

Densidad, selección de nidos y dieta de pichones de *Priotelus temnurus* (AVES: Trogonidae) en la Reserva Ecológica Lomas de Banao, Sancti Spíritus, Cuba

“TESIS DE DIPLOMA”

Autor: Maydiel Cañizares Morera

Santa Clara, 2012



Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Densidad, selección de nidos y dieta de pichones de
Priotelus temnurus (AVES: Trogonidae) en la Reserva
Ecológica Lomas de Banao, Sancti Spíritus, Cuba

"TESIS DE DIPLOMA"

Autor: Maydiel Cañizares Morera

Tutores: MSc. Maikel Cañizares Morera* y Dr. Vicente Berovides Álvarez**

* Grupo Ornitología. Instituto de Ecología y Sistemática. Carretera de Varona, km 3½, Capdevila, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba. catey@enet.cu

** Facultad de Biología. Universidad de La Habana. 25, No. 455, Vedado, Plaza la Revolución, Ciudad de La Habana, Cuba. vbero@fbio.uh.cu

Santa Clara, 2012

¿Qué ha sucedido con el bosque espeso? Desapareció.

¿Qué ha sucedido con el águila? Desapareció.

La vida ha terminado.

Ahora empieza la supervivencia.

Jefe Seattle, de la tribu Suwamish

1855

A MAIKEL CAÑIZARES

Pido perdón a los lectores por haber dedicado esta tesis a un tutor. Tengo una poderosa excusa: este tutor es mi mejor amigo en el mundo. Tengo otra excusa: este tutor comprende mi sentir por esta vocación tanto como comprende el suyo mismo. Tengo una tercera excusa: hace más de veintitrés años este tutor deseó mucho tener un hermano menor. A ese deseo debo mi vida. Si todas estas excusas no fueran suficientes, quiero entonces dedicar esta tesis al hermano mayor que ha sido siempre este tutor. Ojalá todos los tutores fueran también hermanos mayores. (Aunque muy pocos imaginen su importancia).

Por tanto, enmiendo mi dedicatoria:

A MAIKEL CAÑIZARES

MI HERMANO MAYOR

Agradecimientos

–Es una cosa demasiado olvidada –dijo la zorra–. Significa “crear ligaduras”...

A mi familia:

- A mis padres, por todo en la vida, por dejarme elegir quien quiero ser, por apoyarme.
- A mi hermano... sería redundante.
- A mi abuelita, por la magia esa que solo las abuelitas tienen y que en ella desborda.
- A mi cuñada, por la ayuda, los consejos, las revisiones, por tenerme en su casa de agregado... y por los sobrinos más lindos que ninguna cuñada en el mundo podría dar.
- A Emilio y Rosi, la extensión de la familia, por toda la ayuda también y por el cariño que han demostrado siempre.
- A mi novia, por el estrés que no le toca pero igual recoge, por su amor sin límites.
- A su familia, que también es mía, por todo el apoyo y la acogida.

A la gente de la Actividad del Muerto:

- A los que llegaron hasta el final, a los que quedaron en el camino, a los que cambiaron de camino, y hasta los que se llevaron su camino a otro horizonte.
- A Ana y Rose, mis amigas, mis hermanas, mis novias extraoficiales... mis otros dos tercios de naranja... por aguantarme todo.
- Al Nica, por ser ejemplo de que al camino hay que agarrarse no solo con los pies, porque conoció el inicio y el final del camino. A Alejandro, el socio de siempre. A las dos Odlenys, la de antes y la de después. A la gente de Santa Clara...

A mis *alter ego* de siempre:

- Daylon, Edgardo, Enma y Michel... no sabría decir por qué, imagino que ellos sepan.
- Al resto de las bestias de la beca: Marlon, *Potodio*, René, Daniel, Alberto y Abel, por mantener un pedacito de Caos donde huir después del agobio de las clases y las pruebas.
- A los profes, por hacer que el camino no fuera tan monótono, cada uno a su modo. A Faife, porque además fue mi tutor inicial y amigo, y por el camino que me brindó para la tesis ...seco y con espinas.
- A la dirección de la reserva y a sus trabajadores... que ojalá se conviertan en mis colegas de trabajo. En especial a Porfirio e Irma, mis padres en La Sabina.
- A la abuela Mirta, por la comida, la locura y el cariño.
- A Reina y Mancina, de *la Chata*, por la ayuda con la estadística.
- A Rayner y Ledis, por la revisión... y muchas felicidades por el cercano arribo de su bebé.

Al Bero: por pasar de ser el señor que me hacía dibujitos cuando niño a uno de los tutores de mi Tesis de Diploma... por toda la contribución, por las ideas, los consejos y las correcciones... y sobre todo por la confianza.

A los que ayudaron en el camino, poniendo piedras o limpiando el polvo.

A todos

Resumen

Se comparó la densidad de tocororos (*Priotelus temnurus*) entre dos localidades de la Reserva Ecológica Lomas de Banao, Sancti Spíritus, y entre las temporadas reproductiva y no reproductiva durante el período de abril del 2011 a marzo del 2012. Se evaluaron los patrones de selección de nidos de la especie, basados en un conjunto de variables que caracterizan la cavidad, y comparan el árbol sustrato y la vegetación circundante con puntos tomados al azar en el bosque. Se determinó la composición de la dieta de una nidada con tres pichones a través de todo el período que permanecieron en el nido, durante la temporada reproductiva del 2010. La densidad de tocororos fue mayor en la localidad La Sabina que en Jarico, y durante la temporada reproductiva que durante la no reproductiva. No se encontró un patrón de selección definido entre los nidos y los puntos tomados al azar. Las características de mayor significación en los nidos ocupados fueron aquellas relacionadas directamente con las dimensiones de la cavidad, condición del sustrato, y obstrucción por follaje delante de la entrada. Los ítems alimentarios más frecuentes en la dieta de los pichones fueron los insectos y frutos. Se identificó por primera vez la presencia de vertebrados (género *Anolis*) en la dieta de la especie.

Palabras clave: densidad, dieta de pichones, *Priotelus temnurus*, selección de nidos, tocororo.

Abstract

Density of Cuban Trogon (*Priotelus temnurus*) was compared between two localities, and among reproductive and non-reproductive seasons, in Lomas de Banao Ecological Reserve, Sancti Spiritus, during the period of April 2011 to March 2012. Patterns of nest selection of the species were evaluated, based on a group of variables that characterizes cavity and compares substrate tree and surrounding vegetation with random points in the forest. Diet composition of a three nestlings clutch was determinate through the whole nestling period, during the reproductive season of 2010. Density was higher in the locality La Sabina than in Jarico, and during reproductive season. A clear defined pattern of nest selection was not observed in relationship with random points. Variables that seems to play a more important role in the cavity selection were those related with its dimensions, substrate condition and foliage obstruction in front of cavity entrance. Most frequent alimentary items in the diet of nestlings were insects and fruits. Vertebrates (genus *Anolis*) in the diet of the Cuban trogon were recorded by first time.

Key words: Cuban Trogon, density, nest selection, nestlings diet, *Priotelus temnurus*.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
2. Revisión Bibliográfica	4
2.1. Dinámica espacio-temporal en poblaciones de aves	4
2.2. Biología reproductiva de aves que anidan en cavidades	5
2.2.1. Selección de sitios de nidificación	6
2.2.2. Adaptaciones conductuales a la reproducción en cavidades	7
2.3. Biología de la familia Trogonidae	8
2.3.1. Taxonomía y distribución.....	9
2.3.2. Aspectos ecológicos.....	9
2.4. Estudios precedentes sobre <i>Priotelus temnurus</i>	10
2.5. Métodos de estudios de densidad	11
2.5.1. Muestreos clásicos de poblaciones finitas	12
2.5.2. Muestreos para <i>Distance</i>	13
3. Materiales y Métodos.....	14
3.0. Área de estudio: Reserva Ecológica Lomas de Banao	14
3.1. Estimación de la densidad de individuos	15
3.2. Caracterización de los sitios de nidificación.....	16
3.3. Estudio de la dieta de los pichones.....	19
3.4. Procesamiento estadístico	20
4. Resultados.....	22
4.1. Densidad de individuos	22
4.1.1. Comparación de las densidades calculadas por los métodos de banda transecto de ancho fijo y utilizando <i>Distance</i>	24
4.1.2. Comparación de los modos de detección de los individuos.....	25
4.1.3. Altura de la percha a la que se detectaron los individuos	26
4.2. Características de los sitios de nidificación.....	27
4.2.1. Características de la cavidad	27
4.2.2. Características del árbol sustrato y la vegetación circundante al nido	28
4.3. Composición de la dieta de los pichones.....	33
5. Discusión	36
5.1. Densidad de individuos	36
5.2. Características de los sitios de nidificación.....	39
5.3. Composición de la dieta de los pichones.....	42
6. Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Literatura Citada	46

1. Introducción

Todos los organismos viven inmersos en una matriz de espacio y tiempo; consecuentemente, el problema básico de la ecología ha sido determinar las causas de su distribución y abundancia, así como sus interacciones con el medio ambiente (Krebs, 1994). La conservación exitosa de cualquier especie precisa de un adecuado conocimiento tanto de las características de sus poblaciones como de sus requerimientos ecológicos (Perrins *et al.*, 1991).

Las aves, que se cuentan entre los grupos de organismos más carismáticos, interactúan con nuestras vidas de diversas y múltiples maneras (Perrins *et al.*, 1991). Un bosque, por ejemplo, puede hacerse más o menos atractivo a la vista y al oído de muchas personas por la belleza y la diversidad de formas, colorido y sonido que las aves pueden exhibir (Rosete *et al.*, 2011). Es conocido que gran parte de las especies de aves existentes no se encuentran en peligro inmediato de extinción; sin embargo, la amenaza que representa la actual explotación de los recursos naturales por el hombre es cada vez más notable en sus poblaciones.

A pesar de los mecanismos actuales de protección legal, varias de las especies de trogones se encuentran amenazadas por la inexorable destrucción de sus hábitats, y resultan raros en localidades donde alguna vez fueron abundantes (Elphick *et al.*, 2002; Perrins, 2009). Este grupo de aves pertenece al orden Trogoniformes, que está compuesto por una única familia, Trogonidae. Sus especies se encuentran entre las más vistosas y coloridas, y se distribuyen a lo largo de toda la franja tropical del Nuevo y el Viejo Mundo (Espinosa, 1998). En América, donde existe la mayor diversidad de este grupo (Perrins, 2009), están presentes cuatro de los seis géneros reconocidos.

El género *Priotelus* es endémico de las Antillas y está compuesto por solo dos especies, una de ellas el tocororo (*P. temnurus*), endémico del archipiélago cubano (Raffaele *et al.*, 1998).

La distribución del tocororo incluye bosques primarios y secundarios por casi toda la isla de Cuba, la Isla de la Juventud, y algunos grandes cayos al norte de Camagüey (Garrido y Kirkconnell, 2011). Los primeros estudios ecológicos sobre la especie fueron iniciados por Gundlach (1876) en su “Contribución a la Ornitología Cubana”, y desde entonces han sido pocos los trabajos publicados a pesar del incuestionable valor instrumental de la especie (Berovides, 2000).

Según Vargas (1994) la especie posee cuatro valores principales: (1) valor sistemático, por ser la única especie de un género endémico de Cuba (actualmente el género no es endémico, pero la especie es la única representante de su orden en Cuba); (2) valor etológico, por sus formas peculiares de alimentación y cortejo; (3) valor cultural o etnobiológico, por estar considerada el Ave Nacional de Cuba y existir sobre ella innumerables leyendas y ritos; y (4) valor ecoturístico, por ser una de las aves más carismáticas y típicas de los bosques cubanos.

Debido a lo anteriormente planteado y al gran vacío de información acerca de la historia natural de esta especie, se formularon las siguientes preguntas.

En la Reserva Ecológica Lomas de Banao, Sancti Spíritus:

- ¿Cómo varía la densidad de tocororos entre dos localidades, y entre las temporadas reproductiva y no reproductiva del período comprendido desde abril del 2011 a marzo del 2012?
- ¿Cómo varían las características del microhábitat entre sitios de nidificación del tocororo y árboles tomados al azar durante la temporada reproductiva del 2011?
- ¿Cómo varía la composición de la dieta de una nidada de tocororos a lo largo del período de crecimiento en la temporada reproductiva del 2010?

Para responder estas preguntas se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar la dinámica espacio-temporal de la densidad de tocororos en las localidades Jarico y La Sabina de la Reserva Ecológica Lomas de Banao, en el período de abril del 2011 a marzo del 2012.
2. Evaluar los patrones de selección del microhábitat de nidificación del tocororo.
3. Determinar la composición de la dieta de una nidada de tocororos durante el período de crecimiento.

