por el sonido de ramas, y, solamente uno fue localizado por vocalización de alarma “ah-woo-ah” (González-García, 1995).

Con el software DISTANCE 6, utilizando la función media-normal con el ajuste polinomial simple, se estimó una densidad poblacional de 1.6 ± 1.01 (SE) ind/km² ($N = 14$ registros, 95 % IC = 0.17 – 15.0 ind/km²). El ancho de franja efectivo (ESW) fue de 22.13 m y la máxima distancia a la que fue observado un individuo fue de 39 m.

Aplicando la densidad calculada (1.6 ± 1.01) al área potencial de distribución del Pavo de Cacho (34,135.51 Ha = 341.355 km²) estimada para toda la Sierra de las Minas (Rivas & Cobar, 2008b), se estima una población total de **546** individuos, con una variación de un mínimo de 195 a un máximo de 885 individuos en toda el área potencial de distribución. El área de distribución del Pavo de Cacho en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas fue estimado por Rivas & Cobar (*Anexo 4*) utilizando el bosque nuboso presente en la Reserva ubicado por arriba de los 2,000 metros de altitud y está dividido en: bosque mixto (1,618 Ha); bosque de coníferas (5,935 Ha) y bosque latifoliado (26,583 Ha).

Además de la densidad, se calculó un el índice de abundancia (n/L) (Buckland *et al.* 1993) con un valor de **0.07** ind/km recorrido. El transecto con mayor número de detecciones fue el transecto P con un total de 11; seguido del transecto C con 3 observaciones, mientras que ningún individuo fue visto en el recorrido del transecto N (*Figura 3*).

A cinco de los individuos observados en los transectos, se les pudo establecer su identidad, determinando sexo, mediante vocalizaciones utilizando como referencia la descripción de González-García (1995); y edad, utilizando el tamaño del cuerno, y considerando como referencia las ilustraciones para las diferentes edades presentadas en

el libro “Curassows and related birds” de Delacour & Amadon (2004), además de comunicación personal con Fernando González-García y Juan Cornejo (*Cuadro 3, Anexo 5*)

Cuadro 2. Individuos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) observados de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

ID	Fecha	Hora	Coordenadas	Altitud (msn)	Actividad	Distancia (mts)
OD1*	22-abr-09	17:30	Transecto C 15°05'28.4'' N 89°56'59.0'' W	2534	P/V	29
OD2	23-abr-09	6:55	15°05'14.3'' N 89°56'41.3'' W	2549	Voc cort/ A/P/V	ND
OD3*	13-may-09	10:20	Transecto P 15°04'57.6'' N 89°56'56.3'' W	2507	P/V	4.83
OD4*	13-may-09	15:10	Transecto P 15°05'04.1'' N 89°56'59.1'' W	2474	P/A/V	12.47
OD5*	9-jun-09	16:47	Transecto P 15°04'53.8'' N 89°56'54.4'' W	2533	P/V	12.2
OD6	11-jun-09	11:55	15°05'17.0'' N 89°56'42.8'' W	2548	S/P/V	ND
OD7	23-jun-09	11:48	15°04'53.8'' N 89°56'54.4'' W	2533	P/T/V/Vocal	ND
OD8*	24-jun-09	17:20	Transecto C 15°05'28.6'' N	2534	P/V	39

ID	Fecha	Hora	Coordenadas	Altitud (msn)	Actividad	Distancia (mts)
			89°56'58.6''W			
OD9	25-jun-09	12:00	15°05'18.7''N 89°56'44.4''W	2554	P/V	ND
OD10*	25-jun-09	16:37	Transecto P 15°05'02.3''N 89°56'41.6''W	2547	P/V/Vocal	2.14
OD11*	16-jul-09	7:40	Transecto P 15°05'02.7''N 89°57'07.5''W	2392	P/V/Vocal	29.7
OD12	28-jul-09	9:25	15°05'50.6''N 89°57'29.0''W	2325	V	ND
OD13	28-jul-09	9:25	15°05'50.6''N 89°57'29.0''W	2325	V	ND
OD14*	12-ago-09	9:30	Transecto P 15°04'58.6''N 89°56'31.8''W	2500	P/A	2.15
OD15*	12-ago-09	9:30	Transecto P 15°04'58.6''N 89°56'31.8''W	2500	P/A	3.4
OD16*	12-ago-09	9:30	Transecto P 15°04'58.6''N 89°56'31.8''W	2500	P/A	1
OD17	23-sep-09	7:30	15°05'05.2''N	2576	P/V/D	ND

ID	Fecha	Hora	Coordenadas	Altitud (msn)	Actividad	Distancia (mts)
			89°56'35.3''W			
OD18	15-oct-09	7:15	15°04'52.3''N 89°56'59.7''W	2460	Vocal	ND
OD19	4-nov-09	6:20	15°05'05.2''N 89°56'35.3''W	2576	P	ND
OD20*	4-Nov-09	7:40	Transecto P 15°04'53.8''N 89°56'54.4''W	2533	P/V	1
OD21*	4-Nov-09	7:40	Transecto P 15°04'53.8''N 89°56'54.4''W	2533	P/V	1
OD22*	24-nov-09	7:32	Transecto C 15°05'23.8''N 89°56'56.2''W	2519	P/V	8.7
OD23*	25-nov-09	8:26	Transecto P 15°05'04.1''N 89°56'59.1''W	2474	P	12.4

*Individuos de *Oreophasis derbianus* detectados en los transectos, utilizados para la estimación de la densidad poblacional.

Actividad: A = alimentándose; D = defecando; P = perchado; S = en el suelo; T = trepando; V = en vuelo; Vocal = vocalización de alarma: “áh-woo-ah” y “bill clacking” Voc cort = vocalización de cortejo “hum, hum, hummm”;

Distancia: ND = No determinada

Cuadro 3. Identificación individual y características particulares de algunos individuos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) observados de de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Identificación	Sexo	Edad	Fecha de obs.	# Foto (Anexo 5)
OD 10	Macho	Adulto	25- Jun	<i>Figura 6</i>
OD 11	Hembra	Adulta (1-2 años)	16- jul	<i>Figura 7</i>
OD 14	¿?	Cría (2 a 3 meses)	12-ago	<i>Figura 8</i>
OD 15	Hembra	Adulta (1-2 años)	12-ago	<i>Figura 9</i>
OD 16	¿?	Cría (2 a 3 meses)	12-ago	<i>Figura 10</i>

Además de los 14 individuos observados en las 200 horas efectivas (en 200 km recorridos de los transectos) de esfuerzo de búsqueda, otros 9 individuos fueron observados en el período de tiempo en que no se estaban realizando censos y/o fuera del área que cubrieron los transectos (*Cuadro 2*) para hacer un total de 23 individuos sumando un total aproximado de 373 hrs dentro del bosque (*Figura 3*).

VIII.ii Historia Natural

El mes con mayor número de registros fue Junio, con 6 registros; y el de menos avistamientos fue Diciembre con ningún individuo observado, sin embargo, en algunos meses se realizaron dos visitas de campo, mientras que en otros solo una (*Cuadro 4*; *Figura 4*).

Cuadro 4: Distribución del número de salidas de campo e individuos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) observados de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Mes	# Salidas de campo	# Registros por mes
Abril	2	2
Mayo	2	2
Junio	2	6
Julio	2	3
Agosto	1	3
Septiembre	2	1
Octubre	1	1
Noviembre	2	5
Diciembre	1	0

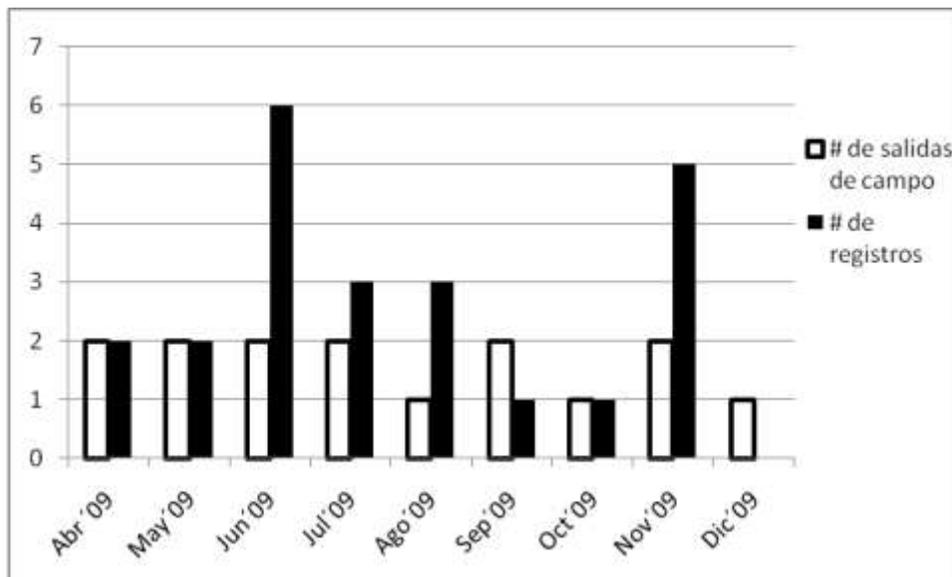


Figura 4: Número de individuos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) observados de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

De todos los individuos observados, 18 fueron detectados en forma solitaria. Dos veces se les observó en pareja (28 de julio: OD12 y OD13; y 4 de noviembre: OD20 y OD21). Una sola vez se encontró un grupo de tres individuos (12 de agosto: OD14, OD15 y OD16): una hembra con dos crías.

En cuanto al horario de actividad, se observó el mayor número de individuos entre 6:00 y 9:59 de la mañana, luego se observa una disminución hacia el medio día, y posteriormente un leve aumento nuevamente en la tarde (*Figura 5*)

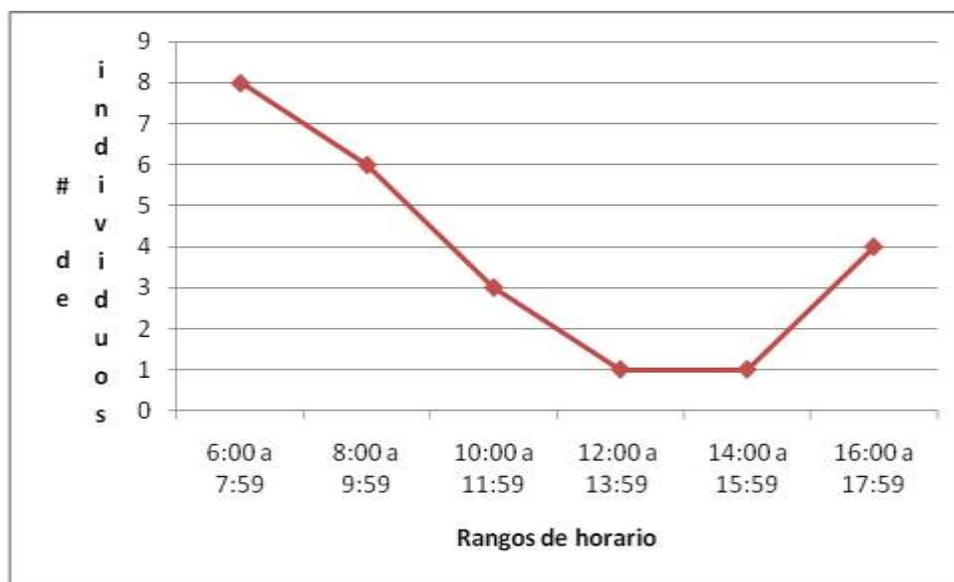


Figura 5: Distribución del horario de observación de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) observados de Abril a Diciembre del 2009, en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

En cuanto a la utilización de las plantas (*Cuadro 5*), se determinaron un total de 11 familias, y 22 especies, aunque en 7 de ellas solo se llegó a género y otras 5 especies se determinaron en base a la morfología de sus semillas contenidas en excretas de Pavo de Cacho (*Cuadro 6*).