2. Revisión Bibliográfica

2.1. Dinámica espacio-temporal en poblaciones de aves

La abundancia total de cualquier especie de ave depende de lo amplia que sea su distribución geográfica, la disponibilidad de hábitats adecuados dentro de sus áreas de distribución, y la densidad máxima que puedan alcanzar dentro de estos hábitats (Newton, 2010). Según Elphick *et al.* (2002), uno de los factores más influyentes en la distribución de las aves es la variabilidad de sus hábitats. Los elementos de la geografía de un paisaje (e.g. altitud, presencia de masas de agua, suelos) definen el tipo de vegetación presente en el mismo, resultando en un hábitat con características propias, y que a su vez modifica a la comunidad de aves asociadas a él. Sin embargo, muchos animales no ocupan todas las áreas que potencialmente podrían, incluso a pesar de estar aptos para dispersarse dentro de estas zonas no ocupadas (Krebs, 1994). En el caso de las aves, muchas especies dan uso a hábitats diferentes a lo largo del año, debido en algunos casos a que los hábitats empleados para actividades que no están directamente relacionadas con la reproducción, como es el forrajeo o el descanso, no necesariamente están aptos para la nidificación (Elphick *et al.*, 2002). Un ejemplo típico de este fenómeno lo constituyen las aves migratorias, que cubren enormes territorios en sus movimientos anuales entre los sitios de nidificación y aquellos que utilizan para alimentarse durante el invierno.

Otro parámetro que afecta a la abundancia local de las aves es el ciclo anual, o variación estacional en el número de individuos. Aunque algunos patrones de fluctuación pueden ser detectados únicamente mediante estudios a largo plazo; cada año, las poblaciones de cualquier especie muestran fluctuaciones estacionales que dependen principalmente de sus tasas de reproducción y mortalidad, siendo más pronunciadas en las especies más prolíferas (Krebs, 1994; Newton, 2010).

Los resultados de algunos trabajos realizados con especies de trogones frugívoros en Centroamérica (*Pharomachrus mocinno*, Weelwright, 1983; *Trogon citreolus*,

Renton y Vega, 2002), coinciden con Elphick *et al.* (2002), en que estas especies realizan desplazamientos anuales, dispersándose en busca de áreas con mayor disponibilidad de frutos para alimentarse, mientras que en la época reproductiva las poblaciones se concentran en sus respectivas áreas de nidificación.

2.2. Biología reproductiva de aves que anidan en cavidades

La mayor parte de los conocimientos que se poseen en la actualidad sobre la biología reproductiva de las aves se basan en estudios que tienen como objetivo específico el proceso de nidificación (Monterrubio-Rico y Enkerlin-Hoeflich, 2004). Entre las diferentes especies de aves, el gremio de las que nidifican en cavidades constituye un excelente grupo en el estudio de sus hábitats reproductivos (Pogue y Schnell, 1994). Faaborg (2004) afirma que a menudo la información usada por ornitólogos que estudian cuestiones ecológicas, evolutivas y conductuales puede ser reunida con éxito a partir de muestras relativamente pequeñas de nidos en condiciones naturales.

Las especies de este gremio constituyen una comunidad estructurada que interacciona por medio de la creación y competencia por cavidades para anidar (Monterrubio-Rico y Escalante-Pliego, 2006). Se clasifican en dos grupos fundamentales, los usuarios primarios de la cavidad o “excavadores” (que construyen sus propias cavidades), y los usuarios secundarios o “no excavadores” (que utilizan cavidades preexistentes) (Monterrubio-Rico y Escalante-Pliego, 2006; Newton, 2010).

En el grupo de las especies no excavadoras, la disponibilidad del recurso cavidad puede actuar como factor ecológico limitante más significativo, restringiendo drásticamente el número máximo de parejas reproductoras activas en cada temporada (von Haartman, 1957; Newton, 2010). Aunque Wiebe (2011) afirma que no existen evidencias publicadas de que suceda así en los boques maduros, donde la disponibilidad de tocones secos y cavidades naturales es mayor y relativamente constante.

En todo el mundo, muchas especies de aves dependen de cavidades en los árboles para nidificar; hasta el momento la mayoría de los estudios realizados sobre el tema han sido en Europa y Norteamérica, donde el 5 y el 4 %, respectivamente, del total de las aves, requieren obligatoriamente de cavidades para la nidificación; mientras que en la región sur de África y Australia los valores son de 6 y 11 %, respectivamente (Newton, 2010). Muchas aves (Löhmus y Remm, 2005), y dentro de ellas algunas especies de trogones (Skutch, 1999), pueden consumir tiempos considerablemente largos en evaluar las condiciones de las cavidades disponibles, lo que sugiere que la calidad de las cavidades, y no solo su número, puede incrementar el efecto limitante sobre sus poblaciones.

En Cuba, 152 especies que crían con regularidad dentro del territorio nacional, de estas, 18 (11,8 %) nidifican en cavidades en los árboles (Garrido y Kirkconnell, 2011).

2.2.1. Selección de sitios de nidificación

Si se asume que un animal no puede habitar en cualquier sitio debido a sus requerimientos ecológicos básicos, es de esperar que en su evolución desarrollara algún tipo de “sistema sensorial” que le permitiera reconocer los hábitats adecuados. La selección de hábitat es uno de los procesos ecológicos que, por su complejidad, se encuentran más pobremente comprendidos, a pesar de ser las aves uno de los grupos donde con más profundidad se ha estudiado (Krebs, 1994). La selección del hábitat de nidificación es, además, una etapa de gran significación en la historia natural de las aves (Brightsmith, 2005), debido a que del éxito reproductivo de los individuos de una población depende la tasa de natalidad de la misma, y esta constituye uno de los factores demográficos más significativos en la perpetuación de una especie (Newton, 2010).

Según Arsenault (2004), entre las variables que más se tienen en cuenta para caracterizar los sitios de nidificación en las aves están:

- Las relacionadas con la propia cavidad (e.g. altura, ubicación en el árbol, diámetro interno, profundidad, y diámetro y orientación del orificio de entrada).
- Las relacionadas con el árbol sustrato (e.g. especie, altura, condición y diámetro del tronco).
- Las relacionadas con el hábitat y la estructura de la vegetación que rodea los nidos (e.g. riqueza, composición y densidad de plantas circundantes, cobertura de dosel, cobertura de suelo, y presencia de otras cavidades o sitios potenciales para nidificar).

La preferencia de las aves hacia una dirección determinada del orificio de entrada pudiera resultar en beneficios para la termorregulación por incidencia de los rayos solares, o para la protección contra el viento o las lluvias; a pesar de lo cual no se han llegado a concretar evidencias de que, en general, existan patrones de preferencia claramente definidos (Rendell y Robertson, 1994).

En la selección de los sitios de nidificación otras características pueden ser más importantes que la orientación de la cavidad, como el diámetro del agujero de entrada, que en ocasiones puede reducir la competencia a las especies de menor tamaño (Arsenault, 2004). Dada la complejidad del proceso de selección de nidos, el grado de competencia, y la falta de datos relacionados con beneficios significativos dados por la orientación de la cavidad, hasta el momento la prevalencia de un parámetro específico en la reproducción de las aves que anidan en cavidades permanece aún imprecisa (Rendell y Robertson, 1994).

2.2.2. Adaptaciones conductuales a la reproducción en cavidades

Las aves que anidan en cavidades han convergido evolutivamente en el desarrollo de varias adaptaciones análogas para la mayoría de las especies. Las causas principales de este fenómeno parecen ser la seguridad del nido y la fuerte competencia por el recurso, que han convergido en ciertos patrones de comportamiento, como el desarrollo de las conductas territoriales después de encontrar una cavidad adecuada, priorizando la competencia por una cavidad antes que la competencia por un territorio. La seguridad de la cavidad, por su

parte, pudo haber causado otras adaptaciones como la frecuente poligamia, pérdida de la coloración críptica en los huevos, tamaños considerablemente grandes de las nidadas, y un desarrollo lento de huevos y pichones (von Haartman, 1957).

Según Elphick *et al.* (2002), un enfoque clave para comprender la conducta reproductiva de las aves es el costo en tiempo y energía de la reproducción, y cómo es manejada esta inversión por cada individuo con el fin de aumentar su éxito reproductivo. En la mayoría de las especies monógamas, en las que las hembras incuban solas, los machos reducen sus períodos de receso y aumentan la atención llevando alimentos a la hembra en el nido y de esta forma suplementar sus necesidades de recursos energéticos (Martin y Ghalambor, 1999). Esta adaptación, aparentemente, es contraria a la hipótesis de depredación de nidos, mediante la cual se plantea que las especies con mayor riesgo de que sus nidos sean depredados deberían mostrar una tendencia a disminuir la frecuencia de alimentación a la hembra en el nido (Lyon y Montgomerie, 1987; Martin *et al.*, 2000). Ya que, según Martin y Ghalambor (1999), una hembra puede obtener más comida por sí misma en una sola salida que lo que le puede traer un macho alimentándola en el nido. Por lo tanto, el número de viajes de los padres al nido puede reducirse si la hembra es quien busca su propio alimento, teniendo en cuenta que la actividad de los padres entrando y saliendo puede ayudar a los depredadores a ubicar el nido.

De forma general, los conocimientos que se poseen sobre la biología reproductiva de las aves que anidan en cavidades han estado tradicionalmente limitados por la incapacidad de los ornitólogos para llevar a cabo exámenes regulares y no invasivos a las cavidades nidos (Boland y Phillips, 2005), limitándose la mayoría de los estudios a medir las variables “externas a la cavidad”.

2.3. Biología de la familia Trogonidae

Los trogones constituyen un grupo de aves vistosas y coloridas que habitan ecosistemas boscosos tropicales, poseen hábitos estrictamente arbóreos y comportamiento a menudo solitario (Raffaele *et al.*, 1998). Aunque comparten un

ligero parecido con los loros, con una postura vertical, picos fuertes y patas cortas, se diferencian de estos por presentar el primer y segundo dedo volteados hacia atrás, una disposición única de este grupo (Elphick *et al.*, 2002).

2.3.1. Taxonomía y distribución

Trogonidae constituye la única familia del orden Trogoniformes, y está compuesta por dos subfamilias, seis géneros, y 39 especies; el género *Apaloderma* incluye las tres especies de África, y el género *Harpactes* agrupa las 11 especies de Asia continental e Indonesia (Espinosa, 1998).

La mayor diversidad de especies de este grupo se encuentra en el Nuevo Mundo, con 23 especies y tres géneros (*Trogon*, *Euptilotis* y *Pharomachrus*) en América continental, distribuidos desde el suroeste de Estados Unidos hasta el norte de Argentina; un cuarto género (*Priotelus*), endémico de las Antillas, lo componen solo dos especies, el tocororo (*P. temnurus*) y el Trogón de La Española (*P. roseigaster*) (Perrins, 2009).

El género *Apaloderma* constituye el único de la subfamilia Apalodermatinae, y los cinco géneros restantes se encuentran ubicados en la subfamilia Trogoninae (Elphick *et al.*, 2002).

2.3.2. Aspectos ecológicos

Las patas cortas de los trogones limitan su habilidad para caminar o trepar, mientras que sus alas, cortas y redondeadas, así como sus largas colas les proveen una excelente maniobrabilidad en el vuelo. El pico robusto y a menudo aserrado es usado para morder frutos duros, matar pequeñas presas y excavar nidos en sustratos blandos. (Perrins, 2009).

La mayor parte de la dieta de los trogones está constituida por frutas e invertebrados (Weelwright, 1983; Eguiarte y Martínez del Río, 1985). Los frutos de semillas grandes son engullidos enteros y la semilla regurgitada una vez que la masa nutritiva fue digerida, casi siempre en una percha cercana; las presas son

capturadas en hojas y ramas al final de un vuelo corto desde la percha (Elphick *et al.*, 2002; Perrins, 2009).

Los sitios de nidificación típicos incluyen cavidades naturales, huecos abandonados por pájaros carpinteros o nuevas cavidades excavadas en troncos de árboles podridos. Algunas especies excavan sus cavidades en termiteros arbóreos (Skutch, 1999; Perrins, 2009).

Sus vocalizaciones pueden variar desde simples llamados, incluyendo silbidos y chillidos, hasta sonidos parecidos a ladridos y gimoteos, y se escuchan a través de largas distancias en la vegetación densa (Elphick *et al.*, 2002; Perrins, 2009).

Aunque pueden resultar comunes en muchas áreas, los trogones están amenazados por la fragmentación de los ecosistemas que habitan, debido a la tala de los bosques tropicales para la producción de madera y la migración de la frontera agrícola. A diferencia de muchas otras aves tropicales, las especies de este grupo son difíciles de mantener en cautiverio por lo que no tienen demanda en el mercado como aves de jaula (Perrins, 2009).

2.4. Estudios precedentes sobre *Priotelus temnurus*

A pesar de ser el tocororo un ave endémica y estar considerada, además, el ave nacional de Cuba, es poco lo que se encuentra sobre la misma en la literatura (Berovides, 2000). La mayoría de los conocimientos que se poseen acerca de esta especie provienen de los estudios de Gundlach (1876) que se refieren a su costumbre de posarse casi vertical y cantar de forma monótona todo el tiempo, a su dependencia de los huecos hechos por pájaros carpinteros para anidar, y a su modo peculiar de alimentación, que consiste en revolotear desde una percha para atrapar insectos o frutas. Señala además el autor la dificultad de criar estas aves en jaula, la característica de su plumaje de caerse fácilmente y lo poco arisca que es en presencia del hombre. Las únicas publicaciones recientes sobre la especie, se refieren su abundancia en algunas localidades (Berovides, 2000), a su cría en cautiverio (Hernández y Gomero, 2004) y a la selección de recursos (Cañizares y

Berovides, 2005). Sin embargo, sobre la dinámica de su densidad y biología reproductiva en estado natural no se han encontrado datos publicados.

La especie es de amplia distribución, común en casi toda la isla de Cuba, Isla de Pinos y algunos de los grandes cayos al norte de Camagüey (Garrido y Kirkconnell, 2011). Selecciona una gama de hábitats amplia, prefiriendo los bosques primarios y secundarios altos y de copas cerradas (Berovides, 2000), aunque también es común observarla en pinares (Garrido y Kirkconnell, 2011) y, con menos abundancia, en malezas altas (Gundlach, 1876).

A diferencia de la mayoría de las especies de la familia, el tocororo no evidencia dimorfismo sexual; los aspectos básicos de su reproducción son tratados por Gundlach (1876), y repetidos por Raffaele *et al.* (1998) y Garrido y Kirkconnell (2011), donde refieren que esta ave nidifica en las cavidades de los árboles, durante la etapa comprendida entre los meses de marzo y julio, con nidadas de tres o cuatro huevos blanco-azulosos.

2.5. Métodos de estudios de densidad

No existe un método universal para estimar densidad en poblaciones animales, y los métodos apropiados varían de acuerdo a la biología de las especies, las condiciones espacio-temporales, y los objetivos propuestos (Berovides *et al.*, 2005). Las metodologías para el muestreo de aves pueden ser organizadas por su habilidad para responder determinados objetivos. Algunos autores han agrupado estas técnicas según el resultado que ofrecen (Clobert y Lebreton, 1993) en aquellas que obtienen (1) abundancias relativas, (2) abundancias absolutas sin marcar individuos, y (3) abundancias absolutas marcando individuos; o según el procedimiento para llevarlas a cabo (Sélem-Salas *et al.*, 2004) en técnicas de (1) observación directa, (2) observación indirecta, y (3) captura-recaptura.

Buckland *et al.* (1993) agrupan las técnicas de estimación de densidad de acuerdo a las asunciones sobre las que se basan sus análisis en (1) muestreos clásicos de poblaciones finitas y (2) muestreos para *Distance*.

2.5.1. Muestreos clásicos de poblaciones finitas

En la mayoría de los casos los estudios de campo sobre las aves se enmarcan en un área determinada, que casi siempre representa una pequeña porción del área total que ocupa la población (Newton, 2010). Teóricamente, una población cualquiera está formada por “ N ” objetos distribuidos de acuerdo a procesos espaciales estocásticos, no necesariamente con distribución aleatoria, en un área de dimensiones “ A ”, y la fórmula para el cálculo de su densidad es “ $D= N/A$ ”. Los muestreos clásicos de poblaciones finitas se han basado en ubicar al azar un número de parcelas de área “ a ” y **censar** la población o sus huellas (número de individuos “ n ”) dentro de las mismas, obteniendo un estimador de la densidad “ $\hat{D}= n/a$ ” (Buckland *et al.*, 1993). Una de las variantes más usadas en este tipo de muestreos es el método de Banda Transecto de Ancho Fijo (Berovides *et al.*, 2005).

Sin embargo, existen algunos problemas a los que se puede enfrentar el investigador con los métodos tradicionales. Según Buckland *et al.* (2008), estos problemas pueden ser:

1. No estar completamente seguros de que se localizan todos los individuos dentro de cada parcela.
2. Los desplazamientos de los individuos dentro, fuera, y alrededor de las parcelas durante el conteo, pueden parcializar los estimados; pudiendo ocurrir que se cuente varias veces un mismo individuo, o que algunos individuos se queden sin contar.
3. Si las parcelas son lo suficientemente pequeñas para permitir un conteo fidedigno, es probable que se detecten individuos más allá de los límites, y esos datos no puedan ser utilizados
4. Con el objetivo de contar todos los individuos dentro de una parcela, el observador puede causar grandes disturbios, pudiendo alejarse algunos individuos antes de ser contados o cambiar de posición sin que el observador se percate.

2.5.2. Muestreos para *Distance*

El programa estadístico *Distance* fue desarrollado para permitir un análisis comprensivo de los datos, permitiendo a los investigadores enfocarse en la biología de las poblaciones, sus hábitats y el procedimiento del estudio; pudiendo concentrarse en los resultados y su interpretación, antes que en los detalles computacionales. Es conveniente tanto para el análisis de datos como para ser usado como herramienta de investigación (Buckland *et al.*, 1993).

Al grupo de métodos por los cuales se toman datos para ser procesados con el programa *Distance* se les ha llamado “muestreos para *Distance*”, y sus variantes principales son la línea transecto y el punto de conteo, este último también llamado de parcela circular variable. Estos métodos han sido eficientemente empleados en una gama diversa de grupos biológicos, incluyendo árboles, arbustos y hierbas, insectos, peces, anfibios, reptiles, aves, y mamíferos marinos y terrestres (Thomas *et al.*, 2002).

Cuando el objetivo del muestreo para *Distance* es estimar la abundancia total en una región, no es necesario un modelo que brinde heterogeneidad en la probabilidad de detección de los objetos, siempre y cuando se respete la asunción de que todos los objetos sobre la línea transecto o el punto de conteo sean ciertamente detectados (Buckland *et al.*, 2009). Una de las mayores ventajas del muestreo para *Distance* es que puede emplearse cuando no es posible realizar un censo, incluso dentro de una parcela, ya que el análisis tiene en cuenta la probabilidad de detección de los objetos, independientemente de cuál sea la causa de que no se detecten. De manera similar a la Banda Transecto de Ancho Fijo, en la línea transecto para *Distance* puede fijarse o no un ancho de banda, pero lo que verdaderamente interesa para el análisis es la distancia perpendicular de los objetos al centro del transecto (Buckland *et al.*, 1993).

3. Materiales y Métodos

3.0. Área de estudio: Reserva Ecológica Lomas de Banao

La Reserva Ecológica Lomas de Banao se ubica en el macizo montañoso Guamuhaya, en la Región Central de Cuba (Figura 1), específicamente al sudeste de las Alturas de Sancti Spíritus. Se caracteriza por tener una extensión de 6 126 ha y ser un área de montañas bajas, con elevaciones entre los 200 y 843 m.s.n.m. Comprende porciones de tres de los ocho municipios de la provincia (Sancti Spíritus, Trinidad y Fomento), así como las cuencas de los ríos Banao e Higuanojo (Cañizares y Aguilar, 2010). Las temperaturas medias anuales varían entre los 20 y 22 °C, y las precipitaciones medias entre 1 600 y 2 200 mm anuales (Cañizares y Berovides, 2008).

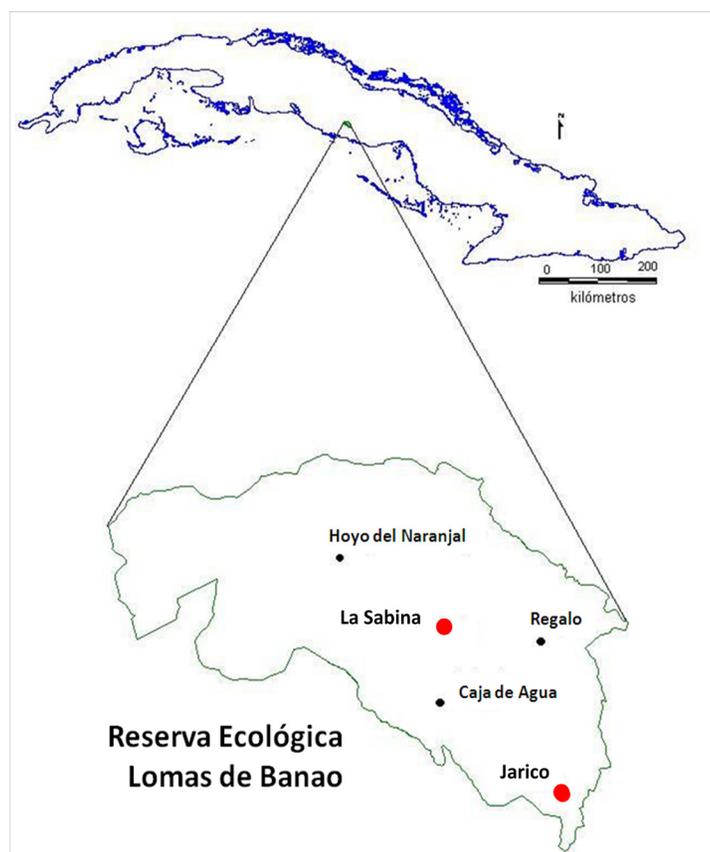


Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva Ecológica Lomas de Banao. Localidades de estudio: Jarico y La Sabina.

El inventario florístico incluye más de 900 especies, de las cuales el 25 % son endémicas. El área posee cinco formaciones vegetales predominantes: bosque pluvial montano, bosque siempreverde mesófilo, bosque semidecíduo mesófilo, bosque de galerías y complejo de vegetación de mogotes (GEOCUBA, 2001).

En cuanto al inventario faunístico del área, se han identificado más de 400 especies, de las cuales cerca del 50 % son endémicas. Los grupos mejor representados son los invertebrados, a pesar de estar poco estudiados en el área, y las aves, con 76 especies registradas (GEOCUBA, 2001).

Para su manejo el área se divide en seis localidades. Se trabajó en los bosques siempreverdes de las localidades Jarico y La Sabina, distantes unos cinco kilómetros entre ellas. La localidad Jarico presenta un bosque más antropizado, con mayor frecuencia de visitantes, y actividades agrícolas que no tienen lugar en la Sabina, la cual se caracteriza por un bosque con más de 20 años sin grandes alteraciones antrópicas.

3.1. Estimación de la densidad de individuos

Para estimar la densidad de tocororos se establecieron tres transectos lineales de 300 m de longitud en cada localidad, y se realizó un muestreo mensual desde abril del 2011 hasta marzo del 2012, con excepción del mes de diciembre del 2011. La longitud de los transectos estuvo limitada por la homogeneidad de los hábitats.

El número de transectos con esta longitud necesarios para estimar adecuadamente cambios en la densidad de tocororos fue calculado utilizando el programa *GENPRES 2* (Hines, 1998), y teniendo en cuenta la detectabilidad de otras especies de trogones en bosques tropicales de Centro América, con características similares a los de Banao.

Los transectos fueron seleccionados aleatoriamente sobre senderos previamente existentes en el área. Todos los muestreos comenzaron inmediatamente después del amanecer, de modo que coincidieran con el pico de mayor actividad de las aves (Lynch, 1995). Se alternó el transecto de inicio en cada muestreo para

ambas localidades, con el fin de evitar el sesgo del horario sobre los datos obtenidos.

Se registraron todos los tocororos detectados dentro de una banda de 25 m a cada lado del transecto, para comparar las densidades obtenidas por el programa *Distance* con las estimadas por el método de Banda Transecto de Ancho Fijo. En cada registro se anotó:

- Distancia perpendicular al transecto: estimada desde el individuo hasta la línea central del transecto
- Altura de la percha: altura desde el suelo hasta la percha donde se localizaron posados los individuos, medida con una cinta métrica
- Modo de detección. En todos los casos se registró el modo en que se detectaron los individuos ya fuera:
 - Vocalizando. El individuo cantó en el momento del registro, independientemente de que el primer contacto haya sido por visión o a través del canto
 - Sin vocalizar. El individuo fue detectado solo por visión y no cantó en el momento del registro

Todos los transectos fueron previamente medidos con una cinta métrica y marcados con chapillas metálicas cada 50 m para facilitar la toma de datos.

3.2. Caracterización de los sitios de nidificación

Durante la temporada reproductiva del año 2011 se realizó por toda el área de estudio una búsqueda intensiva de cavidades-nido usadas por tocororos.

Se determinaron como "nidos usados", todos aquellos donde los tocororos pusieron huevos, independientemente del éxito reproductivo. Los nidos en que entraron los tocororos, sin poner huevos, no se tuvieron en cuenta para los análisis. La inspección del interior de los nidos se realizó directamente con la ayuda de un espejo y una pequeña linterna (Wiebe, 2008).

Para cada nido localizado se escogió aleatoriamente un punto apareado, que representó un sitio de uso potencial dentro del mismo parche de hábitat. La selección de estos árboles apareados se realizó caminando 25 m a partir del nido en una dirección escogida al azar (Sutherland, 1999).

Para caracterizar los sitios de nidificación y los puntos apareados se midió el siguiente conjunto de variables, que caracterizan la cavidad, el árbol sustrato, y la vegetación circundante al nido (Sedgwick y Knopf, 1990; Manly *et al.* 1993).

Cavidad

Sustrato del nido: Parte del árbol en la que se encontró el nido: rama o tronco.

Condición del sustrato: Si el sustrato del nido estaba vivo o muerto.

Posición del sustrato: Posición del segmento del sustrato que alojó la cavidad: vertical o inclinado.