Cuadro 5. Familias, especies de plantas y formas de vida utilizadas por el Pavo de Cacho *Oreophasis derbianus* observadas de Abril a Diciembre del 2009, en Sierra de las Minas, en la localidad de Albores, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Familia	Especie	Forma de vida	Utilización por el Pavo
Araliaceae	<i>Oreopanax hederaceum</i>	Árbol	Percha-alimentación (fruto)
Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	Percha
Fagaceae	<i>Quercus sapotifolia</i>	Árbol	Percha-vocalización de cortejo
Fagaceae	<i>Quercus benthamiae</i>	Árbol	Percha
Fagaceae	<i>Quercus acatenanguensis</i>	Árbol	Percha-vocalización de alarma
Lauraceae	<i>Persea sp.</i>	Árbol	Percha-defecación-vocalización de alarma
Melastomataceae	<i>Miconia glaberrima</i>	Árbol	Percha-alimentación de crías (fruto)
Myrsinaceae	<i>Parathesis sp.</i>	Árbol	Percha
Myrsinaceae	<i>Parathesis sp.</i>	Árbol	Percha-defecación
Passifloraceae	<i>Passiflora membranaceae</i>	Enredadera	Alimentación (brotes tiernos de los tallos y hojas)
Pinaceae	<i>Abies guatemalensis</i>	Árbol	Percha
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i>	Árbol	Percha-vocalización de alarma
Styracaceae	<i>Styrax sp.</i>	Árbol	Percha-alimentación (frutos)
Winteraceae	<i>Drymis granadensis</i>	Árbol	Percha

Cuadro 6. Semillas encontradas, en las excretas de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) de Abril a Diciembre del 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Familia	Especie	Forma de vida	Anotaciones
Araliaceae	<i>Oreopanax sp</i>	-----	En la excreta colectada, se encontraron un total de 170 semillas de ésta especie. (Figura 11; Anexo 6)
Rosaceae	<i>Prunus sp.</i>	Árbol	Se observaron individuos de <i>Penelopina nigra</i> alimentándose de ésta especie en el transecto N (Figura 12 ; Anexo 6)
Simplocaceae	<i>Symplocos hartwegii</i>	Árbol	Se observó a <i>Penelopina nigra</i> alimentarse de ésta planta, además, se observaron abundantes excretas de crácidos bajo los árboles de ésta especie. (Figura 13; Anexo 6)
-----	Sp1	-----	Semillas no identificadas, encontradas en excretas el 25 de Junio de 2009. (Figura 14, Anexo 6)
-----	Sp2	-----	Semillas no identificadas, encontradas en excretas el 25 de Junio de 2009. (Figura 15, Anexo 6)
-----	Sp3	-----	Semilla no identificada, encontrada en excretas de individuo joven el 12 de Agosto de 2009. (Figura 16, Anexo 6)
-----	Sp4	-----	Semilla no identificada, encontrada en excretas de una hembra el 12 de Agosto de 2009 (Figura 17, Anexo 6)
-----	Sp5	-----	Semilla no identificada, encontrada en excretas de una hembra el 12 de Agosto de 2009 (Figura 18, Anexo 6)



Figura 2: Distribución espacial de los Individuos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) observados durante los censos de los transectos, utilizados para la estimación de la densidad poblacional de Abril a Diciembre del año 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

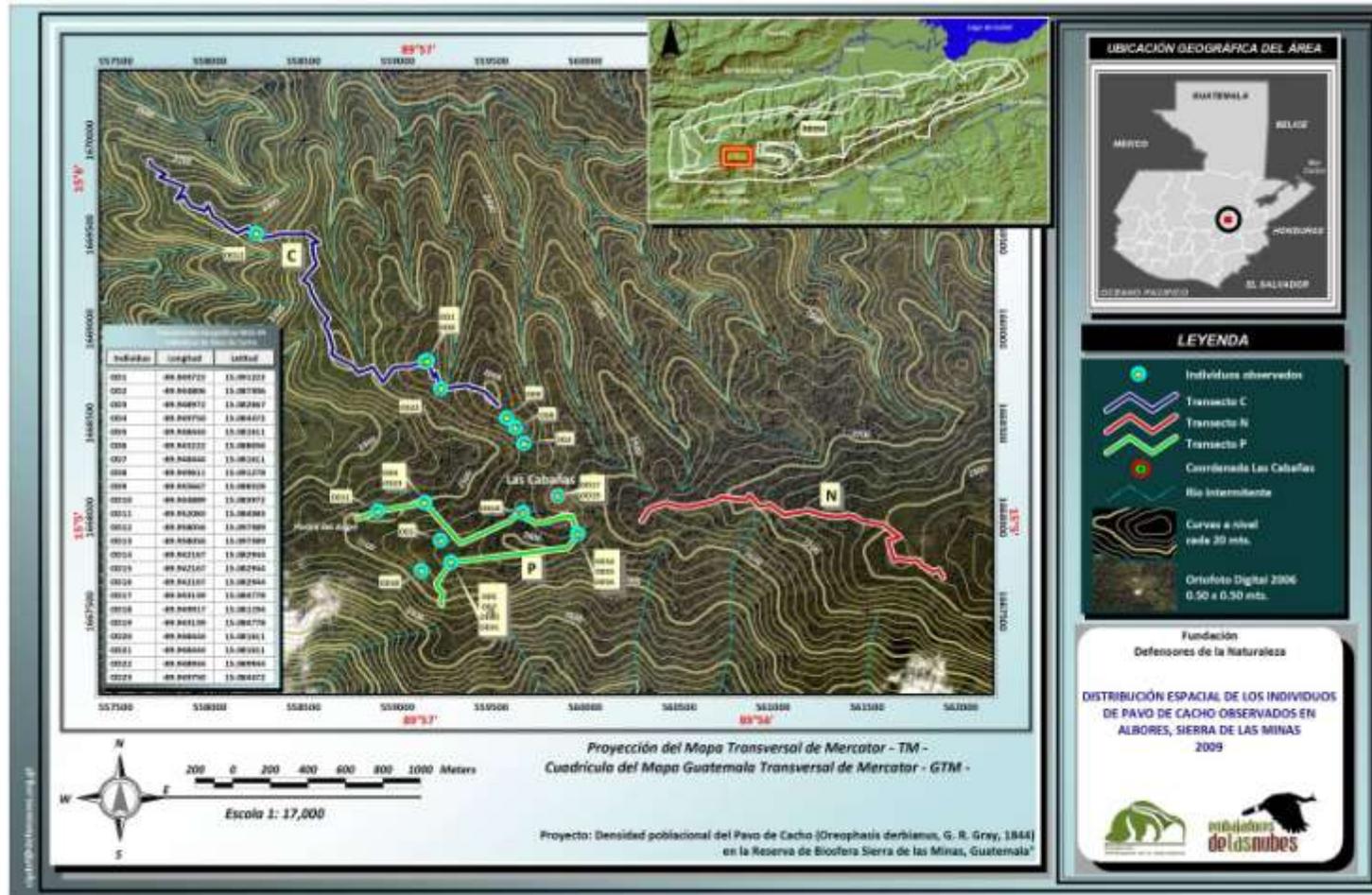


Figura 3: Distribución espacial de todos los individuos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) observados durante los censos y fuera de éstos de Abril a Diciembre del año 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

VIII.iii Otros hallazgos

Además, de los datos presentados para *Oreophasis derbianus*, se hicieron otras observaciones respecto a la fauna del lugar. Se presenta a continuación lo que se consideró de mayor relevancia.

En total se observaron 49 especies de aves, distribuidas en 23 familias (*Anexo 7*). Además se observó la presencia de 7 especies de mamíferos, distribuidos en 7 familias (*Anexo 8*) observados directamente o mediante sus rastros; dos especies fueron identificadas por medio de fotografías de huellas por Diego Juárez, quien previamente a trabajado con mastofauna del lugar. Finalmente se observó la presencia de 3 especies de reptiles distribuidos en 3 familias (*Anexo 9*), las cuales fueron identificadas Manuel Acevedo.

IX. DISCUSIÓN

IX.i Densidad

La densidad estimada se obtuvo mediante la función media-normal con el ajuste polinomial simple, la cual fue elegida entre otras funciones por ajustarse mejor a los datos según criterios de selección de modelo (robustez del modelo, criterio de forma, eficiencia y ajuste del modelo) descritos por Buckland *et al.* (1993), además el modelo presentó relativamente bajo error estándar (1.01) y el menor coeficiente de variación (0.6) con respecto a las otras funciones.

La densidad poblacional calculada (1.6 ind/Km²) en Albores, Sierra de las Minas fue baja si se compara con la calculada para la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas, México, en donde se estimó en 4.4 ind/km² (Gómez de Silva *et al.* 1999; González-García, 2005; Abundis, 2006); y aún menor si se compara con la estimada para el Volcán San Pedro, en Sololá, Guatemala en donde se estimó en 10.5 ind/km² (Rivas & Cobar, 2008).

A pesar de que la muestra fue pequeña ($n = 14$), y el intervalo de confianza obtenido al 95 % es relativamente amplio (0.17 – 15.0 ind/ km²), la baja densidad es apoyada en el cálculo del índice de abundancia (0.07 ind/km recorrido), el cual, si se calcula y compara con los obtenidas en El Triunfo y el volcán San Pedro, sigue siendo bajo:

Sitios de Estudio	Km recorridos	# ind. Obs	Índice de abundancia (ind/km recorrido)	Densidad poblacional (ind/km ²)
Albores a	200	14	0.07	1.6
San Pedro b	50	44	0.88	10.5
El Triunfo c	180.6	45	0.25	4.5

a Fuente: Este estudio .

b Fuente: Rivas & Cobar, 2008

c Fuente: Abundis, 2006

Por lo anteriormente planteado, la hipótesis medular de éste estudio no puede ser rechazada. Ésta diferencia en las densidades calculadas en los tres sitios, parecen ajustarse a un patrón biogeográfico, ya que el área de San Pedro, para la cual se estima una mayor densidad poblacional, es un área **cercana al centro** del rango de distribución de la especie; mientras que El Triunfo, con una densidad intermedia, es un área **cercana al extremo** oeste de la distribución; y, Albores, en Sierra de las Minas, con la menor densidad, se ubica **en el extremo** este de la distribución de la especie (*Anexo 1*). Lo anterior es apoyado por algunos autores que sugieren que, en las áreas periféricas del rango de distribución de una especie, las densidades tienden a ser más bajas que en las áreas centrales de su distribución (Andrewartha & Birch, 1954; Emlen, 1973; Hengeveld & Haeck, 1982; Brown, 1984; Brown *et al.* 1995; Brown & Lomolino, 1998). Éste patrón ha sido observado tanto para aves (Hengeveld & Haeck, 1982; Brown, 1984; Brown *et al.* 1995; Mehlman, 1997; Williams *et al.* 2003), así como para diversas taxa: plantas (Hengeveld & Haeck, 1982; Brown, 1984; Brown *et al.* 1995), escarabajos (Hengeveld & Haeck, 1982; Brown *et al.* 1995), crustáceos y microorganismos (Brown *et al.* 1995).

En cuanto a las aves, se encontró que dicho patrón ya ha sido encontrado en galliformes de la familia Phasianidae y familia Odontophoridae: en la codorniz *Colinus virginianus* y en el faisán *Phasianus colchicus* se encontró que la densidad disminuía gradualmente desde el centro (1.15 ind/km²) hacia la periferia (0.0009 ind/km²) del rango de distribución, en un estudio llevado a cabo en Estados Unidos (Williams *et al.* 2003); los autores atribuyen éste patrón a mayores fluctuaciones ambientales en las áreas periféricas en comparación con las poblaciones centrales, lo cual hace variar la tasa de crecimiento poblacional. Pese a esta evidencia, parece ser que ésta es la primera vez que se reporta éste patrón biogeográfico para la familia Crácidae y en general para una especie rara.

Según este patrón de distribución espacial de la abundancia, en las áreas centrales del rango de distribución de una especie, la densidad es mayor, y va decreciendo de forma gradual y simétrica hacia la periferia, además, la distribución se vuelve más “parchada” es decir, poblaciones más dispersas que en el centro del rango (Brown, 1984).

Brown (1984) basa dicha teoría en 3 supuestos principales:

a) *los requerimientos ecológicos de la especie*: la distribución y abundancia de cada especie está determinada por una combinación de variables físicas (p. ej. temperatura, luz, agua, salinidad, pH, concentración de nutrientes, humedad, altitud) y bióticas (p. ej. competencia, disponibilidad de alimento, disponibilidad de sitios para anidar, habilidad para evitar depredadores y patógenos) específica y necesarias para la sobrevivencia y distribución de los individuos (nicho), por lo cual, las variaciones en la densidad poblacional de las especies en el espacio son el reflejo de la probabilidad de la distribución de las variables ambientales requeridas. Es decir que hay un punto geográfico en la distribución de una especie, en el cual las variables necesarias para su reproducción y sobrevivencia son óptimas llamados “hot spots” (Brown *et al.* 1995) y dicho punto está ubicado al centro del rango de distribución de la especie; al ser óptimas las condiciones, las abundancias tienden a ser mayores, por tener mayor disponibilidad de recursos; para *Oreophasis derbianus* éstos “hot spots” parecen estar relativamente cercanos al Volcán San Pedro. En contraste, los sitios en la periferia de la distribución parecen experimentar mayores fluctuaciones ambientales, y tendrían una menor calidad y/ o cantidad de los recursos específicos necesarios para dicha especie (Mehlman, 1997; Williams *et al.* 2003), por lo cual las densidades poblacionales son menores, como parece ser el caso para El Triunfo en Chiapas, y en Sierra de las Minas al Este de Guatemala.

b) *la variación espacial en el ambiente de determinantes estocásticas y determinísticas*: algunos conjuntos de variables se distribuyen independientemente unos de otros, la probabilidad de que los sitios tengan similares combinaciones de variables ambientales es una función inversa de la distancia entre éstos, es decir, que sitios cercanos serán más parecidos en cuanto al conjunto de variables ambientales, por lo que soportarán densidades más similares que sitios alejados entre sí. Ives & Klopfer (1997) sugieren además, que para algunas especies, la variación temporal, más que las variables ambientales podrían determinar las abundancias. Para el Pavo de Cacho, se esperaría, entonces que sitios cercanos al Volcán San Pedro, tuvieran densidades similares a éste por

tener condiciones ambientales similares, y más diferentes en cuanto se aumenta la distancia hacia la periferia. Éste supuesto parece cumplirse ya que al observar el mapa de distribución (*Anexos 1 y 2*), hay varios parches agrupados cercanos al volcán San Pedro y la distribución se va haciendo más “parchada” (¿y menos abundante?) hacia la periferia.

c) Variación en los requerimientos específicos de cada especie: las especies cercanamente emparentadas, tienen requerimientos ecológicos similares y las dimensiones de su nicho varían en pequeño número, lo cual es reflejo de pequeñas diferencias evolutivas en morfología, fisiología y comportamiento como resultado de un ancestro común relativamente reciente. En éste sentido, podría esperarse que las densidades de otras especies de crácidos (p.ej *Penelopina nigra* y *Penelope purpurascens*) serían poco abundantes tanto para el área de Sierra de las Minas como en el área de El Triunfo, en comparación con el volcán San Pedro, lo cual no fue considerado en éste estudio.

A pesar de que éste patrón de distribución de las abundancias ha sido bien aceptado, existen algunas excepciones, sin embargo se ha encontrado menos evidencia en contra (Brewer & Gaston, 2002; Blackburn *et al.* 1999) que a favor de dicho patrón.

IX.ii Historia Natural

El mapa de distribución espacial de los individuos observados de *O. derbianus* (*Figura 3*) muestra que los individuos están agregados relativamente en el Transecto P y a la estación científica “Las Cabañas”, a excepción del individuo OD12 que se encuentra alejado sobre el transecto C. Esta distribución podría deberse a una mayor cantidad de recursos disponibles (ej: recursos alimenticios agregados, sitios para anidar), lo cual quizás podría estar relacionado con la altitud, ya que como se aprecia en el mapa la mayor ubicación de los individuos está entre las cotas 2500 a 2600 (61 % individuos), a pesar de que también a algunos individuos se les observo alrededor de los 2300 y 2400 (39 %) (*Cuadro 2*); esto difiere de lo encontrado en el Volcán San Pedro, en donde la mayoría de los individuos se ubicaron entre los 2900 a 3020 msnm (Rivas & Cobar, 2008); del Volcán Tolimán en Sololá, en donde la mayoría de registros fueron entre los 2600 a 2900

(Méndez, 2010) y de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, en donde la mayoría de observaciones se hicieron entre los 1940 a 2040 msnm (González-García, 2005). Sin embargo, la muestra para la aseveración de ésta suposición es muy pequeña.

En el transecto denominado N, durante el muestreo no se observó a ningún individuo de Pavo de Cacho. Sin embargo si fueron avistados individuos de *Penelopina nigra* (Cracidae) y también plantas de las cuales se alimenta el Pavo de Cacho (ej. *Prunus* sp.), por lo que se cree que el sitio si es óptimo para la presencia del Pavo. Además, según reportes del personal técnico de Defensores de la Naturaleza, en años anteriores se ha observado a *Oreophasis* en esa ruta (Com. Pers. A. Cobar, 2010 y R. Leonardo, 2010). También, en un estudio realizado en el área en 1993 por el Centro de Datos para la Conservación (CDC), se reporta la presencia de plantas que fueron utilizadas por el Pavo de Cacho en el presente estudio, cerca de la ubicación de éste transecto en la localidad conocida como “El Pinalón”.

La ausencia de *Oreophasis* en el transecto N podría deberse a un sesgo de detección, por no estar en el momento adecuado para observar a los individuos, además, un factor a tomar en cuenta es que éste transecto fue de 2 Km de longitud y no de 3 como los otros transectos, por lo que también presenta menor área cubierta, o bien, dicha ausencia podría deberse a una constante presencia humana, la cual fue confirmada mediante encuentros directos con personas y/o rastros. Además, en una oportunidad se encontraron personas desconocidas portando un rifle, lo cual puede ser indicio de cacería en éste sitio. Éste transecto solía ser un camino que años atrás fue utilizado según personas del lugar, para la extracción de madera, lo cual permite el acceso al área protegida desde puntos alternos a la entrada principal.

Sin embargo, la evidencia de cacería también pudo constatarse en el transecto P, a pesar de ser el transecto con más avistamientos (*Figura 3*). La evidencia encontrada fueron restos de mono aullador o saraguato (*Allouata pigra*) presumiblemente cazado, los cuales consistían en piel, vísceras, manos y cola, sin haberse encontrado el cráneo, músculos ni huesos del animal, la piel estaba casi completa, dando indicios de que fue extraída por

personas y no por otro animal. Según comentarios de los guardaparques, algunas personas utilizan la carne de mono como alimento.

En cuanto a la época de reproducción, también parece coincidir con el rango de tiempo estimado de octubre-noviembre hasta mayo-junio por González-García (1995), Gómez de Silva *et al.* (1999), González-García (2005), lo cual es apoyado por un macho realizando vocalizaciones de cortejo observado el 23 de abril (ver OD 2 en *cuadro 2*); y el hallazgo de una hembra acompañada por sus dos crías, observados el 12 de agosto (ver OD14, OD15 y OD16, en *cuadro 2*), las cuales parecían tener una edad aproximada de dos a tres meses de edad (del Hoyo & Motis, 2004; com. Pers. González-García, 2010; com. Pers. Cornejo, 2010), lo cual sugiere que nacieron en Mayo o Junio. Considerando que el período de incubación se ha estimado en 35 a 36 días (González-García, 1995), y si las crías nacieron en Mayo o Junio, es muy probable que la hembra haya llevado a cabo la cópula durante el mes de Mayo o tal vez, Abril; a dicha hembra se le estimó una edad de entre 1 a 2 años de edad. Sin embargo se ha observado en cautiverio que el desarrollo del cuerno, no necesariamente refleja la edad exacta de los individuos (com. Pers. Cornejo, 2010)

Junio fue el mes con más avistamientos de Pavo de Cacho, esto probablemente se debe a una alta actividad de los individuos, por cortejo y crianza de polluelos. Es interesante el hallazgo de individuos en Septiembre y Octubre, ya que contradice la hipótesis de migración altitudinal planteada en otros sitios (González-García, *et al.* 2006; Gómez de Silva *et al.* 1999; Rivas & Cobar, 2008), considerando que el rango altitudinal muestreado fue relativamente estrecho (2163 a 2783), sin embargo, cabe la posibilidad de que la migración sea únicamente realizada por algunos individuos como se encontró para el Quetzal (*Pharomachrus mocinno*) en el área de Albores en 1996 y de una manera asincrónica y no predecible (Paiz, 1996). Además, hay que hacer notar que no se obtuvieron datos para de Enero a Marzo, cuando es el pico de reproducción de la especie. En todo caso, estudios detallados de fenología de las plantas alimenticias del Pavo de Cacho en el área, para observar disponibilidad de alimento a lo largo del tiempo; así como

investigaciones dirigidas a estudiar movimientos de los individuos en el bosque son de primordial importancia.

Además, resalta el hecho de que en Diciembre no se observó ni un solo individuo, dado que en Noviembre se observaron 5, lo cual indica una alta actividad probablemente por actividades de cortejo y/o reproducción, sin embargo esto puede deberse a que solamente un viaje fue realizado en éste mes, por lo que la probabilidad de observarlos fue menor.

El horario de mayor actividad de los Pavos fue en la mañana, al igual que el reportado en El Triunfo y San Pedro (Abundis, 2006; Rivas & Cobar, 2008). El pico de mayor observación es entre 6:00 y 9:59 (*Cuadro 2; Figura 5*). Como se observa en los datos, hay un mayor número de individuos observados temprano en la mañana con un declive de la actividad hacia medio día entre 12:00 a 15:59 en donde únicamente se observaron 2 individuos y luego un aumento leve en las últimas horas de la tarde entre 16:00 a 17:59.

En total, en el horario de la mañana, fueron observados 17 individuos (74 %) mientras que únicamente 6 individuos (26 %) fueron observados en la tarde, entre 12:00 a 18:00 horas, lo cual podría ser de utilidad al considerar realizar futuros estudios, sin embargo, debido a la baja densidad observada, reducir el tiempo de búsqueda al período de la mañana, reduciría aún más el número de registros; ésta consideración dependerá de la naturaleza de las próximas investigaciones.

El patrón de actividad encontrado en cuanto al horario para el Pavo de Cacho, coincide con el patrón de fluctuación de la humedad relativa encontrado para Sierra de las Minas (Campbell, 1983), en donde se encontró que la media mensual en la mañana (7:00) estuvo en 93-95 %, decreciendo a 53-73% al medio día (13:00) y aumentando gradualmente hasta 91-95 % justo antes del anochecer (18:00).

En la utilización de los recursos vegetales, se establecen 12 especies distribuidas en 6 familias, que forman parte de la alimentación del Pavo de Cacho en Sierra de las Minas; 6 son árboles: *Oreopanax hederaceum*, *Miconia glaberrima*, *Styrax sp*, *Oreopanax sp*,

Prunus sp., y *Symplocos hartwegii*; una especie de enredadera: *Passiflora membranacea* y cinco especies más las cuales no pudieron ser identificadas por contarse únicamente con semillas. De éstas especies, *Styrax sp.* (Styracaceae) y *Passiflora membranacea* (Passifloraceae), son nuevos registros en la dieta del Pavo de Cacho tanto a nivel de género y especie como a nivel de familia; además, *Oreopanax hederaceum* también puede incluirse, ya que la especie *hederaceum* no aparece reportada en la literatura publicada.