Orientación de la cavidad (°): Orientación cardinal de la entrada del nido, determinada con una brújula graduada.

Diámetro de la cavidad (cm): Diámetro vertical del agujero de entrada al nido, medido con una cinta métrica.

Altura a la cavidad (m): Altura desde el suelo a la entrada de la cavidad, medida directamente con una cinta métrica.

Obstrucción de la cavidad: Grado de obstrucción causada por el follaje frente a la cavidad, estimado en una escala arbitraria de tres niveles: poca, media y mucha.

Posición en el dosel: Posición que ocupa el nido con respecto al dosel del bosque en el área donde se halló: debajo del dosel, en el dosel, o por encima de este.

Distancia a la percha (m): Distancia a la rama horizontal más cercana frente al nido y aproximadamente a su altura, medida con una cinta métrica.

Árbol sustrato

Especie de árbol: Especie del árbol que sirvió de sustrato al nido o árbol tomado al azar como punto apareado. Las especies que no se pudieron identificar *in situ* fueron colectadas, e identificadas por especialistas del Jardín Botánico de Villa Clara.

Condición del árbol: Condición general del árbol sustrato, si estaba vivo o muerto.

DAP (cm): Diámetro del tronco a la altura del pecho (1,3 m) medido con una cinta diamétrica. Para los árboles con bifurcaciones por debajo de esta altura se tomó el diámetro del tronco inmediatamente debajo de la bifurcación, según sugieren James y Shugart (1970).

ALTA (m): Altura estimada del árbol sustrato.

Vegetación circundante al nido

ALTD (m): Altura promedio del dosel del bosque estimada en el área inmediata al nido.

DAR (árboles/ha): Densidad de árboles circundantes. Tomando como centro al árbol sustrato se estableció una parcela circular de 11,3 m de radio en cada caso (James y Shugart, 1970), se contaron todos los árboles con $DAP \geq 12,5$ cm (Neyra *et al.*, 2006). y se determinó la densidad de los mismos para la superficie resultante de 0,04 ha.

CD (%): Cobertura del dosel reflejada en la base del árbol. Se estimó la cobertura del dosel reflejado en la parte convexa de una cuchara sopera brillante. Se repitió la operación en las cuatro direcciones cardinales y se registró el valor promedio.

DAPA4 (cm): Valor promedio del diámetro a la altura del pecho de cada uno de los árboles más cercanos al árbol sustrato (o al punto apareado) en los cuatro cuadrantes definidos por las direcciones cardinales.

CVDAPA4 (%): Coeficiente de variación de DAPA4. Tomado como medida de la variabilidad en el grosor de los árboles.

DistA4 (m): Distancia promedio del árbol sustrato a los árboles más cercanos en cada uno de los cuatro cuadrantes cardinales.

CVDistA4 (%): Coeficiente de variación de DistA4. Tomado como indicador de la variabilidad en el arreglo espacial de la vegetación circundante al nido.

3.3. Estudio de la dieta de los pichones

Durante la temporada reproductiva del año 2010 se colocó en el interior de un nido de tocororos un dispositivo para monitorear la composición de la dieta acarreada por los padres a los pichones.

Se utilizó una caja-nido artificial (Figura 2), consistente en un tubo de barro de 50 cm de alto y 25 cm de diámetro interno, instalado en una palma real (*Roystonea regia*) a 9,5 m de altura sobre el suelo. El agujero de entrada midió 5 cm de diámetro y estuvo orientado hacia el noreste (36°).



Figura 2. Caja-nido de barro en la que se monitoreó la dieta de tres pichones de tocororo en la Reserva Ecológica Lomas de Banao, durante la temporada reproductiva del 2010.

El dispositivo de monitoreo consistió en una minicámara *Night Hawk* inalámbrica de 2,4 GHz, con sistema de luces infrarrojas y micrófono, acoplada en el techo del nido. Distante a 20 m del nido, se instaló un receptor inalámbrico con un monitor.

Las observaciones fueron realizadas *ad libitum* entre las 06:30 y las 20:00 horas durante todo el periodo de crecimiento de los pichones, desde la eclosión del primer huevo hasta que los pichones abandonaron el nido. La mayor cantidad de observaciones se realizó en el horario de la mañana, coincidiendo con la mayor actividad de los adultos. Se identificaron todos los ítems alimentarios posibles acarreados por los padres al nido, combinando la observación directa con el uso de binoculares cuando los padres percharon cerca del nido y las observaciones a través de la cámara una vez que estuvieron dentro de la cavidad. Esta combinación de métodos ha sido ampliamente utilizada ofreciendo resultados novedosos (Boland y Phillips, 2005; Wiebe, 2008; Luneau y Noel, 2010).

3.4. Procesamiento estadístico

Los métodos de estadística descriptiva utilizados para la densidad (individuos/ha), la altura de la percha (m) y la caracterización de los nidos fueron los cálculos de medias de las variables, desviaciones estándar y coeficientes de variación.

En los análisis de la dinámica de la densidad se tuvieron en cuenta solamente aquellas calculadas por el programa *Distance*. Para la comparación de densidades entre localidades, temporadas, y sus interacciones, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) Bifactorial. Las proporciones de tocororos detectados vocalizando y sin vocalizar, se compararon entre localidades y temporadas a través de una Tabla de Contingencia.

Todas las variables cuantitativas fueron sometidas a pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov. En el caso de las que no presentaron distribución normal se utilizaron los estadísticos no paramétricos correspondientes.

Las características de los nidos y sus correspondientes puntos apareados fueron comparadas utilizando una Prueba de t Múltiple, con la corrección de Bonferroni para cada variable, y un Análisis Bivariado correlacionando dos a dos todas las variables. Se realizó un Análisis de Componentes Principales (Análisis Multivariado) para el conjunto de variables medidas a los nidos y los puntos

apareados, con el objetivo de identificar las de mayor peso en la segregación espacial de los efectos.

Las variaciones en la composición de la dieta de los pichones se analizaron mediante cálculos de proporciones y frecuencias, comparando las proporciones de los ítems en los primeros diez días con el resto del período a través de una Tabla de Contingencia.

4. Resultados

4.1. Densidad de individuos

En el área total muestreada, la densidad de tocororos fue de $1,94 \pm 1,51$ individuos/ha (Tabla 1). Independientemente de la temporada, la densidad en La Sabina fue de $2,42 \pm 1,61$ individuos/ha, siendo mayor que en Jarico, con $1,47 \pm 1,30$ individuos/ha. Sin embargo, las diferencias estadísticamente significativas se encontraron solamente entre temporadas ($F= 5,33$; $p < 0,05$), siendo mayor en la temporada reproductiva ($2,67 \pm 1,73$ individuos/ha) que en la no reproductiva ($1,34 \pm 1,01$ individuos/ha).

Tabla 1. Densidades medias de tocororos en dos localidades de la Reserva Ecológica Lomas de Banao entre los meses de abril del 2011 y marzo del 2012 (N= tamaño de muestra; X= densidad media (individuos/ha); S= desviación estándar).

Localidad	Temporada	N	X	S
Jarico	Reproductiva	5	2,04	1,73
	No Reproductiva	6	0,98	0,62
Total		11	1,47	1,30
La Sabina	Reproductiva	5	3,30	1,67
	No Reproductiva	6	1,69	1,24
Total		11	2,42	1,61
	Reproductiva	10	2,67	1,73
	No Reproductiva	12	1,34	1,01
TOTAL		22	1,94	1,51

La variabilidad de la densidad fue mayor en Jarico que en La Sabina durante la temporada reproductiva, invirtiéndose esta relación en la temporada no reproductiva. Teniendo en cuenta las dos localidades en conjunto existió mayor variación en la temporada no reproductiva que en la reproductiva.

Los valores máximos de densidad para un mes fueron 4,27 individuos/ha en Jarico y 5,85 individuos/ha en La Sabina, en abril y mayo, respectivamente (Figura 3). En ambas localidades, luego del mes de mayor densidad se produjo un descenso brusco de tres meses hasta alcanzar los valores mínimos en cada una de ellas. La densidad mínima en Jarico fue de 0 individuos/ha, y en La Sabina de 0,22 individuos/ha. El valor mínimo en La Sabina se repitió en el mes de noviembre.

La densidad en La Sabina fue generalmente mayor que en Jarico, con excepción de los meses abril, agosto, noviembre y enero. De estos, en abril y enero la diferencia entre localidades fue mínima, de solo 0,25 y 0,08 individuos/ha, respectivamente.

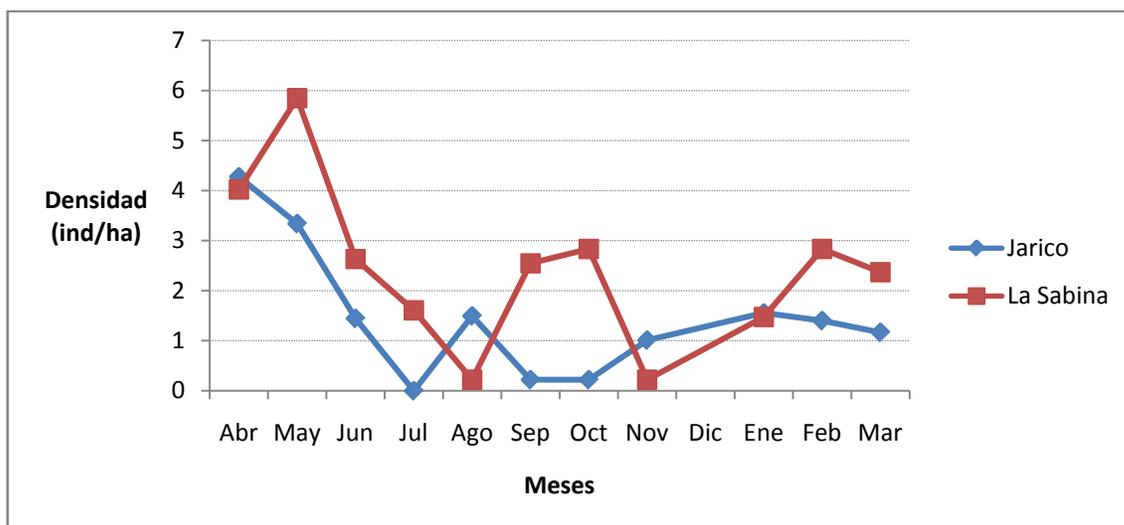


Figura 3. Dinámica de la densidad de tocororos en dos localidades de la Reserva Ecológica Lomas de Banao entre los meses de abril del 2011 y marzo del 2012.

La dinámica de las densidades en ambas localidades tuvo una similitud de casi el 60 %, que no resultó estadísticamente significativa para una correlación de Pearson ($r_P = 0,58$; $p > 0,05$). Sin embargo, cuando se compararon las densidades de Jarico con las correspondientes a un mes más tarde de La Sabina, se obtuvo una correlación de más del 70 % altamente significativa ($r_P = 0,73$; $p < 0,01$). Esto indica que en ambas localidades se repitió el mismo patrón básico en las dinámicas, pero desfasadas un mes entre una y otra.

4.1.1. Comparación de las densidades calculadas por los métodos de banda transecto de ancho fijo y utilizando *Distance*

La densidad máxima calculada por el método de banda transecto fue de 2,89 individuos/ha, correspondiente al mes de mayo en la localidad La Sabina (Figura 4), que representó menos de la mitad de la calculada por el programa *Distance* en el mismo muestreo.

En todos los casos las densidades calculadas con *Distance* fueron mayores o iguales a las obtenidas por el método de banda transecto, resultando las diferencias más notables en los muestreos de La Sabina que en Jarico.

En La Sabina, la densidad calculada por el método de banda transecto resultó superior en el mes de septiembre que en octubre, mientras que por el cálculo con *Distance* se obtuvo una relación contraria. De forma similar sucedió con los meses de enero y febrero en la misma localidad.