De *Styrax sp.*, se observó el consumo de los frutos aproximadamente a 6 metros de altura en el árbol. De *Passiflora membranacea* se observó a una hembra consumiendo los brotes tiernos de los tallos y las hojas de ésta enredadera en el estrato arbóreo, aproximadamente a 7 mts de altura sobre un árbol, mientras que de *Oreopanax hederaceum* se observó que consumió los frutos, además, resalta la observación de alimentación de las crías, las cuales se alimentaron de frutos de *Miconia glaberrima*

Se observó la utilización de dos especies de árboles: *Persea sp.* (Lauraceae) y *Parathesis sp.* (Myrsinaceae) para defecar, mientras que vocalizaciones de alarma (González-García, 1995) fueron realizadas en 3 especies de árboles: en *Quercus acatenanguensis* (Fagaceae), donde se emitió la vocalización “áh-woo-ah” y “bill claking”; en *Persea sp.* (Lauraceae) realizó la vocalización de alarma “áh-woo-ah” y “bill claking”; y en *Pinus ayacahuite* (Pinaceae) realizó la vocalización de “bill clacking”. En una sola ocasión se escucho una vocalización de cortejo realizada por machos, descrita por González-García (1995) como “hum-hum-hummm; hum-hummm; hum-hummm “; justo como lo descrito en la literatura, la primera de las siete notas, es un solo y breve *hum*; y la tercera quinta y séptima nota son más prolongados *hummm*; dicha vocalización se llevó a cabo desde un árbol de *Quercus sapotifolia* (Fagaceae), lo cual coincide con lo encontrado para El Triunfo (González-García, 2005), en donde se observó que los árboles que *Quercus* son, en su mayoría utilizados para ésta actividad; sin embargo difiere del Volcán Tolimán, en donde *Phoebe salvinii* y *Chiranthodendron pentadactylon* fueron mayormente utilizados (Méndez, 2010).

De las especies vegetales utilizadas por el Pavo de Cacho, dos se encuentran en la lista roja de especies en peligro de extinción de IUCN (IUCN, 2010): *Pinus ayacahuite* se encuentra en la categoría de bajo riesgo, y fue utilizada como percha y para emitir una vocalización de alarma por el Pavo, mientras que *Abies guatemalensis* se encuentra en la categoría de vulnerable, y fue utilizada por el Pavo como sitio de percha.

Finalmente, se reporta en cuanto a la dieta, que *Prunus sp.* (Rosaceae) la cual fue encontrada como semillas en excretas de *Oreophasis* también es consumida por *Penelopina nigra* según observaciones personales directas de individuos de dicha especie alimentándose en el árbol, además, en el estómago del mono aullador (*Allouata pigra*) que se encontró muerto en el transecto P, también fueron detectadas semillas de *Prunus sp.*, lo cual significa que algunos vertebrados pueden competir por dicho recurso en la localidad de Albores.

Además, en las excretas del Pavo de Cacho se encontraron semillas de *Symplocos hartwegii* (Simplocaceae), las cuales también son consumidas por *Penelopina nigra* según observaciones directas y probablemente por *Penelope purpurascens* en el área, ya que bajo árboles de dicha especie, se encontraron abundantes excretas de aves, (presumiblemente de crácidos) por lo que también se puede pensar que hay competencia por dicho recurso en el área.

IX.iii Otros Hallazgos

De las especies de aves reportadas (Anexo 7); 17 especies (35 %) son endémicas regionales (Howell & Webb, 1995); 25 especies (51 %) son específicas de hábitat de bosque primario (Eisermann & Avendaño, 2006); 3 especies : *Polioptila caerulea*, *Geothlypis trichas* y *Wilsonia pusilla* son migratorias, visitantes de invierno (Howell & Webb, 1995; Eisermann & Avendaño, 2006), y 5 (10 %) especies presentan algún grado de amenaza de extinción a nivel mundial (IUCN, 2010).

En la literatura consultada, no se encontró reporte previo de la presencia en Albores, Sierra de las Minas de 16 especies de las presentadas aquí, por lo que se considera que son nuevos reportes: *Harpyhaliaetus solitarius*, *Geotrygon albifacies*, *Piaya cayana*, *Strix fulvescens*, *Abeillia abeillei*, *Melanerpes formicivorus*, *Dryocopus lineatus*, *Piculus rubiginosus*, *Empidonax affinis*, *Pachyramphus major*, *Polioptila caerulea*, *Catharus mexicanus*, *Vireo leucophrys*, *Geothlypis trichas* y *Pipilo erythrophthalmus*.

De los nuevos reportes mencionados, el hallazgo del carpintero *Dryocopus lineatus*, es insólito, ya que para Guatemala dicha especie no se encuentra en la región montañosa (>900 msn) según Eisermann & Avendaño (2006) y su límite altitudinal teóricamente llega hasta los 1500 msn (Stotz, 1996).

Se verificó la reproducción de 5 especies, mediante el encuentro de nidos y /o crías: *Ergaticus versicolor*: Se colectó un nido de Chipe de cabeza rosada encontrado el 28 de Mayo de 2009, además se tomaron algunas notas sobre el comportamiento de cuidado parental de la especie y sobre la temporalidad del desarrollo de los huevos y polluelos, documentados con fotografía y video; el nido fue depositado en la colección zoológica del Museo de Historia Natural (MUSHNAT) de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos.

Myioborus miniatus: se colectó un nido encontrado el 10 de Junio de 2009, el cual fue depositado en la colección zoológica del Museo de Historia Natural (MUSHNAT) de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos.

Pharomachros mocinno Se reporta el encuentro de quetzales anidando el 8 de Junio de 2009, sobre transecto C.

Empidonax affinis: se encontró una cría el 14 de Mayo del 2009 la cual fue capturada manualmente, ya que aún no volaba bien; al capturarla vinieron los padres; el encuentro fue documentado mediante fotografía y video conteniendo algunas vocalizaciones de la cría y los adultos. Con este encuentro, se verifica la supuesta reproducción de la especie en el país (Eisermann & Avendaño, 2006).

Oreophasis derbianus: ver la discusión sobre historia natural de Pavo de Cacho.

En cuanto a los mamíferos (*Anexo 8*), de las 7 especies encontradas, 2 de ellas: el mono aullador (*Alouatta pigra*) y el tapir o danto (*Tapirus bairdii*) se encuentran en la lista roja de animales en peligro de extinción a nivel mundial (IUCN, 2010).

Evidencia de reproducción fue encontrada para monos aulladores (*Alouatta pigra*) los cuales fueron observados con crías en varias oportunidades durante el estudio. Y para coche de monte (*Pecari tajacu*), se trata del encuentro de un grupo de al menos 10 individuos, incluyendo 1 cría, el encuentro fue documentado mediante fotografía y video.

Además, se reporta el hallazgo de restos de un mono aullador (*Alouatta pigra*) encontrado en el bosque el 24 de Septiembre de 2009, en el transecto P, específicamente junto a la localidad conocida como “la Peña del Ángel”. Se encontró la piel, vísceras y algunos huesos del individuo, no se encontró el cráneo, ni huesos grandes, únicamente estaban presentes las extremidades y la cola, además se encontró buena parte de las vísceras. La mano derecha del individuo (huesos y restos de músculos) fue colectada junto con pelaje del individuo y depositados en la colección zoológica del Museo de Historia Natural (MUSHNAT) de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos. El estómago de dicho individuo fue revisado en el campo, y pudieron diferenciarse semillas de *Prunus* sp.

De las 3 especies de herpetofauna encontradas (*Anexo 9*), ninguna aparece en el listado de especies en peligro de extinción a nivel mundial (IUCN, 2010).

VIII.iv Implicaciones

El ajuste de la distribución espacial de la abundancia de *Oreophasis derbianus* a un patrón biogeográfico, conlleva al surgimiento de nuevas preguntas interesantes de responder: ¿Son similares las abundancias en poblaciones cercanas a las áreas muestreadas?, ¿Cuáles son los factores principales determinantes en la reproducción y sobrevivencia de los individuos? ¿Son los mismos factores a lo largo del rango de distribución? ¿Qué implicaciones genéticas tiene esta variabilidad en la abundancia y el aislamiento en las poblaciones?

Además dicho patrón resulta importante en la conservación, ya que se ha sugerido que por ser más variables las poblaciones de las áreas periféricas, éstas poblaciones pueden ser más susceptibles a la extinción (Williams *et al.* 2003). También se ha sugerido que las poblaciones periféricas al ser más pequeñas, tienen una menor diversidad genética, debido a la deriva génica y también, ya que al estar más aisladas éstas poblaciones recibirán menos inmigrantes que las poblaciones centrales (Channell, 2004); a pesar de esto, podría ser que las poblaciones periféricas sean más persistentes que las centrales, esto debido a que al estar aisladas, las poblaciones periféricas son menos susceptibles a cambios ambientales iniciados en cualquier parte del rango de distribución de la especie, por ser las últimas en estar expuestas de dicho cambio. También parece ser que la adaptación de poblaciones periféricas a diferentes ambientes, es un evento importante de especiación (Mayr, 1970 en Channell, 2004)

Por otra parte, las poblaciones centrales al ser más densas y estar más cercanas entre sí, pueden ser susceptibles a procesos de extinción mediante procesos contagiosos (ej enfermedades), además al ser más densas pueden ser más susceptibles a explotación humana (en caso de *Oreophasis*, la cacería) (Gaston, 1994; Araujo & Williams, 1999; Yu & Dobson, 2000), sin embargo, si se pensara en una reintroducción, es probable que el Pavo de Cacho tenga una mejor respuesta en hábitat centrales del rango de su distribución ya que éstos tienen condiciones ambientales más favorables para la especie. Y por supuesto, al tener los hábitat centrales aparentemente condiciones más favorables para el Pavo de Cacho, pueden soportar poblaciones mayores, que en la periferia.

Por los anteriores argumentos, tanto poblaciones periféricas como poblaciones centrales son muy importantes en la conservación, ya que incluyéndolas en planes de conservación, se aumentará el número de sitios conservados, así como la variabilidad de los recursos a través del rango de distribución, esto sin duda alguna es fundamental para una especie tan susceptible a la extinción como lo es el Pavo de Cacho.

Una implicación importante de resaltar es que, debido a que las poblaciones en diferentes áreas del rango de distribución de *Oreophasis derbianus* son diferentes en cuanto a densidad, no deberían de extrapolarse las estimaciones de una población para la estimación del tamaño poblacional a través de todo el rango de distribución (Hengeveld & Haeck, 1982).

La población de Pavos de Cacho, en Sierra de las Minas, debido a sus bajos números es muy susceptible a la extinción, y no puede soportar presiones fuertes, como la cacería observada durante las visitas de campo. Aunque según la teoría del patrón biogeográfico observado en dicha área no se encuentran las condiciones (ambientales y bióticas) más idóneas para la especie, ésta se ha adaptado a las condiciones ambientales del lugar, prueba de ello es la presencia y reproducción encontrados en éste estudio, y puede representar características genotípicas que la hacen soportar dichas condiciones. Es de gran importancia el estudio de las variables (ambientales y bióticas) que limitan la abundancia de *Oreophasis derbianus* en la Sierra de las Minas, y en distintas áreas del rango de distribución, para poder eventualmente identificar potenciales amenazas para la población y poder contrarrestarlas.

Adicional a esto, la alta riqueza de especies, el alto grado de endemismo y especialización de aves y otros organismos; las evidencias de reproducción de las especies en el lugar, y la presencia de especies de importancia en conservación a nivel mundial, hacen del bosque nuboso de la Sierra de las Minas un sitio de especial interés para investigación y conservación de la biota.

X. CONCLUSIONES

- X.i** Se estimó una densidad poblacional de *Oreophasis derbianus* de 1.6 ± 1.01 (SE) ind/km² (IC = 0.17 – 15.0 ind/km²) en el área de Albores, Sierra de las Minas, Guatemala en el año 2009.
- X.ii** La distribución espacial de la densidad poblacional a través del rango de distribución de *Oreohasis derbianus* coincide con el patrón biogeográfico de distribución de abundancias, con una mayor abundancia en el centro del rango (Volcán San Pedro) y menores abundancias en las periferias del rango (Reserva de la Biosfera El Triunfo y Reserva de Biosfera Sierra de las Minas).
- X.iii** Hay evidencia de reproducción de *Oreophasis derbianus* y otras especies de aves en el área de Albores, Sierra de las Minas.
- X.iv** La distribución espacial de *Oreophasis derbianus* en el área de Albores, Sierra de las Minas, Guatemala, sigue un patrón agregado.
- X.v** El hallazgo de individuos de *Oreophasis derbianus* en Septiembre y Octubre contradice la hipótesis sobre migración altitudinal planteada para otros sitios.
- X.vi** La madurez sexual de las hembras de *Oreophasis derbianus*, en Albores, Sierra de las Minas, Guatemala se alcanza entre uno y dos años de edad.
- X.vii** La mayor actividad de *Oreophasis derbianus* en el área de Albores, Sierra de las Minas, Guatemala es durante la mañana de 6:00 a 11:59 horas y coincide con el patrón de comportamiento de la humedad relativa.
- X.viii** La cacería ilegal es una amenaza directa y es la amenaza principal para *Oreophasis derbianus* presente en el área de Albores, Sierra de las Minas.
- X.ix** Dos especies *Styrax* sp (Styracaceae) y *Passiflora membranaceae* (Passifloraceae) son nuevos registros en la literatura para la alimentación de *Oreophasis derbianus*, a nivel de especie, género y familia.
- X.x** Dos de las especies vegetales (*Abies guatemalensis* y *Pinus ayacahuite*) utilizadas por el Pavo de Cacho en Albores se encuentran en la lista roja de especies en peligro de extinción.

XI. RECOMENDACIONES

- XI.i** Realizar acciones inmediatas para controlar la cacería y el acceso a la localidad de Albores, zona núcleo de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, ya que representa una amenaza directa para la sobrevivencia del Pavo de Cacho y otras especies en el lugar.
- XI.ii** Fortalecer las actividades de educación ambiental, para dar a conocer la existencia de *Oreophasis derbianus* en las comunidades cercanas a la Reserva, así como hacer conciencia sobre la importancia de la conservación de ésta especie y su hábitat.
- XI.iii** Apoyar y gestionar investigación *in situ* sobre *Oreophasis derbianus* en el área de Albores. Se considera de primordial importancia el estudio de los recursos florísticos utilizados por el Pavo de Cacho en ésta localidad, elaborar un inventario detallado de éstos recursos, así como estudiar la fenología de las plantas de las que se alimenta.
- XI.iv** Se recomienda desarrollar investigación enfocada a los patrones de movimiento de los individuos dentro del bosque, mediante el marcaje (natural o artificial) de individuos, para establecer el área real que utilizan y, así establecer estrategias de conservación más precisas.
- XI.v** Es importante estudiar las variables ambientales y bióticas que limitan la abundancia de *Oreophasis derbianus* tanto en la Sierra de las Minas, como a lo largo del rango de su distribución, para identificar amenazas y eventualmente mitigarlas en las poblaciones.
- XI.vi** Es importante continuar con los estudios para determinar las estimaciones de la densidad a mediano plazo para observar cambios en la tendencia poblacional *Oreophasis derbianus* a través del tiempo, como un indicador del estado de conservación del área. Además es necesario realizar un estudio a largo plazo para obtener mayor cantidad de datos y lograr determinar con mayor confiabilidad la densidad de la especie para el área, considerando que la probabilidad de observar la especie es muy baja. Los datos obtenidos aquí

representan únicamente un momento en el espacio y el tiempo, por lo que estimaciones adicionales, pueden aportar un resultado más preciso y cercano a la realidad; para dichos estudios es necesario abarcar en el muestreo todo el período de reproducción de la especie lo cual no fue posible realizar en éste estudio por cuestiones logísticas.

XI.vii Se recomienda también ampliar el muestreo a otras localidades en Sierra de las Minas donde se ha observado la especie como el volcán Las Palomas y el área de Jones.

XII. REFERENCIAS

- Abundis A. 2006. Propuesta de protocolo para el monitoreo de la población de pavón (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de la biosfera El Triunfo, Chiapas. Tesis de Maestría en ciencias. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Álvarez del Toro M. 1976. Datos biológicos del Pavón (*Oreophasis derbianus* G.R. Gray). Instituto de Historia Natural de Chiapas
- Álvarez del Toro M. 1980. Las aves de Chiapas. 2da edición. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Andrewartha HG & Birch LC. 1954. The distribution and abundance of Animals. Chapter 14. A General Theory of the Numbers of Animals in Natural Population. The University of Chicago Press. Chicago & London. Printed in USA. 782 pp.
- Andrle RF. 1967. The Horned Guan in México and Guatemala. The condor 69(2): 93-109.
- Andrle RF. 1968. Biology and conservation of the Horned Guan. Year book of the American Philosophical society. 276- 277 p.
- Andrle RF. 1969. Quest for the Horned Guan. Science 49(3): 40-43
- Araújo MB & Williams PH. 1999. The Bias of Complementarity Hotspots toward Marginal Populations. Conservation Biology. 15 (6): 1710 – 1720.
- Birdlife International, 2009. Species factsheet: *Oreophasis derbianus* (en línea). Consultado el: 7 de Julio de 2009. Disponible en: www.birdlife.org

- Blackburn TM; Gaston KJ; Quinn RM & Gregory RD. 1999. Do local abundances of British birds change with proximity to range edge? *Journal of Biogeography*. 26: 493 – 505.
- Brewer AM & Gaston KJ. 2002. The geographical range structure of the holly leaf-miner. I. Population density. *Journal of Animal Ecology*. 71 : 91-111.
- Brooks DM. 2005. A Historical and current overview of the Cracid Specialist Group. P.2. In: *Memorias del II Simposium Internacional sobre Oreophasis derbianus* (JA Rivas; E. Secaira; E. Cornejo Eds.) Guatemala. 77p.
- Brooks DM & Fuller RA. 2006. Biology and conservation of Cracids. Pp 9-21. In: L Cancino y DM Brooks (Eds). *Conserving Cracids: the most threatened family of birds in the Americas*. Misc. Publ. Houston Mus. Nat. Sci. No. 6. Houston, TX. 177 p.
- Brooks DM & Strahl SD, eds. 2000. *Curassows, Guans and Chachalacas: Status Survey and Conservation Action Plan for Cracids 2000-2004*. Trad. F González-García; SL Pereira. Gland, Switerland. IUCN/SSC. Viii, 182 p.
- Brooks D & Strahl S. 2006 *Extinguidos en Estado Silvestre y Críticamente Amenazados*. Pp. 30. In: *Conserving Cracids: the most Threatened Family of Birds in the Americas* (DM Brooks, Ed.). Misc. Publ. Houston Mus. Nat. Sci., No 6, Houston, TX.
- Brown JH. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *The American Naturalist* 124(2): 255 – 279
- Brown JH & Lomolino MV. 1998. *Biogeography*. 2nd. Ed. Printed in USA. Sinauer Associates, Inc. 691 pp.

- Brown JH; Mehlman DW & Stevens GC. 1995. Spatial variation in abundance. *Ecology* 76 (7): 2028 – 2043.
- Buckland ST 2006. Point-Transect Surveys for Songbirds: Robust Methodologies. *The Auk* 123 (2): 345-357.
- Buckland ST; Anderson DR; Burnham KP; & Laake JL. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Chapman and Hall, London. 446pp
- Buckland ST; Marsden SJ; & Green RE. 2008. Estimating bird abundance: making methods work. *Bird Conservation International* 18: S91-S108.
- Burnham KP & Anderson DR. 1984. The Need for Distance Data In Transect Counts. *J. Wildl. Mange.* 48(4): 1248-1254.
- Burnham KP; Anderson DR & Laake JL. 1985. Efficiency and Bias in Strip and Line Transect Sampling. *J. Wildl. Mange.* 49 (4) : 1012-1018.
- Campbell JA. 1983. The biogeography of the cloud forest herpetofauna of middle America, with special reference to the Sierras de las Minas of Guatemala. Ph. D. Dissertation, the Univ. of Kansas. 322 p.
- Centro de Datos para la Conservación –CDC-. 1993. Evaluación ecológica rápida. Sierra de las Minas. Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Channell R. 2004. The Conservation Value of Peripheral Populations: the Supporting Science. *In*. Hooper, T.D. ed. *Proceedings of the Species at Risk 2004 Pathways to Recovery Conference*. Victoria. B.C.

CITES (Convención sobre el comercio internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. GUA). 2007. Lista de Especie de Fauna y Flora Silvestres de Guatemala incluidas en los Apéndices I, II, y III de la CITES. Guatemala. CONAP. s.p. (trifoliales 07).

Cóbar AJ. 2006. Distribución actual y selección de sitios para el estudio y la conservación de pavo de cacho (*Oreophasis derbianus* G.R.Gray, 1844) en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango, Guatemala. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacias. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. P.99.

CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GUA). 2007. Fauna de Guatemala en peligro de extinción. 3 ed. Guatemala. 62 p. (Documento Educativo 27).

Cornejo, J. 2009. Breeding programme for Horned guan *Oreophasis derbianus* at Africam Safari, Mexico. Int. Zoo Yb 43: 136 - 148.

Del Hoyo J; Elliot A & Sargatal J. (eds.) 1994. Handbook of the birds of the world. Volume 2. New World vultures to guineafowl. Lynx Edicions. Barcelona.

Del Hoyo J & Motis A. updated chapter. Pp 322-476 in: Delacour J & Amadon D. 2004. Curassows and related birds. Second edition. Lynx Edicions and The National Museum of Natural History, Barcelona and New York.

Delacour J & Amadon D. 2004. Curassows and related birds. Second edition. Lynx Edicions and The National Museum of Natural History, Barcelona and New York.

Eisermann E & Avendaño C. 2006. Diversidad de Aves en Guatemala, con una lista bibliográfica. PP.525-623. En: Cano E. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 674 p.

Eisermann K; Burge A; & López G. 2007. Registros de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en el Volcán Atitlán, Guatemala. Bol CGS , 23: 13-24.

Emlen JM. 1973. Ecology: An evolutionary approach. Addison-Wesley Publishing company. Printed in USA. 493 pp.

FDN (Fundación Defensores de la Naturaleza, GUA). 2003. Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. III Plan Maestro 2003-2008. Fundación Defensores de la Naturaleza. Guatemala. 82 pp. Disponible en: <http://conap.gob.gt:7777/Conap/portal/educacion-y-fomento/plan-maestro-de-reserva-de-biosfera-sierra-de-las-minas.pdf/view>. Consultado en Febrero 2010.

Frank-Hoeflich K; Silveira LF; Estudillo-López J; García-Koch AM; Ongay-Larios L; & Piñero D. 2007. Increased taxon and carácter sampling reveals novel intergeneric relationships in the Cracidae (Aves: Galliformes). J Zool Syst Evol Res 45(3): 242-254

Gale GA; Round PD; Pierce AJ; Nimnuan S; Pattanavibool a & Brockelman WY. 2009. A Field Test of Distance Sampling Methods for a Tropical Forest Bird Community. The Auk 126 (2): 439-448.

Gaston KJ. 1994. Geographic range sizes and trajectories to extinction. Biodiversity Letters. 2: 163 – 170.

Gómez de Silva H; González-García F & Casillas-Trejo MP. 1999. Birds of the Upper Cloud Forest of El Triunfo, Chiapas, México. Ornitología Neotropical 10: 1-26.

González-García F. 1994. Behavior of Horned Guans in Chiapas, México. *Wilson Bull.* 106 (2): 357-365

González-García F. 1995. Reproductive biology and vocalizations of the horned Guan *Oreophasis derbianus* in Mexico. *The Condor* 97: 415-426.

González-García F. 2005. Distribución, densidad y estado poblacional del pavón (*Oreophasis derbianus*) en México. Pp. 14-17. En: J. Rivas & E. Secaira (Eds). Memorias del II Simposium Internacional sobre *Oreophasis derbianus*. Guatemala, Guatemala. 77Pp.

González-García F. 2005b. Dieta y Comportamiento de Forrajeo del Pavón *Oreophasis derbianus* en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F

González-García F. 2007. Dieta y conducta de forrajeo del Pavón (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de La Biosfera El Triunfo, Chiapas, México. Pp. 15-27. En: J Cornejo y E Secaira. (Eds). Memorias del III Simposium Internacional sobre *Oreophasis derbianus*. Veracruz, México. 71 p.

González-García F. 2008. El pavón, Unicornio del bosque de niebla. *Biodiversitas* 81: 2-5.

González-García, F., S. Mandujano y A. Abundis. 2010. Population density of Horned Guan (*Oreophasis derbianus*) in the El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. *Journal of Field Ornithology*. Sometido.

González-García F; Brooks DM; & Strahl SD. 2001. Estado de conservación de los Crácidos en México y Centroamérica. P. 1-50. En: Brooks DM, & González-García F (eds).

Biology and Conservation of Cracids in the New Millenium. Houston, Estados Unidos:
Misc. Publ. HMNS 2, TX.