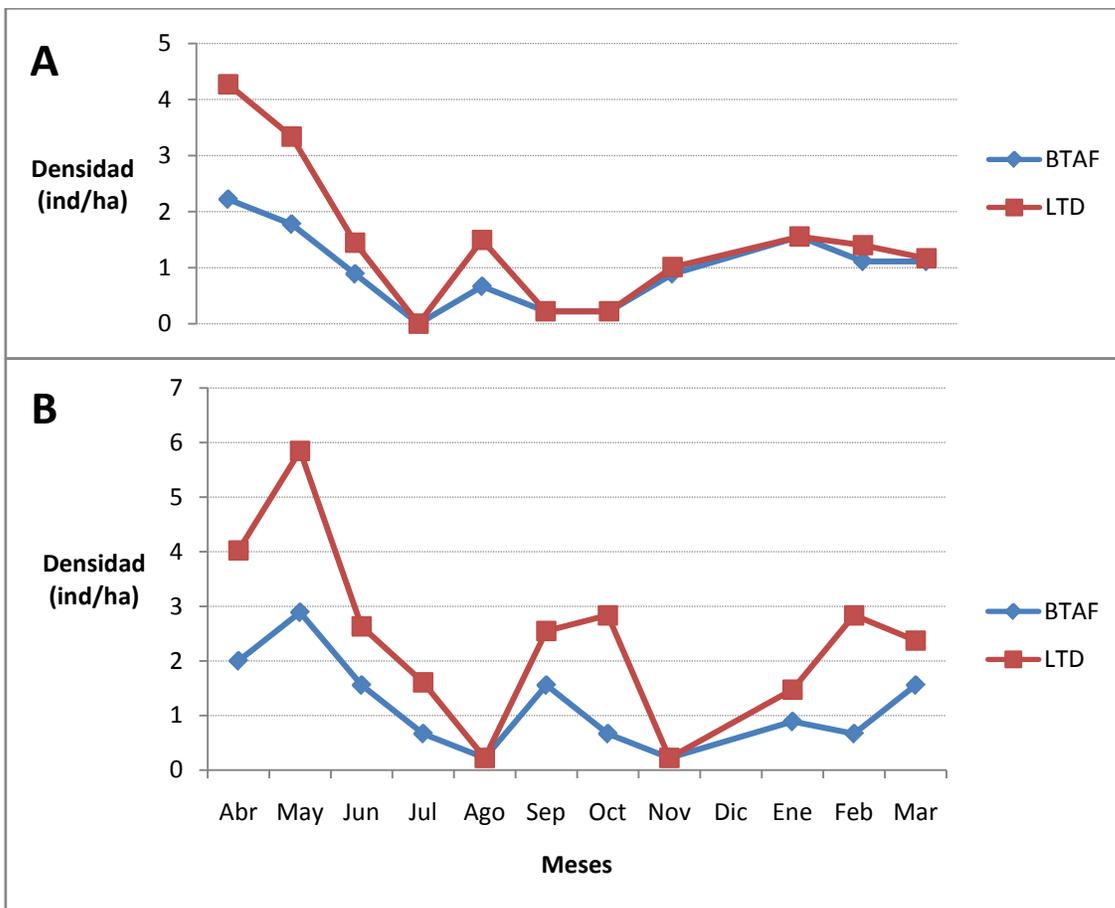


Figura 4. Dinámica de las densidades de tocororos calculadas por dos métodos diferentes en las localidades Jarico (A) y La Sabina (B) de la Reserva Ecológica Lomas de Banao, entre los meses de abril del 2011 y marzo del 2012 (BTAF= banda transecto de ancho fijo; LTD= línea transecto utilizando *Distance*).

4.1.2. Comparación de los modos de detección de los individuos

Se detectaron en total 127 tocororos en los 11 meses de muestreo y en las dos localidades en conjunto. De ellos, 105 (82,68 %) vocalizaron en el momento de la detección, y 22 (17,32 %) fueron observados sin vocalizar.

En Jarico se registraron tocororos vocalizando en mayor proporción (84,75 %) que en La Sabina (80,88 %; Tabla 2), pero estas diferencias no fueron significativas desde el punto de vista estadístico ($X^2= 0,11$; $p> 0,05$). Mientras que las temporadas sí resultaron estadísticamente diferentes ($X^2= 4,98$; $p< 0,05$), mostrando una mayor proporción de individuos vocalizando durante la temporada reproductiva (89,47 %) que durante la no reproductiva (72,55 %).

Tabla 2. Comparación de las frecuencias de detección de tocororos vocalizando y sin vocalizar entre dos localidades de la Reserva Ecológica Lomas de Banao, y entre las temporadas reproductiva y no reproductiva, entre los meses de abril del 2011 y marzo del 2012 (N= tamaño de muestra; %= proporción).

Localidad	Detección	N	%
Jarico	Sin vocalizar	9	15,25
	Vocalizando	50	84,75
La Sabina	Sin vocalizar	13	19,12
	Vocalizando	55	80,88
Temporada			
Reproductiva	Sin vocalizar	8	10,53
	Vocalizando	68	89,47
No reproductiva	Sin vocalizar	14	27,45
	Vocalizando	37	72,55

4.1.3. Altura de la percha a la que se detectaron los individuos

Las alturas medias de las perchas en las que se detectaron tocororos variaron entre 7,87 y 11,07 m desde el suelo (Tabla 3). En la localidad La Sabina la altura media de la percha (9,60 m) resultó ligeramente mayor que en Jarico (9,31 m), sin llegar a reflejar diferencias estadísticas ($F= 0,37$; $p> 0,05$). No obstante, entre las temporadas reproductiva (10,33 m) y no reproductiva (8,05 m) esta variable sí resultó estadísticamente diferente ($F= 7,99$; $p< 0,05$), mostrando una selección de los tocororos por perchas más altas durante la temporada reproductiva.

Tabla 3. Alturas medias de las perchas de tocororos detectados entre abril del 2011 y marzo del 2012 en dos localidades de la Reserva Ecológica Lomas de Banao (N= tamaño de muestra; X= altura media de la percha; S= desviación estándar).

Localidad	Temporada	N	X	S
Jarico	Reproductiva	27	11,07	4,42

	No reproductiva	23	7,87	3,38
Total		50	9,60	4,25
La Sabina	Reproductiva	39	9,82	3,97
	No reproductiva	19	8,26	3,36
Total		58	9,31	3,83
	Reproductiva	66	10,33	4,17
	No reproductiva	42	8,05	3,33
TOTAL		108	9,44	4,01

4.2. Características de los sitios de nidificación

4.2.1. Características de la cavidad

Se caracterizaron en total 13 nidos, de ellos cinco (38,46 %) fueron en cajas-nido artificiales, cinco (38,46 %) en troncos de árboles, dos (15,38 %) en ramas, y uno (7,7 %) en un termitero activo.

Las cajas-nido artificiales consistieron en segmentos de tubos de barro y cemento de 50 cm de alto por 25 cm de diámetro interno. El 100 % de los sustratos tronco y rama se encontraron muertos. El nido del termitero y los dos de las ramas estaban en posición inclinada, el resto se caracterizó por una posición vertical.

Predominaron los nidos con poca obstrucción frente a la cavidad (61,54 %), seguidos de aquellos con obstrucción media (23,08 %) y con mucha obstrucción (15,38 %). En todos los casos estuvieron ubicados por debajo del dosel del bosque.

Las 13 cavidades caracterizadas tuvieron un diámetro de la entrada de $7,11 \pm 1,96$ cm, ubicadas a $8,15 \pm 2,22$ m del suelo (Tabla 4). Todas presentaron una rama horizontal frente a la cavidad, que representaba una percha potencial para los adultos distante a $2,46 \pm 1,65$ m de la entrada.

Tabla 4. Resumen de tres variables cuantitativas medidas a las cavidades de 13 nidos de tocororo en la Reserva Ecológica Lomas de Banao, durante la temporada reproductiva de año 2011 (X= media; S= desviación estándar; CV= coeficiente de variación).

Variable	X	S	CV
Diámetro de la cavidad	7,11 cm	1,96	27,63
Altura a la cavidad	8,15 m	2,22	27,28
Distancia a la posible percha más cercana	2,46 m	1,65	67,08

Los coeficientes de variación del diámetro de la cavidad (27,63) y su altura desde el suelo (27,28) resultaron similares y relativamente bajos. La distancia a la posible percha más cercana, en cambio, mostró un coeficiente de variación elevado (67,08).

La orientación media de la cavidad resultó en dirección nordeste ($31,31^\circ$) con una variabilidad elevada (Figura 5). No se encontraron cavidades orientadas entre las direcciones sur (180°) y oeste (270°).

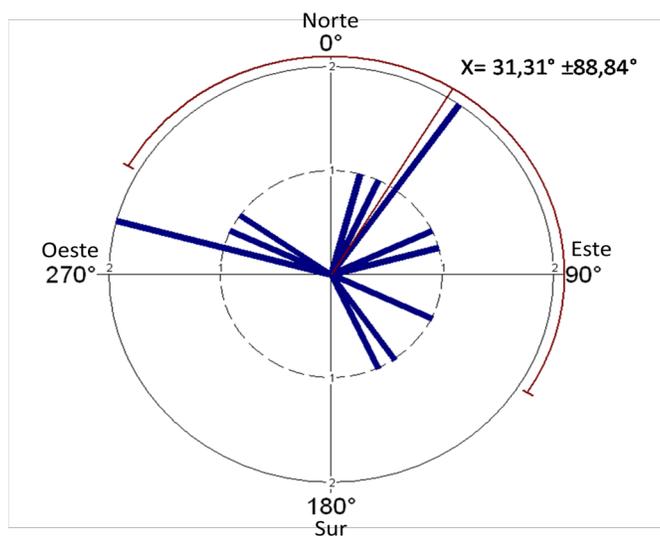


Figura 5. Orientaciones de las cavidades de 13 nidos de tocororos en la Reserva Ecológica Lomas de Banao en la etapa reproductiva del 2011.

4.4.2. Características del árbol sustrato y la vegetación circundante al nido

De los 13 nidos caracterizados, cuatro (30,77 %) se encontraron en árboles muertos y nueve (69,23 %) en árboles vivos. Las especies sustrato utilizadas

fueron: palma real (*Roystonea regia*), cinco nidos (los cinco en cajas-nido artificiales); boniato (*Nectandra antillana*), tres nidos; algarrobo (*Samanea saman*), dos nidos; cocotero (*Cocos nucifera*), un nido; guásima (*Guazuma ulmifolia*), un nido; y pino (*Pinus caribaea*), un nido. Las diferencias fundamentales entre los sitios de nidificación y los puntos tomados al azar se basaron en las variables de cobertura de dosel y diámetro a la altura del pecho, tanto de los árboles sustrato como de los más cercanos en los cuatro cuadrantes ($t > 1$; Tabla 5), aunque ninguna de estas diferencias resultó estadísticamente significativa para $p = 0,05$. Ambos efectos fueron similares en cuanto a la altura del árbol, sin embargo, se encontró un grosor medio del tronco cerca de 10 cm mayor en los árboles sustratos que en los puntos apareados.

Tabla 5. Resumen de las variables cuantitativas medidas a 13 nidos de tocororo y a sus correspondientes puntos apareados en la Reserva Ecológica Lomas de Banao, en la temporada reproductiva del 2011 (X= media; CV= coeficiente de variación; t= valor de la Prueba t de Student; DAP= diámetro del tronco a la altura del pecho; ALTA= altura del árbol; ALTD= altura del dosel; DAR= densidad de árboles circundantes; CD= cobertura de dosel; DAPA4= diámetro a la altura del pecho de los árboles más cercanos en los cuatro cuadrantes; CVDAPA4= coeficiente de variación del DAPA4; DistA4= distancia a los árboles más cercanos en los cuatro cuadrantes; CVDistA4= coeficiente de variación de DistA4).

Variable	Nidos		Puntos apareados		t
	X	CV	X	CV	
DAP	40,38	39,04	29,80	47,55	1,97
ALTA	14,32	32,76	14,29	35,90	0,04
ALTD	13,77	37,18	14,62	30,78	0,45
DAR	444,23	56,38	473,08	39,51	0,33
CD	63,65	26,58	71,06	19,66	1,22
DAPA4	30,30	22,81	25,53	22,09	1,93
CVDAPA4	40,28	47,34	42,47	35,53	0,32
DistA4	5,55	38,92	5,56	29,32	0,01
CVDistA4	46,88	48,61	53,77	36,75	0,82

De todas las variables medidas a los nidos y los puntos apareados (Tabla 5), se encontraron correlaciones significativas entre DAP y ALTA, DAR y DistA4, DAR y CVDistA4, y DAPA4 y DistA4 para el caso de los nidos (Tabla 6) y entre ALTA y

ALTD, DAR y CD, DAR y DistA4, y CD y DistA4 para el caso de los puntos apareados. De estas, solamente coincide para ambos efectos la correlación negativa entre DAR y DistA4.

Tabla 6. Resumen de correlaciones significativas entre las variables medidas a 13 nidos de tocororo y sus correspondientes puntos apareados en la Reserva Ecológica Lomas de Banao, en la temporada reproductiva del 2011 (DAP= diámetro del tronco a la altura del pecho; ALTA= altura del árbol; ALTD= altura del dosel; DAR= densidad de árboles circundantes; CD= cobertura de dosel; DAPA4= diámetro a la altura del pecho de los árboles más cercanos en los cuatro cuadrantes; CVDAPA4= coeficiente de variación del DAPA4; DistA4= distancia a los árboles más cercanos en los cuatro cuadrantes; CVDistA4= coeficiente de variación de DistA4; r= coeficiente de correlación significativa [*] y altamente significativa [**]).

Efecto	Variables correlacionadas		r
Nidos	DAP	ALTA	0,64*
	DAR	DistA4	-0,69**
	DAR	CVDistA4	-0,59*
	DAPA4	DistA4	0,68*
Puntos apareados	ALTA	ALTD	0,86**
	DAR	CD	0,82**
	DAR	DistA4	-0,75*
	CD	DistA4	-0,69*

El mayor coeficiente de correlación ($r= 0,86^{**}$) se obtuvo para las variables ALTA y ALTD de los puntos apareados, las cuales no estuvieron estadísticamente correlacionadas en el caso de los nidos.