González-García F & Abundis AA. 2005. Distribución, densidad y estado poblacional del pavón (*Oreophasis derbianus*) en México. P. 14-17. En: J. Rivas & E. Secaira (Eds). Memorias del II Simposium Internacional sobre *Oreophasis derbianus*. Guatemala, Guatemala. 77Pp.

González-García F; Rivas JA; & Cobar AJ. 2006. Pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*). Pp. 40-45. En: L Cancino & DM Brooks (Eds). Conserving Cracids: the most threatened family of birds in the Americas. Misc. Publ. Houston Mus. Nat. Sci. No. 6. Houston, TX. 177 p.

Hengeveld R. & Haeck J. 1982. The distribution of abundance. I. Measurements. Journal of Biogeography. 9 : 303 – 316.

Hill DL; Arañibar-Rojas H & MacLeod R. 2008. Wattled Curassows in Bolivia: abundance, habitat use, and conservation status. J. Field Ornithol. 79 (4): 345- 351.

Howell SN. & Webb S. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, New York.

IUCN, 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. (en línea). Consultado el 17 de Agosto 2010. Disponible en: www.iucnredlist.org.

Ives AI & Klopfer ED. 1997. Spatial variation in abundance created by stochastic temporal variation. Ecology 78 (6): 1907 – 1913.

- Jiménez I; Londoño GA & Cadena CD. 2003. Efficiency, bias, and consistency of visual and aural surveys of curassows (Cracidae) in tropical forests. *J. Field Ornithol.* 74(3): 210-216
- Land HC. 1962. A collection of birds from the Sierra de las Minas, Guatemala. *The Willson Bulletin* 74 (3): 267-283
- Land H & Trimm W. 1970. *Birds of Guatemala*. Livingston publishing company. Wynnewood, Pennsylvania. Estados Unidos de América.
- Lloyd H; Cahill A; Jones M; & Marsden S. 1998. Estimating bird densities using distance samplin. P. 36-55. En: Bibby C; Jones M; & Marsden S (Eds). *Expedition field techniques: Bird Surveys*. Expedition Advisory Centre. Royal Geographic Society. London, UK. 137 p.
- Londoño GA; Muñoz MC & Rios MM. 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.
- Martínez G. 2005. Avances en la conservación del bosque nuboso en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. P.36-37. En: J Rivas & E Secaira (eds) *Memorias del II Simposium Internacional sobre Oreophasis derbianus*. Guatemala. 77p.
- Mehlman DW. 1997. Change in avian abundance across the geographic range in response to environmental change. *Ecological Applications* 7 (2): 614 – 624.
- Méndez O. 2010. Datos biológicos del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en el Volcán Tolimán, Sololá, Guatemala. Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala

- Morales-Álvarez J; Cobar AJ; Ramírez F; Leonardo R; Moreira, J; González M & Morales A. 2005. Programa piloto de conservación y manejo de especies cinegéticas en tres comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. FONACON-ONCACONCYT. Guatemala (13):VI+32.
- Montes L. Sin año de publicación. Vegetación asociada a las aves (Pavo de Cacho *Oreophasis derbianus*) En la Reserva Los Tarrales, Patulul, Suchitepequez, Guatemala. Instituto técnico de Capacitación y Productividad –INTECAP-. P. 51.
- Muñoz MC & Kattan GH. 2007. Diets of Cracids: How much do we know?. *Ornitología neotropical* 18: 21-36.
- Nájera A. 2004. Diversidad y Estructura de la Avifauna en el Bosque Nuboso Primario de Albores, Sierra de las Minas, Guatemala. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.
- O'Neill J. 1997. Los Crácidos: una sobrevista. Pp. 398-400 In: Strahl S; Beaujon S; Brooks D; Begazo A; Sedaghatkish G & Olmos F (eds). *The cracidae Their biology and conservation*. Hancock house publishers LTD. Hong Kong.
- Paiz MC. 1996. Migraciones estacionales del Quetzal (*Pharomacrus mocinno mocinno* de la Llave) en la Región de la Sierra de las Minas, Guatemala y sus implicaciones para la conservación. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad del Valle de Guatemala. 109 Pp.
- ParksWatch. 2002. Guatemala: Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. In: www.parkswatch.org Consultado en Marzo de 2010.

- Pereira SL; Baker AJ & Wajntal A. 2002. Combined Nuclear and Mitochondrial DNA Sequences Resolve Generic Relationships within the Cracidae (Galliformes, Aves). *Syst. Biol.* 51 (6): 946-958.
- Peterson T & Chalif E. 1973. A field guide to Mexican birds. Houghton Mifflin Company Boston. USA.
- Peterson A; Sánchez-Cordero V; Soberón J; Bartley J; Buddemeier R; & Navarro-Siguenza A. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecol. Model.* 144:21-30.
- Ríos MM; Londoño GA & Muñoz MC. 2005. Densidad poblacional E Historia Natural de la Pava Negra (*Aburria aburri*) en los Andes Centrales de Colombia. *Ornitología Neotropical.* 16: 1-13.
- Rivas JA & Cobar AJ. 2005. Distribución y abundancia del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Fundación Defensores de la Naturaleza –FDN-. The Nature Conservancy –TNC- Guatemala. 47 Pp.
- Rivas JA & Cobar AJ. 2007. Distribución y conservación del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en Guatemala. Pp. 10-16. En: J Cornejo y E Secaira. (Eds). Memorias del III Simposium Internacional sobre *Oreophasis derbianus*. Veracruz, México. 71 p.
- Rivas JA & Cobar AJ. 2008. Densidad poblacional y fenología de las plantas alimenticias del pavo de cacho (*Oreophasis derbianus* G.R. Gray 1844) en el parque regional municipal Chuwanimajuyu, Sololá. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT-. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 103 Pp.

- Rivas JA & C3bar AJ. 2008b. Estudio preliminar sobre la distribuci3n del Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. *Yu'am* 1(2): 12-18.
- Salvin O. 1860. History of the Derbyan Mountain-Pheasant (*Oreophasis derbianus*). *Ibis*, 2:248-253.
- Sclater P & Salvin O. 1859. Contributions to the ornithology of Central America. *Ibis* 1:213-214
- Silva JL & Strahl SD. 1991. Human impact on populations of Chachalacas, Guans, and Curassows (Galliformes:Cracidae) in Venezuela. Pp 37-52. En Robinson JG & Redford KH (eds). 1991. Neotropical Wildlife Use and Conservation. University of Chicago. USA.
- Stotz DF; Fitzpatrick W; Parker III TA & Moskovits DK. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. Univ. Chicago Press., Chicago
- Strahl S & Brooks D. 1997. Prefacio. Pp. xi-xiii. En: Strahl S; Beaujon S; Brooks D; Begazo A; Sedaghatkish G & Olmos F (eds). The cracidae Their biology and conservation. Hancock house publishers LTD. Hong Kong
- Strahl S & Silva J. 1997. Census methods for Cracid populations. Pp. 26-33. En: Strahl S; Beaujon S; Brooks D; Begazo A; Sedaghatkish G & Olmos F. (Eds.). The cracidae: Their Biology and Conservation. Estados Unidos. Hancock House Publ. 506p.
- Suchini AE; Rosales AC; Cazali GM; de Poll E; Castillo NA; Flores ME & Higueros AL. 2002. Endemismo florístico en el Norte de Biosfera Sierra de las Minas. CDC-CECON. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Telleria JL. 1986. Manual para el censo de los Vertebrados Terrestres. Editorial Raíces. Madrid. España. 279 Pp.

Thomas L; Laake JL; Rexstad E; Strindberg S; Marques FFC; Buckland ST; Borchers DL; Anderson DR; Burnham KP; Burt ML; Hedley SL; Pollard JH; Bishop JRB & Marques TA. 2009. Distance 6.0. Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. Disponible en <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>

Vannini J & Rockstroh P. 1997. Pp. 26-33. En: Strahl S.; Beaujon S.; Brooks D.; Begazo A.; Sedaghatkish G & Olmos F. (Eds.). The cracidae: Their Biology and Conservation. Estados Unidos. Hancock House Publ. 506 p.

Vaurie C. 1968. Taxonomy of the cracidae (Aves). *Bulletín of the American Museum of Natural History*. 138: Art. 4.

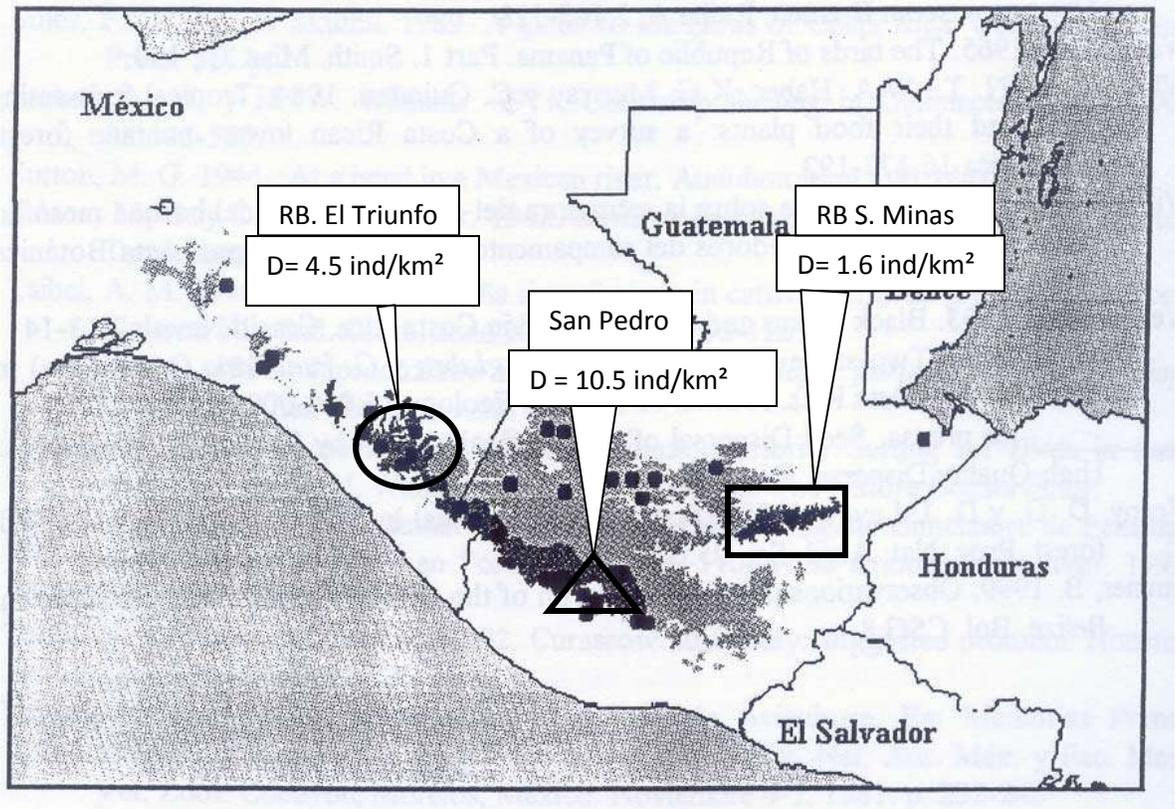
Williams CK; Ives AR & Applegate D. 2003. Population dynamics across geographical ranges: time-series analyses of three small game species. *Ecology* 84(10): 2654 – 2667.

Yu J & Dobson S. 2000. Seven forms of rarity in mammals. *Journal of Biogeography*. 27: 131 – 139.

Zepeda G. 1981. La situación actual de los crácidos en Guatemala. Pp. 11-14. En *Memorias de primer simposio Internacional de la familia Cracidae*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cocoyoc, Morelos, México. Noviembre 4-7, 1981.

XIII. ANEXOS

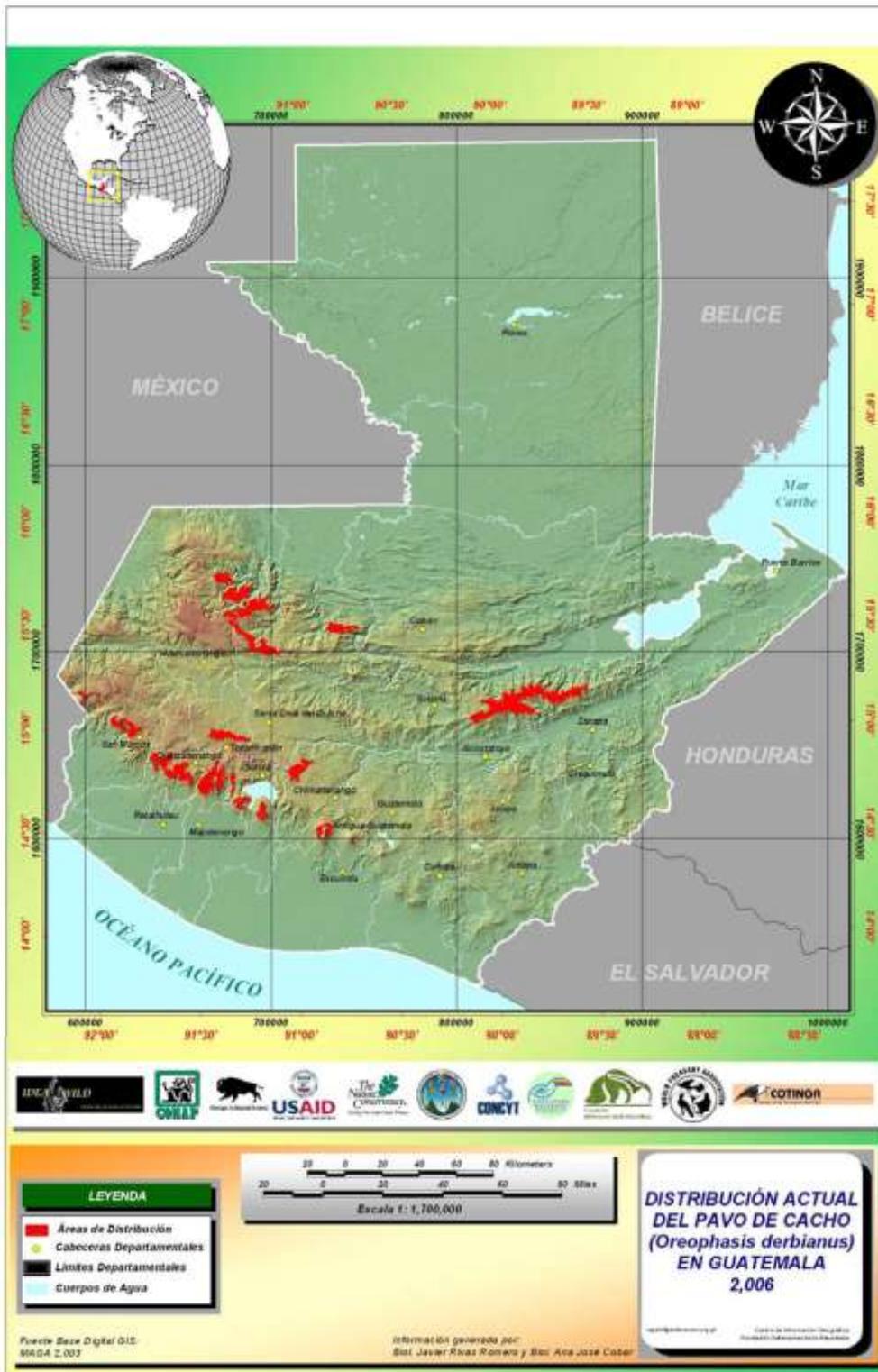
Anexo 1. Mapa de Distribución geográfica mundial de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*). Tomado de González-García *et al.* (2001).



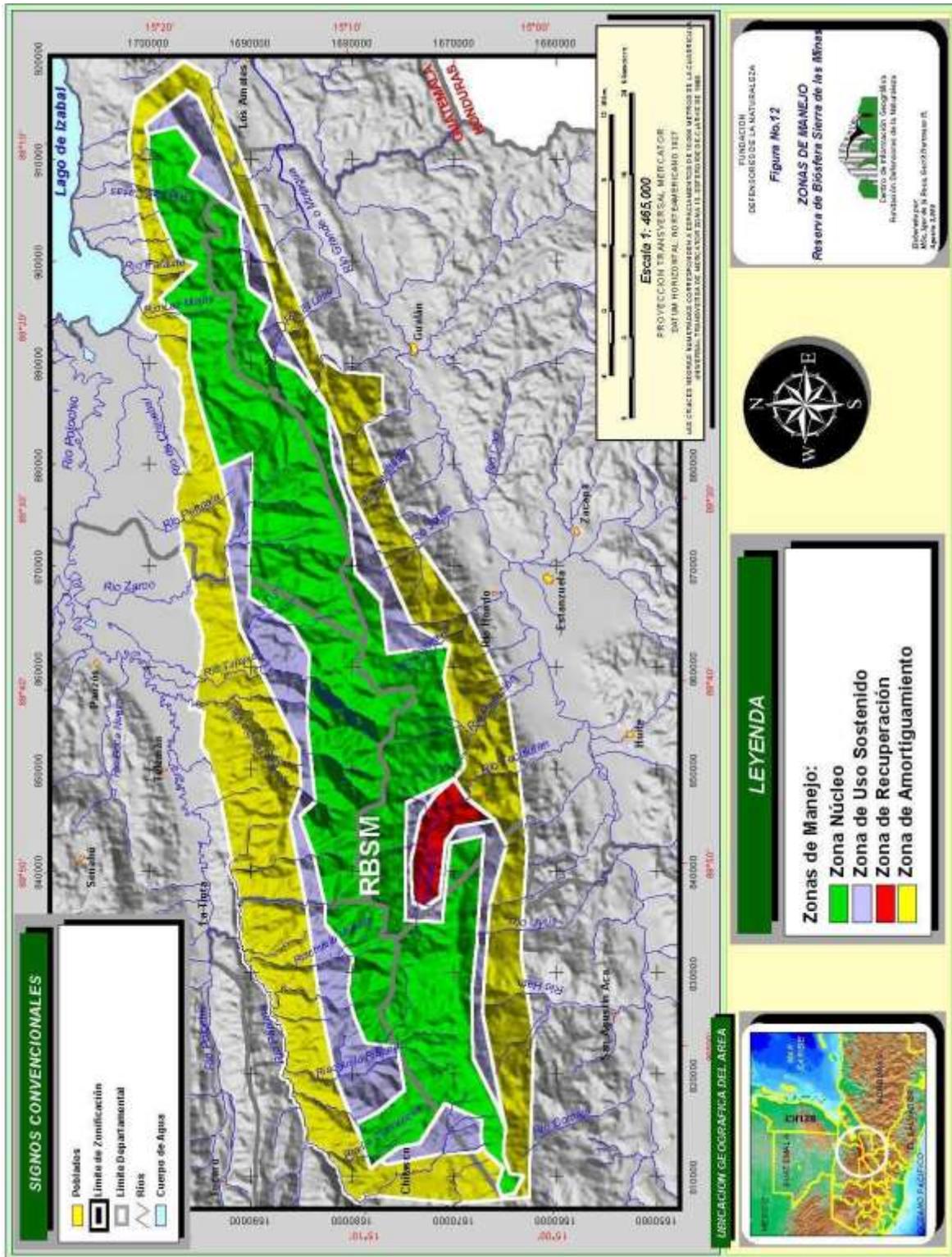
- El Triunfo, Chiapas, México* y su densidad poblacional
- △ Parque Chuwanimajuyu, Volcán San Pedro, Sololá, Guatemala* y su densidad poblacional
- Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, Guatemala* y su densidad poblacional

*modificaciones realizadas para el presente documento; las áreas señaladas con las figuras geométricas, no son una representación exacta de los sitios referidos, únicamente representan un aproximado de la ubicación éstos.

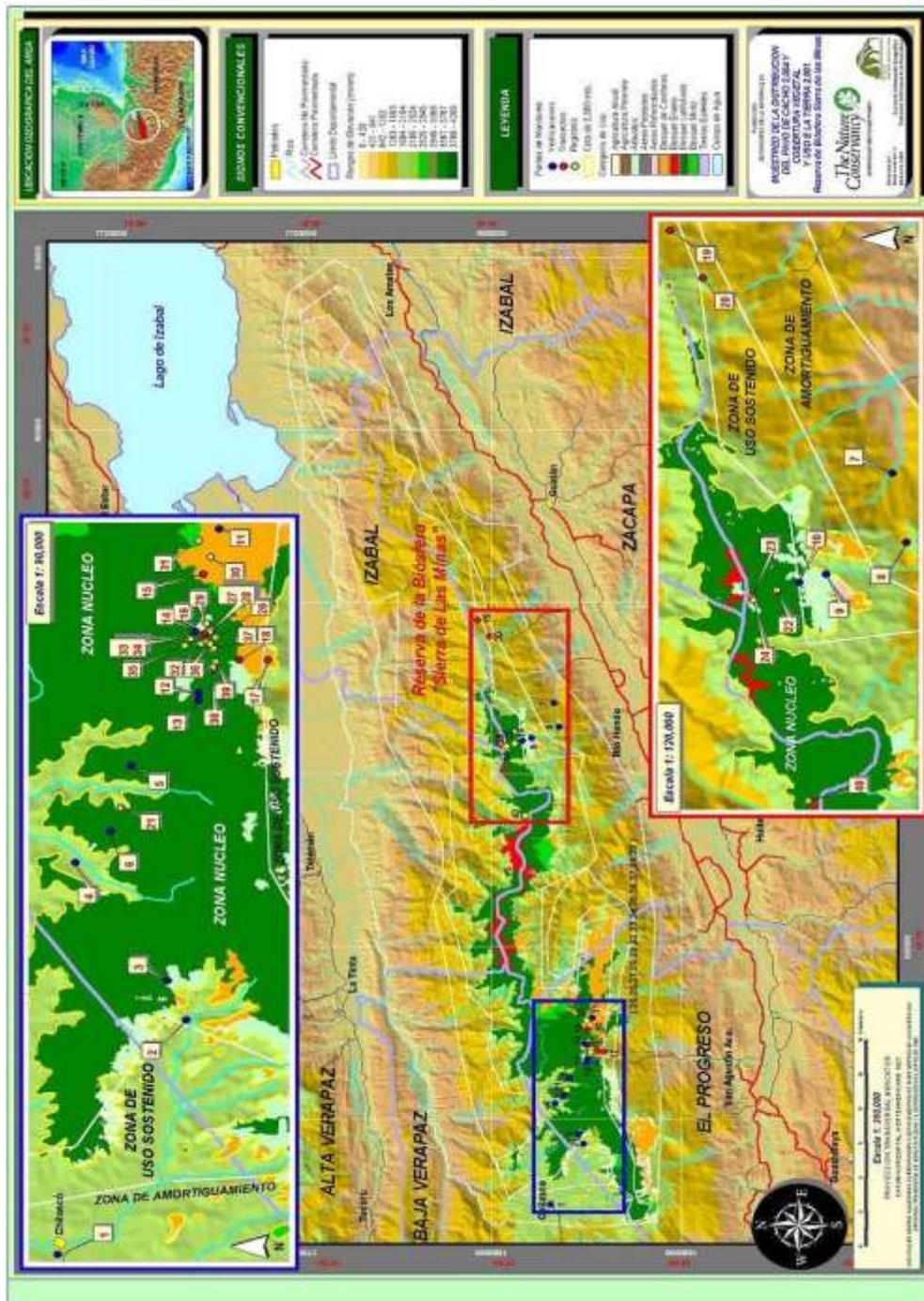
Anexo 2. Mapa de distribución geográfica de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) en Guatemala. Tomado de Rivas & Cobar (2007).



Anexo 3. Zonificación de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, Guatemala. tomado de FDN (2003).



Anexo 4: Mapa de ubicación de las dos grandes áreas (Rectángulos rojo y azul ampliados) de distribución de *Oreophasis derbianus* en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala. Tomado de Rivas & Cobar (2008 b).



El Rectángulo azul (al oeste de la Reserva) señala el área de distribución de Albores (“las cabañas”), sitio objetivo en donde se realizarán los muestreos de campo, para la estimación de la densidad poblacional de Pavo de Cacho.