Desde el punto de vista del conjunto de variables, no se encontró un patrón de segregación evidente entre los sitios de nidificación y los puntos apareados. Al observar las distribuciones de los nidos y los puntos apareados en los componentes 1 y 2 se evidencia una elevada superposición de ambos conjuntos (Figura 6), mientras que en la distribución en los componentes 1 y 3 (Figura 7) se percibe una ligera segregación, marcada fundamentalmente por CD, la cual coincidió con los resultados mostrados en la tabla 5.

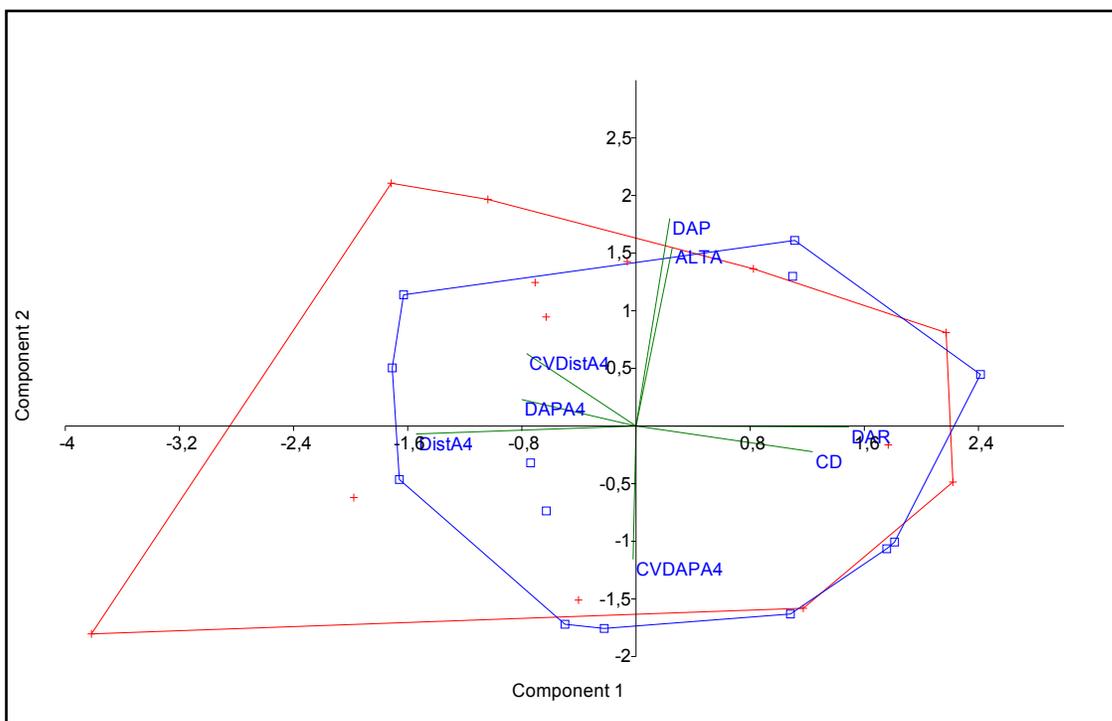


Figura 6. Distribución de los nidos de tocororo (+) y sus correspondientes puntos apareados (□) en los componentes 1 y 2 de un Análisis de Componentes Principales, atendiendo a un conjunto de variables medidas durante la temporada reproductiva del 2011 en la Reserva Ecológica Lomas de Banao.

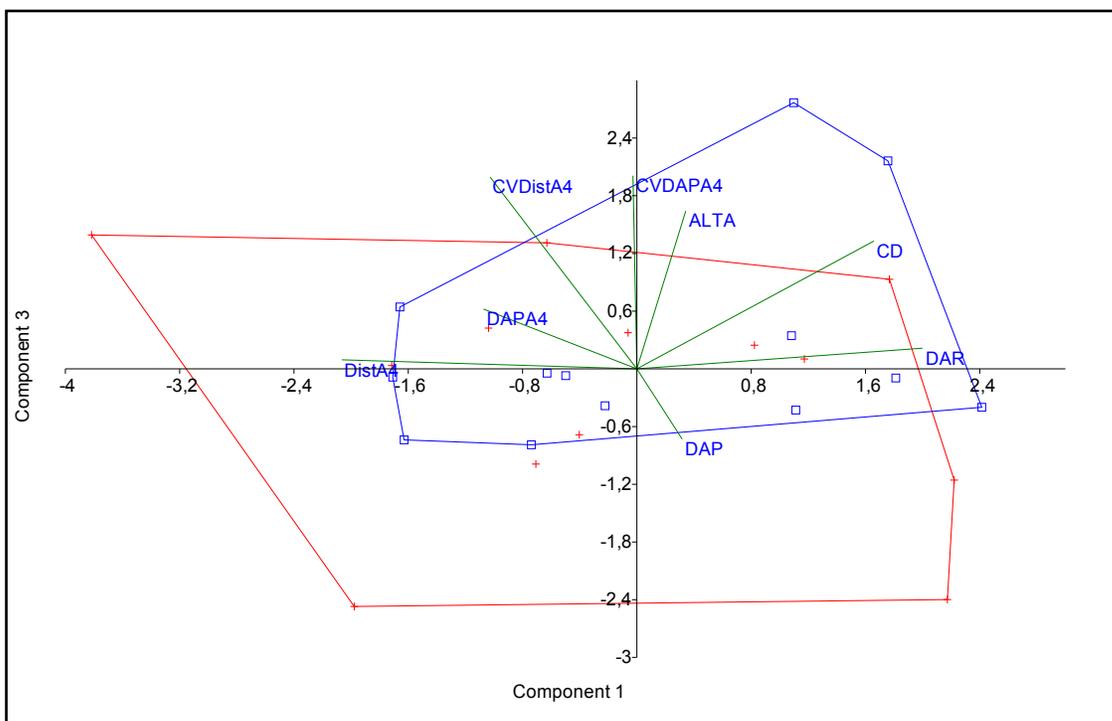


Figura 7. Distribución de los nidos de tocororo (+) y sus correspondientes puntos apareados (□) en los componentes 1 y 3 de un Análisis de Componentes Principales, atendiendo a un conjunto de variables medidas durante la temporada reproductiva del 2011 en la Reserva Ecológica Lomas de Banao.

En el Análisis de Componentes Principales resultaron relevantes (valor propio ≥ 1) los tres primeros componentes, que explican el 69,8 % de la varianza total. Las variables que más aportaron a la formación del componente 1 fueron, de forma positiva, DAR y CD, estrechamente vinculadas entre sí desde el punto de vista ecológico; y de forma negativa, DistA4 y DAPA4. Las cuatro están relacionadas con la descripción de la vegetación circundante.

El componente 2 recibió el mayor aporte de forma positiva de DAP y ALTA, que describen las dimensiones del árbol sustrato; y de forma negativa de CVDAPA4, que refleja la variabilidad en el diámetro de los troncos de los árboles más cercanos en los cuatro cuadrantes.

En la formación del componente 3 influyeron de manera similar las variables relacionadas tanto con el árbol sustrato como con la vegetación circundante. De forma positiva los mayores aportes fueron de CVDistA4, CVDAPA4 y ALTA; y de forma negativa únicamente de DAP.

4.3. Composición de la dieta de los pichones

Se registró un total de 309 ítems alimentarios acarreados por los padres a los pichones durante 21 días de permanencia en el nido. Los insectos representaron más de la mitad del total, con un valor de 56,31 % (Figura 8), seguidos en proporción por frutos, con 35,92 %; los que juntos comprendieron más del 90 %. Un 3,88 % estuvo constituido por lagartijas del género *Anolis*, y otro porcentaje similar no pudo ser identificado, la mayoría de las veces por la rapidez con que los padres entraban al nido y ofrecían el alimento a los pichones.

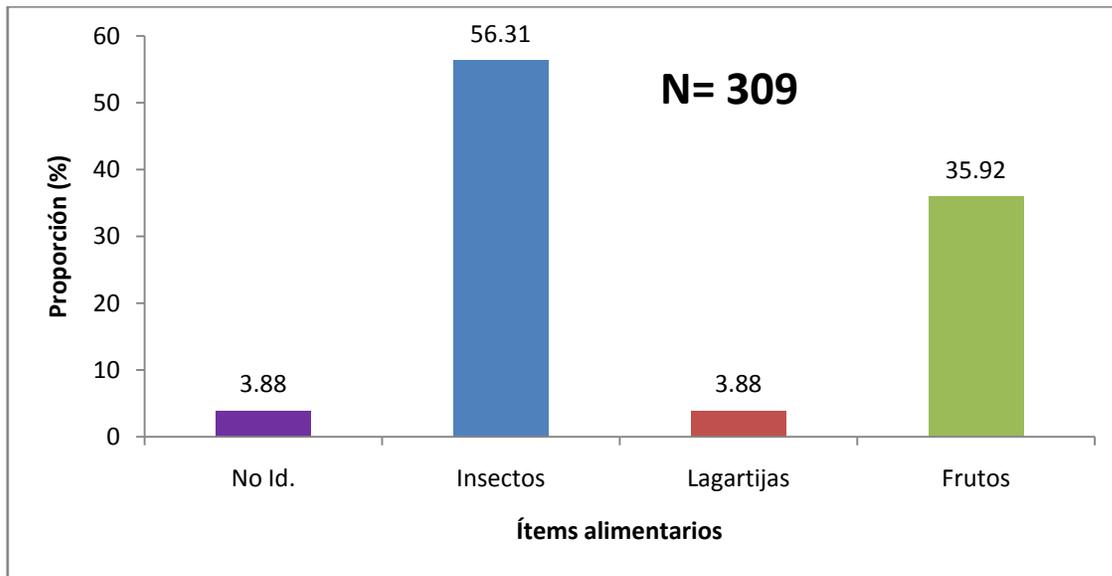


Figura 8. Proporción de los ítems alimentarios acarreados por una pareja de tocororos al nido durante la temporada reproductiva del año 2010 en la Reserva Ecológica Lomas de Banao (N= tamaño de muestra; No Id.= ítems no identificados).

Aunque la identificación de los ítems no fue posible hasta el nivel específico en la mayoría de las observaciones, los principales órdenes de insectos registrados fueron Heteroptera, Orthoptera, Odonata y Lepidoptera, de este último tanto adultos como larvas.

Durante los primeros seis días del período los valores de frecuencia de ítems acarreados se mantuvieron entre 1,25 y 1,79 ítems/h, con un predominio de insectos sobre el resto de los ítems (Figura 9). A partir del día siete se evidenció un aumento continuo de estos valores hasta llegar a 12,79 ítems/h el día doce, cuando se observó por primera vez un incremento considerable en la frecuencia

de alimentación con frutos (5,40 ítems/h), que se mantuvo relativamente estable hasta el final del período. La frecuencia de alimentación con insectos disminuyó de forma variable a partir del día 11, de 10,75 a 4,00 ítems/h.

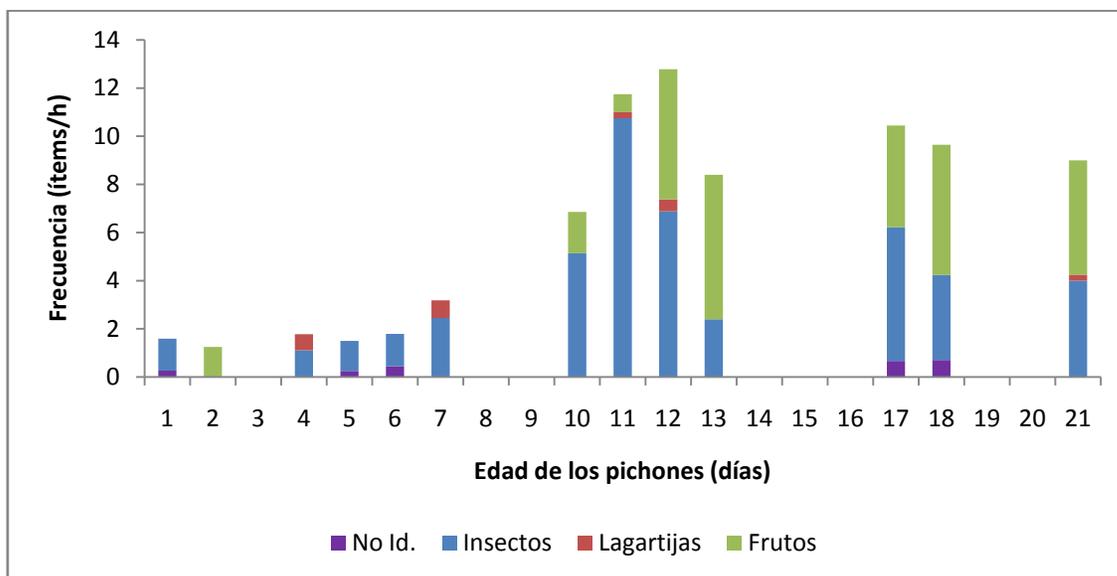


Figura 9. Frecuencia de ítems acarreados por una pareja de tocororos al nido en el horario de la mañana, durante la cría de pichones de la temporada reproductiva del año 2010, en la Reserva Ecológica Lomas de Banao (No Id.= ítems no identificados).

De forma general se observó un predominio en la proporción de insectos a lo largo de todo el período (Figura 10). Las lagartijas fueron ofrecidas en mayor proporción entre el cuarto y séptimo día, disminuyendo luego hasta el final del período, cuando eran acarreadas solo esporádicamente. La incorporación de frutos en la dieta adquiere un carácter continuo a partir del séptimo día, y su proporción aumenta hasta casi un 70 % el día 16, después de lo cual vuelve a disminuir.

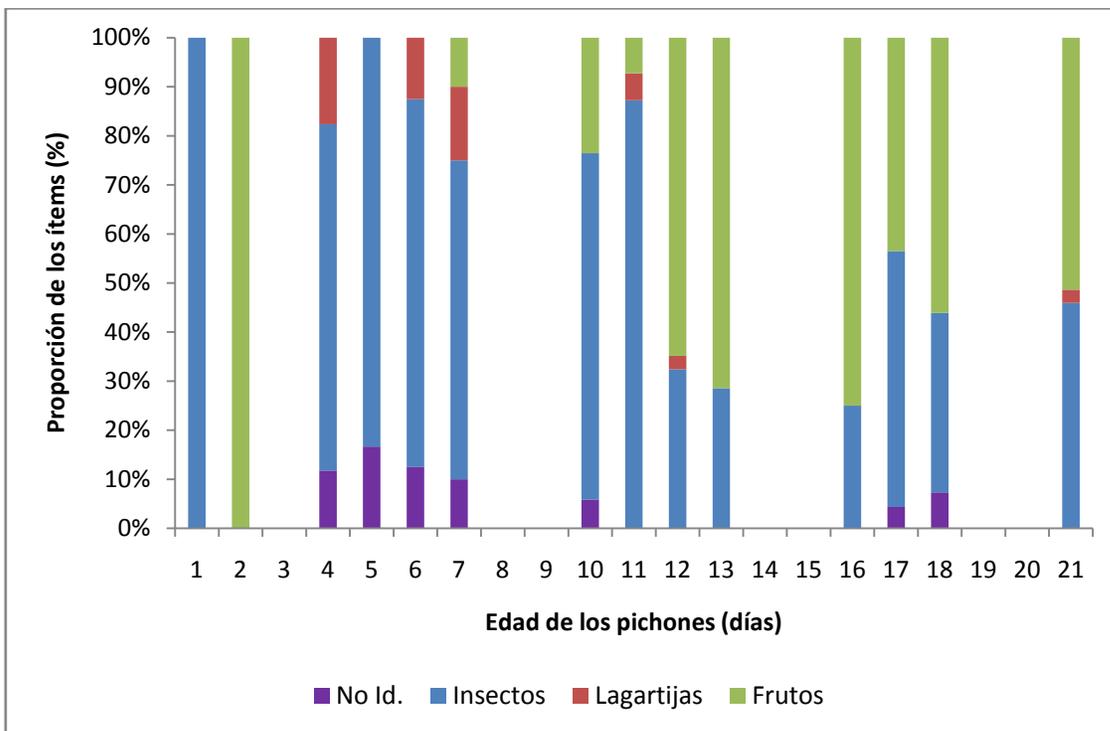


Figura 10. Proporciones de los diferentes ítems acarreados por una pareja de tocororos al nido durante la temporada reproductiva del año 2010 en la Reserva Ecológica Lomas de Banao (No Id.= ítems no identificados).

Durante los primeros diez días los insectos representaron el 79,10 % de los ítems identificados, pasando a ser el 52,61 % en la segunda etapa. De forma similar, las lagartijas fueron observadas en mayor proporción en la primera etapa (10,45 %) que en la segunda (2,17 %). Mientras que la relación en la proporción de frutos fue inversa; con una proporción inicial de 10,45 % en la primera etapa varió a 45,22 % en la segunda. Todas estas diferencias resultaron altamente significativas para una Prueba G ($X^2= 31,79$; $p < 0,01$).

5. Discusión

5.1. Densidad de individuos

La densidad de tocororos en el área total muestreada fue poco menos de dos individuos por hectárea, lo que parece ser reflejo de un comportamiento territorial de la especie, que resulta común en el resto de los representantes de la familia (Perrins, 2009). Suponiendo que las proporciones entre machos y hembras en las poblaciones analizadas sean similares, este resultado sugiere que el territorio medio por cada pareja de tocororos en las localidades de estudio fue ligeramente mayor a una hectárea.

En La Sabina, independientemente de la temporada, se encontró una densidad mayor que en Jarico, tanto en el análisis de los muestreos en conjunto como en su dinámica mensual. Este hecho pudo deberse a las diferencias de antropización existentes entre los hábitats de ambas localidades. En La Sabina la frecuencia de alteraciones antrópicas es notablemente menor que en Jarico, lo que ha llevado al establecimiento de un bosque más homogéneo y maduro en dicha localidad; y de forma general los bosques maduros ofrecen mayor cantidad de cavidades naturales que los alterados (Wiebe, 2011), lo que los hace capaces de albergar poblaciones más numerosas de las especies de aves que anidan en cavidades (von Haartman, 1957).

La densidad media de tocororos en la temporada reproductiva fue significativamente mayor que en la no reproductiva en ambas localidades, coincidiendo con las proporciones de individuos detectados vocalizando. Estos fenómenos pueden estar directamente relacionados entre sí y explicados por el hecho de que los trogones son especies altamente detectables por sus vocalizaciones, que aumentan en la temporada reproductiva con las conductas de cortejo y defensa del nido, y son comunes tanto en machos como en hembras (Elphick, 2002; Perrins, 2009).

La variabilidad de las densidades entre las dos localidades, también puede ser un reflejo directo de la fragmentación de los hábitats, la cual es más evidente en Jarico que en La Sabina. La elevada diversidad de parches en la vegetación de Jarico puede llevar a que en temporada reproductiva las aves se vean forzadas a permanecer en aquellos donde el recurso cavidad es más abundante, y en la temporada no reproductiva, se dispersen indistintamente entre los diferentes parches, sin importar la presencia o no de cavidades en ellos.

El hecho de que los valores mensuales de la densidad en Jarico coinciden en mayor proporción con los correspondientes a un mes después en La Sabina que con los del propio mes, puede estar relacionado con un atraso en la sucesión de las condiciones ambientales de La Sabina con respecto a las de Jarico, las que reflejan una variación en la fenología de las plantas o en los picos de reproducción de los animales que conforman la dieta de la especie, provocadas tal vez por la diferencia de altitud. Elphick *et al.* (2002) y Perrins (2009) también sugieren que el alimento de origen animal es particularmente importante durante el ciclo de nidificación, y la reproducción de muchas especies de trogones está a menudo sincronizada con la época de mayor abundancia de presas.

Los valores máximos de densidad en ambas localidades al inicio de la temporada reproductiva, y los mínimos al final de esta, se contradicen con el planteamiento de Newton (2010), en que las poblaciones de cualquier especie de ave alcanzan su máximo número de individuos al final de la temporada reproductiva, y luego declinan hasta su nivel mínimo, cercano al inicio de la siguiente, moduladas por la relación entre sus tasas de natalidad y mortalidad. La explicación más razonable para esta discordancia puede estar fundamentada en la etología reproductiva de la familia. En la mayoría de estas especies ambos padres cooperan en la incubación y cuidado de los pichones (Skutch, 1944; Weelwright, 1983; Perrins, 2009), por lo que durante las etapas de incubación y cría, la mitad de la población reproductora pasa la mayor parte del tiempo dentro de los nidos, y no son contados durante los muestreos.

Las densidades calculadas con el programa *Distance* resultaron siempre superiores a las calculadas por el método de Banda Transecto de Ancho Fijo,

debido a que este último asume la detección de todos los individuos dentro de la banda muestreada, mientras que *Distance* incorpora un factor de corrección basado en la probabilidad de detección de los individuos para cada muestreo (Buckland *et al.*, 2008). Un resultado similar fue obtenido por Somershoe *et al.* (2006) en una comparación de estos dos métodos para varias especies de aves a la vez. En esta, las estimaciones derivadas del método de Banda Transecto de Ancho Fijo infravaloraron notablemente a las derivadas del análisis con *Distance*, en la mayoría de las especies por más de un 50 %.

Las diferencias entre las densidades obtenidas por los distintos métodos resultaron más notables en La Sabina que en Jarico, lo cual pudiera deberse a que el bosque de La Sabina, al estar menos antropizado que el de Jarico, posee una estructura más densa de la vegetación, que disminuye la probabilidad de detección de los individuos en relación con la distancia al centro del transecto. Esta probabilidad es corregida por el programa *Distance*, pero no se tiene en cuenta en el método de Banda Transecto de Ancho Fijo.

Los resultados obtenidos confirman que no existe una correspondencia lineal entre las densidades calculadas por ambos métodos, lo cual se evidenció en la variación entre los meses de septiembre y octubre en La Sabina, donde las densidades calculadas por un método aumentaron y por el otro disminuyeron. Esto está estrechamente relacionado con las variaciones en la detectabilidad de los individuos en cada uno de los muestreos.

La elevada proporción de individuos detectados mientras vocalizaban en contraste con los relativamente pocos detectados sin vocalizar coincide con lo planteado por Gundlach (1876) al afirmar que la especie emplea gran cantidad de tiempo cantando desde una percha fija. Esta conducta conspicua favorece la detección de los individuos por el canto (Raffaele *et al.*, 1998), a la vez que disminuye la probabilidad de detectarlos en otras actividades en que no vocalicen.

De acuerdo a los resultados, la especie seleccionó perchas más altas durante la temporada reproductiva, lo cual pudo estar relacionado a las conductas de cortejo y defensa de nidos y al aumento de la densidad en esta etapa. Por cualquiera de

las dos causas, la competencia intraespecífica aumenta, y los individuos que seleccionan perchas más altas para el canto, tienen mayores probabilidades de destacarse del resto. En un estudio similar con el trogón citrino (*Trogon citreolus*) Eguiarte y Martínez del Río (1985) obtuvieron un patrón similar a este y todas las perchas se encontraron en un intervalo de tres a 15 metros.

5.2. Características de los sitios de nidificación

De los cinco tipos de sustratos de nidos encontrados, las cajas-nido artificiales parecen ser un recurso bien aceptado por la especie, dada su elevada proporción en la muestra de nidos caracterizados. Estos sustratos pueden representar ciertas ventajas para las aves tales como ser más resistentes al deterioro que las cavidades naturales y ser menos susceptibles a los depredadores trepadores (Cooper y Bonter, 2008). Por otro lado, el volumen interior de la cavidad suele ser un factor crítico en la selección de nidos por algunas especies (Symes y Perrins, 2004); y en el presente caso las cajas-nido ofrecen un volumen mayor que el normal en las cavidades naturales.

La ubicación de un nido en un termitero no estaba registrada antes en bibliografía para la especie, aunque se manifiesta como un fenómeno común en otras especies de trogones, muchas de las cuales excavan por sí mismos el nido en este sustrato (Skutch, 1999; Renton y Vega, 2002; Perrins, 2009). Se ha comprobado además que los nidos excavados por el trogón citrino (*Trogon citreolus*) en termiteros son reutilizados por varias especies de animales en la región occidental de México (Valdivia-Hoeflich y Vega, 2005), incluyendo mamíferos endémicos y artrópodos.

Todos los nidos encontrados en cavidades naturales fueron en sustratos muertos de árboles de madera blanda, resultado que coincide con los encontrados por Neyra *et al.* (2006) cuando caracterizaron los nidos de ocho especies de aves que anidan en cavidades en la misma reserva. La condición de sustrato muerto en madera blanda proporciona a las aves un aislamiento hidrotérmico óptimo para la nidificación, a la vez que les permite modificar la estructura interna de la cavidad incluso tratándose de especies no excavadoras.

Brightsmith (2005) sugiere que la capacidad de los trogones para excavar nidos en árboles podridos o termiteros es una habilidad evolutivamente nueva, alcanzada solo por algunos taxones dentro de la familia, los cuales a su vez retienen la habilidad de anidar en cavidades preexistentes como una evidencia de plasticidad fenotípica. Observaciones adicionales del autor que no se incluyeron en este trabajo, revelan que este nido en particular ha sido reutilizado en varias temporadas por la especie.

Por otro lado, la posición vertical de los nidos puede aportar mayor seguridad a los pichones, debido fundamentalmente a que son menores las probabilidades de alcanzar la entrada de la cavidad y caerse accidentalmente cuando aún no están listos para salir del nido.

Se evidenció una preferencia por los nidos con poco follaje delante de la cavidad y en todos los casos por debajo del dosel del bosque, que pudiera estar reflejando una respuesta adaptativa a la protección de la nidada contra depredadores trepadores (Martin y Ghalambor, 1999). Al mismo tiempo, un nido con la entrada despejada puede ser más fácilmente vigilado por los padres desde alguna percha cercana que uno con la entrada oculta por follaje; y la ubicación por debajo del dosel puede estar influenciada por la presencia de condiciones microclimáticas favorables como sombra, humedad, o protección contra el viento.