Anexo 5. Fotos de Pavos de Cacho (*Oreophasis derbianus*) a los que se pudo establecer su identidad observados de Abril a Diciembre del 2009, en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Figura 6: OD 10 - Macho adulto de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.



Figura 7: OD 11 - Hembra de 1-2 año de edad de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009



Figura 8: OD 14 - Juvenil de dos o tres meses de edad de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.



Figura 9: OD15 - Hembra Adulta (madre de las crías de figura 10 y 12); de entre 1-2 años de edad de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.

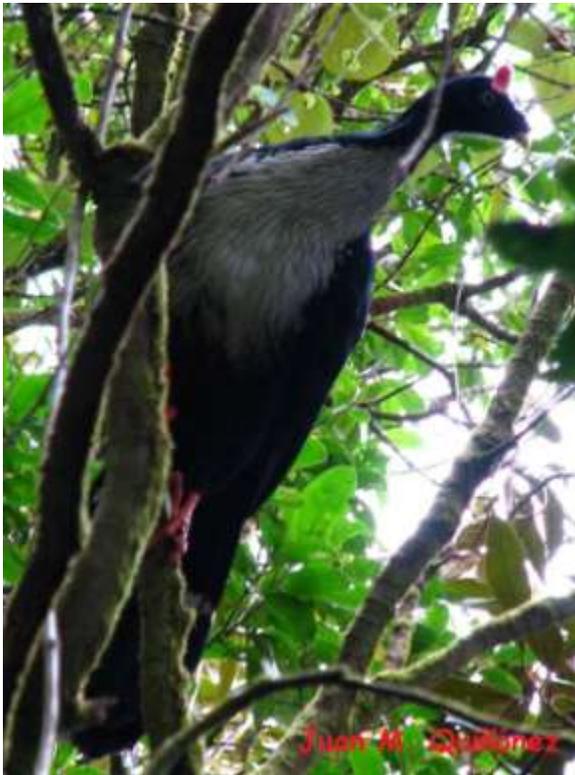


Figura 10: OD 16 - Juvenil de dos o tres meses de edad de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*), observado en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, 2009.



Anexo 6. Fotografías de semillas encontradas en las excretas de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) colectadas en 2009, en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Figura 11. Semillas de *Oreopanax sp* encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 9), colectadas el 25 de junio de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala. En la foto de la derecha se observa el recuento del total de semillas contenidas en la muestra; cada uno de los 17 grupos contiene 10 semillas, para hacer un total de 170 semillas.



Figura 12. Semillas de *Prunus sp* encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 15), colectadas el 12 de Agosto de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.



Figura 13. Semillas de *Symplocos hartwegii* encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 23), colectadas el 25 de Noviembre de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala. De derecha a izquierda, los dos primeros son frutos colectados del árbol, del lado izquierdo, semillas encontradas en la muestra colectada.



Figura 14 Semillas no identificadas, encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 9), colectadas el 25 de Junio de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.



Figura 15 Semillas no identificadas, encontradas en excrementos de un individuo de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 9), colectadas el 25 de Junio de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

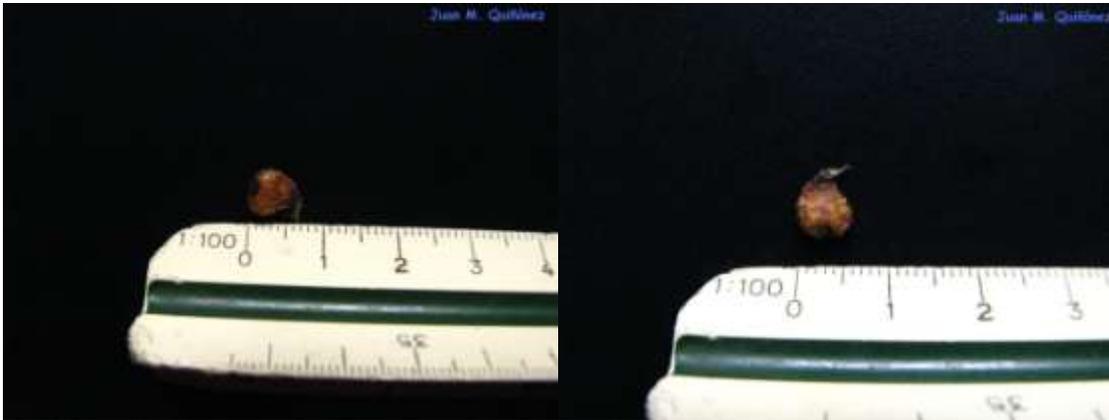


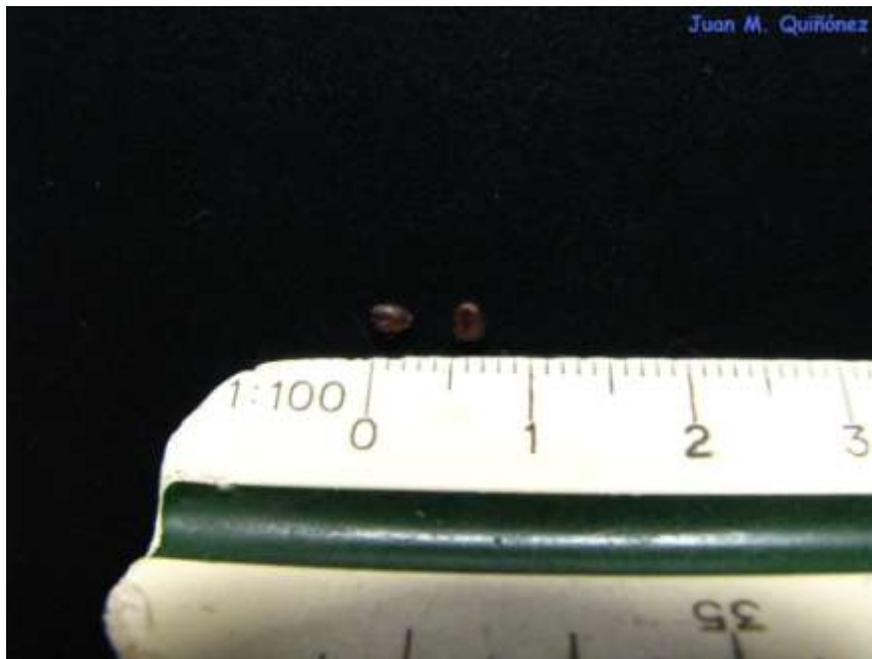
Figura 16 Semilla no identificada, encontrada en excrementos de un individuo juvenil de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 14), colectadas el 12 de Agosto de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.



Figura 17. Semilla no identificada, encontrada en excrementos de una hembra de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 15), colectadas el 12 de Agosto de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.



Figura 18 Semillas no identificadas, encontradas en excrementos de una hembra de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) (OD 15), colectadas el 12 de Agosto de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.



Anexo 7. Listado de especies de aves observadas en los muestreos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) realizados de Abril a Diciembre de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

No	Familia	End	Bp	Migr	Est. Cons.
	<i>Especie</i>				
I	Accipitridae				
1	<i>Buteo jamaicensis</i>				
2	<i>Harpyhaliaetus solitarius*</i>				NT
II	Cracidae				
3	<i>Oreophasis derbianus</i>	X	X		EN
4	<i>Penelopina nigra</i>	X	X		VU
5	<i>Penelope purpurascens</i>		X		
III	Odontophoridae				
6	Sp.				
IV	Columbidae				
7	<i>Geotrygon albifacies*</i>	X	X		
8	<i>Columba fasciata</i>				
V	Cuculidae				
9	<i>Piaya cayana*</i>				
VI	Strigidae				
10	<i>Strix fulvescens*</i>	X	X		
VII	Trochilidae				
11	<i>Abeillia abeillei*</i>	X	X		
12	<i>Lampornis amethystinus</i>	X	X		
VIII	Trogonidae				
13	<i>Pharomachrus mocinno</i>		X		NT
14	<i>Trogon mexicanus</i>	X	X		
IX	Momotidae				
15	<i>Aspatha gularis</i>	X	X		
X	Ramphastidae				
16	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>		X		
XI	Picidae				
17	<i>Picoides villosus</i>		X		
18	<i>Melanerpes formicivorus*</i>				
19	<i>Dryocopus lineatus**</i>				
20	<i>Piculus rubiginosus*</i>				
XII	Furnariidae				
21	<i>Automolus rubiginosus</i>				
XIII	Dendrocolaptidae				
22	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>		X		
23	<i>Dendrocolaptes picumnus*</i>		X		
24	<i>Lepidocolaptes affinis</i>		X		
XIV	Tyrannidae				
25	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>		X		

26	<i>Empidonax affinis</i> *	X			
27	<i>Empidonax sp.</i>				
XV	Cotingidae				
28	<i>Pachyramphus major</i> *	X			
XVI	Corvidae				
29	<i>Aphelocoma unicolor</i>	X	X		
XVII	Troglodytidae				
30	<i>Henicorhina leucophrys</i>		X		
31	<i>Troglodytes rufociliatus</i>	X	X		
XVIII	Sylviidae				
32	<i>Polioptila caerulea</i> *			X	
XIX	Turdidae				
33	<i>Myadestes unicolor</i>	X	X		
34	<i>Catharus frantzii</i>				
35	<i>Turdus infuscatus</i>	X			
36	<i>Turdus plebejus</i>		X		
37	<i>Myadestes occidentalis</i>	X			
38	<i>Catharus mexicanus</i> *				
XX	Vireonidae				
39	<i>Vireo leucophrys</i> *				
40	<i>Vireo sp.</i>				
XXI	Parulidae				
41	<i>Ergaticus versicolor</i>	X	X		VU
42	<i>Basileuterus belli</i>	X	X		
43	<i>Myioborus pictus</i>		X		
44	<i>Myioborus miniatus</i>		X		
45	<i>Geothlypis trichas</i> *			X	
46	<i>Wilsonia pusilla</i>			X	
XXII	Thraupidae				
47	<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>				
XXIII	Emberizidae				
48	<i>Pipilo erythrophthalmus</i> *				
49	<i>Atlapetes brunneinucha</i>				

End = endémico regional (Howell & Webb, 1995);

Bp = exclusivo de bosque primario (Eisermann & Avendaño, 2006)

Mig = migratorio (visitante de invierno) (Howell & Webb, 1995)

Est. Cons. = estado de conservación: NT = casi amenazada; VU = Vulnerable; EN = en peligro; (IUCN, 2010)

*Especies no reportadas en la literatura para Albores, Sierra de las Minas.

**No reportado para Cordillera en Guatemala (> de 900msn) (Eisermann & Avendaño, 2006); límite altitudinal reportado para la especie 1500msn (Stotz, 1996).

Anexo 8. Listado de especies de mamíferos observados en los muestreos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) realizados de Abril a Diciembre de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

No.	Familia <i>Especie</i>	Est. Cons.
I.	Tayassuidae	
1.	<i>Pecari tajacu</i>	
II.	Atelidae	
2.	<i>Alouatta pigra</i>	EN
III.	Tapiridae	
3.	<i>Tapirus bairdii</i>	EN
IV.	Procyonidae	
4.	<i>Nasua narica</i>	
V.	Mephitidae	
5.	(zorrillo) Sp	
VI.	Sciuridae	
6.	(Ardilla) Sp	
VII.	Cuniculidae	
7.	<i>Cuniculus paca</i>	

Est. Cons. = estado de conservación: NT = casi amenazada; VU = Vulnerable; EN = en peligro; (IUCN, 2010)

Anexo 9 Listado de especies de herpetofauna observadas en los muestreos de Pavo de Cacho (*Oreophasis derbianus*) realizados de Abril a Diciembre de 2009 en Albores, Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

No.	Familia <i>Especie</i>
I.	Viperidae
1.	<i>Cerrophidion godmani</i>
II.	Phrynosomatidae
2.	<i>Sceloporus taeniocnemis</i>
III.	Polychrotidae
3.	<i>Anolis crassulus</i>

Juan M. Quiñónez Guzmán
AUTOR

M. Sc. Fernando González-García
ASESOR

Licda. Ana José Cobar Carranza
CO-ASESOR

Licda. Rosalito Barrios de Rodas
DIRECTORA DE ESCUELA DE BIOLOGÍA

Ph.D Oscar Cobar Pinto
DECANO