La orientación media de las cavidades resultó en una dirección próxima al noreste, con una variabilidad relativamente alta, y ninguno de los nidos estuvo orientado entre los 180 y 270°; lo que pudiera indicar que en vez de existir una preferencia por una orientación determinada (Rendell y Robertson, 1994), exista una tendencia a evitar las cavidades orientadas al suroeste. En el caso de Banao, es de esta dirección de donde provienen la mayoría de los vientos fuertes (GEOCUBA, 2001).

El diámetro de la cavidad y su altura desde el suelo presentaron coeficientes de variación bajos y similares entre ellos, lo que indica que pudieran estar actuando como factores de importancia en la selección de los nidos. De forma general, entre las especies de aves que anidan en cavidades el diámetro de la cavidad parece

ser uno de los factores más importantes en este proceso, ya que reduce la competencia a las aves de menor tamaño (Arsenault, 2004), y asegura una mayor protección contra depredadores.

La altura de las cavidades seleccionadas puede estar influida por otro grupo de variables también importantes para el tucororo como las dimensiones de la cavidad y sustratos utilizados. En este sentido Neyra *et al.* (2006) sugirieron que la especie selecciona mayormente las cavidades construidas por *Xiphidiopicus percussus* a las de *Melanerpes superciliaris*, fundamentalmente por las dimensiones de la cavidad y no por su altura.

Según los datos de la tabla 5, existe una tendencia a la selección de árboles gruesos puede estar influenciada por la necesidad de espacio dentro del nido. Otra tendencia encontrada en estos datos y apoyada por el Análisis de Componentes Principales fue la selección de sitios de nidificación con una cobertura de dosel baja en comparación con el resto del bosque, lo que junto a la presencia de las cavidades siempre por debajo del dosel, sugieren una importancia elevada a la protección contra depredadores como factor influyente en dicha selección.

Correlacionando todas las variables entre sí se encontró que aquellas medidas a los nidos presentaron un grado de asociación diferente a las de los puntos apareados, lo que indica que la especie selecciona una estructura de la vegetación determinada, de acuerdo al grado de asociación de las variables, que no coincide con el patrón natural. La correlación más marcada en este análisis fue la existente entre la altura del árbol y la altura del dosel en los puntos apareados, que indica una relación directa entre estas variables en la estructura media del bosque. Esta correlación no fue encontrada como significativa para los sitios de nidificación, lo que sugiere una preferencia por la especie hacia árboles que no se integran al dosel.

La incidencia simultánea de todos los factores a la vez puede dificultar la comprensión del proceso de selección (Arsenault, 2004). No obstante, de acuerdo a los resultados del Análisis de Componentes Principales los nidos y los puntos

apareados se superponen de manera tal que no se observa un patrón de selección definido. Este resultado podría deberse a que: (1) la selección de los sitios de nidificación está más fuertemente influida por otras variables no medidas; o (2) la selección existe y está basada en algunos de estos caracteres, pero la competencia inter e intraespecífica es tan intensa que las aves se ven forzadas a tomar las cavidades disponibles, independientemente de su calidad (Rendell y Robertson, 1994; Newton, 2010).

5.3. Composición de la dieta de los pichones

El componente proteico en la dieta de los pichones, representado por los ítems de origen animal, desempeñó un papel fundamental durante toda la etapa de cría. Aunque teniendo en cuenta las proporciones en que fueron suministrados, parecen ser más importantes en la primera etapa.

La identificación de vertebrados como parte de la dieta no había sido registrada anteriormente para el tocororo, aunque resulta común en otras especies de la familia Trogonidae (Elphick *et al.*, 2002; Perrins, 2009). Skutch (1944), Weelwright (1983) y Avila *et al.* (1996) observaron en diferentes ocasiones parejas de quetzales (*Pharomachrus moccino*) alimentando a sus pichones con pequeños vertebrados como ranas y lagartijas. Incluso a pesar de que en relación con otras especies de la familia, los quetzales presentan una dieta mayormente frugívora (Remsem *et al.*, 1993).

Los valores máximos de frecuencia de alimentación se alcanzaron los días 11 y 12, coincidiendo con el momento en que los padres dejaron de incubar a los pichones por las noches. La inflexión de la curva a partir del día 12 refleja una disminución de visitas de los padres, los que a partir de ese momento suministraron cada vez menos alimentos a los pichones, estimulándolos con ello a salir del nido (Forbes, 1991).

Los frutos aparecieron en mayor proporción en la dieta a partir del séptimo día, lo que coincidió con el aumento en la frecuencia de alimentación. Este tipo de alimento, fácil de obtener y con una pulpa rica en azúcares, representa una fuente importante de calorías, a la vez que permite suplir las demandas de los pichones y de esta forma proporcionar a los padres tiempo suficiente para obtener presas

animales. Además, es de esperar que luego de que los padres dejaron de incubar a los pichones por las noches se incrementara el requerimiento energético, y una forma de balancearlo fuera precisamente el aumento en la proporción de frutos acarreados. Skutch (1944), Weelwright (1983) y Avila *et al.* (1996) encontraron situaciones similares en varias nidadas de quetzales.

Los resultados obtenidos para la dieta de los pichones en el presente trabajo pertenecen a una sola nidada, por lo que deben ser extrapolados cautelosamente a otros casos, debido a que los nidos pueden ser diferentes entre sí en cuanto a tamaño de nidadas, grado de atención de los padres o proporciones relativas de recursos en los alrededores. Sin embargo, varios estudios llevados a cabo con otros representantes de la misma familia han coincidido en que los patrones generales de alimentación son propios a la especie y se repiten de forma similar entre nidos diferentes (Skutch, 1944; Weelwright, 1983).

6. Conclusiones

1. La densidad de tocororos fue mayor en la temporada reproductiva que en la no reproductiva, y entre localidades mayor en La Sabina que en Jarico; en ambas localidades varía de forma similar en magnitud, pero manifestándose un mes más tarde en La Sabina.
2. No se encontró un patrón de selección definido entre las variables de los sitios de nidificación y los puntos tomados al azar. Las características de mayor significación en los nidos ocupados fueron aquellas relacionadas con las dimensiones de la cavidad, condición del sustrato, y obstrucción por follaje delante de la entrada.
3. Los ítems alimentarios más frecuentes en la dieta de los pichones fueron insectos y frutos, siendo mayores en proporción los primeros al inicio de la cría e invirtiéndose esta relación en la segunda etapa. Se identificó por primera vez la presencia de vertebrados (*Anolis*) en la dieta de la especie.

Recomendaciones

1. Profundizar los estudios sobre la ecología trófica y reproductiva de la especie.
2. Evaluar la relación entre la densidad de tocororos y la disponibilidad de recursos en las áreas estudiadas.
3. Estudiar la densidad de tocororos en otras localidades de la reserva y en otras regiones utilizando los muestreos para *Distance*.
4. Evaluar los patrones de selección de los sitios de nidificación para otras variables de la cavidad y el hábitat, y comparar las características de nidos utilizados por el tocororo con nidos no utilizados.
5. Aplicar los resultados obtenidos en el manejo de la especie en el área.

Literatura Citada

- ✂ Arsenault, D. P. (2004): Differentiating nest sites of primary and secondary cavity-nesting birds in New Mexico. **J. Field Ornithol.** 75(3): 257-265.
- ✂ Avila, M. L., V. H. Hernández y E. Velarde (1996): The diet of Resplendent Quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno*: Trogonidae) in a Mexican cloud forest. **Biotropica** 28(4B): 720-727.
- ✂ Berovides, V. (2000): Abundancia del Toco-ro-ro (*Priotelus temnurus*) en varias localidades de Cuba. **Revista Biológica** 14(1).
- ✂ Berovides, V., M. Cañizares y A. González (2005): **Métodos de conteo de animales y plantas terrestres. Manual para la capacitación del personal técnico de las Áreas Protegidas de Cuba.** Centro Nacional de Áreas Protegidas, La Habana, Cuba. 47 pp.
- ✂ Brightsmith, D. J. (2005): Competition, predation and nest niche shifts among tropical cavity nesters: phylogeny and natural history evolution of parrots (Psittaciformes) and trogons (Trogoniformes). **J. Avian Biol.** 36(1): 64-73.
- ✂ Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham y J. L. Laake (1993): **Distance sampling. Estimating abundance of biological populations.** Chapman & Hall, London, UK. 446 pp.
- ✂ Buckland, S. T., R. E. Russell, B. G. Dickson, V. A. Saab, D. N. Gorman y W. M. Block (2009): Analyzing designed experiments in distance samplings. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics** 14(4): 432-442.
- ✂ Buckland, S. T., S. J. Marsden y R. E. Green (2008): Estimating bird abundance: making methods work. **Bird Conservation International** 18: 91-108.
- ✂ Cañizares, M. y S. Aguilar (2010): Alturas de Banao. En: S. Aguilar (ed.), **Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Cuba.** pp. 62-64. Editorial Academia, Ciudad de La Habana, Cuba.

- ✂ Cañizares, M. y V. Berovides (2008): Distribución y abundancia de los bandos de psitácidos de Cuba Central. **Mesoamericana** 11(14): 36-44.
- ✂ Clobert, J. y J. -D. Lebreton (1993): Estimation of demographic parameters in bird populations. En: C. M. Perrins, J. -D. Lebreton y G. J. M. Hirons (eds.), **Bird population studies**. pp. 75-104. Oxford University Press, Oxford, UK.
- ✂ Cooper, C. y D. Bonter (2008): Artificial nest sites preferences of Black-capped Chickadees. **J. Field Ornithol.** 79(2): 193-197.
- ✂ Eguiarte, L. E. y C. Martínez del Río (1985): Feeding habits of the Citreoline Trogon in a tropical deciduous forest during the dry season. **Auk** 102: 872-874.
- ✂ Elphick, C., Dunning Jr. y D. A. Sibley (eds.) (2002): **The Sibley Guide to Bird Life and Behavior**, Second Edition. Alfred A. Knopf, New York, USA. 587pp.
- ✂ Espinosa, A. (1998): Phylogenetic relationship among the trogons. **Auk** 115(4): 937-954.
- ✂ Faaborg, J. (2004): Truly artificial nest studies. **Conservation Biology** 18(2): 369-370.
- ✂ Forbes, L. S. (1991): Burgers or brothers: food shortage and the threshold for brood reduction. **Acta XX. Congressus Internationalis Ornithologici**. New Zealand Ornithological Congress Trust Board, Wellington, New Zealand. 1720-1726.
- ✂ Garrido, O. H. y A. Kirkconnell (2011): **Aves de Cuba**. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA. 287 pp.
- ✂ GEOCUBA (2001): **Estudio geográfico integral de la Reserva Ecológica "Alturas de Banao"**. GEOCUBA, Sancti Spíritus, Cuba.
- ✂ Gundlach, J. C. (1876): **Contribución a la Ornitología Cubana**. Imprenta La Antilla, La Habana, Cuba. 364 pp.
- ✂ Haartman, L. von, (1957): Adaptation in hole-nesting birds. **Evolution** 11(3): 339-347.

- ✂ Hines, J. (1998): **GENPRES2_INT**. USGS, Patuxent Wildlife Research Center. *Disponible en:* <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov>. *Consultado:* abril del 2011.
- ✂ James, F. C. y H. H. Shugart Jr. (1970): A quantitative method of habitat description. **Audubon Field Notes** 24: 727-736.
- ✂ Krebs, C. J. (1994): **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**, Fourth Edition. Harper Collins College Publishers, New York, USA.
- ✂ Löhmus, A. y J. Remm (2005): Nest quality limits the number of hole-nesting passerines in their natural cavity-rich habitat. **Acta Oecologica** 27: 125-128.
- ✂ Luneau, Jr., M. D. y B. L. Noel (2010): A wireless video camera for viewing tree cavities. **J. Field Ornithol.** 81(2): 176-185.
- ✂ Lynch, J. F. (1995): Effects of point count duration, time-of-day, and aural stimuli on detectability of migratory and resident bird species in Quintana Roo, Mexico. En: C. J. Ralph, J. R. Sauer y S. Droege (eds.), **Monitoring bird populations by point counts**. pp. 1-6. Pacific Southwest Research Station, Albany, California, USA.
- ✂ Lyon, B. E. y R. D. Montgomerie (1987): Ecological correlates of incubation feeding: A comparative study of high arctic finches. **Ecology** 68 (3): 713-722.
- ✂ Manly, B. F. J., L. L. McDonald y D. L. Thomas (1993): **Resource selection by animals. Statistical design and analysis for field studies**. Chapman & Hall, London. 175 pp.
- ✂ Martin, T. E. y C. K. Ghalambor (1999): Males feeding females during incubation. I. Required by microclimate or constrained by nest predation? **Am. Nat.** 153(1): 131-139.
- ✂ Martin, T. E., P. R. Martin, C. R. Olson, B. J. Heidinger y J. J. Fontaine (2000): Parental care and clutch sizes in North and South American birds. **Sci.** 287: 1482-1485.
- ✂ Mennill, D. J. y L. M. Ratcliffe (2004): Nest cavity orientation in black-capped chickadees *Poecille atricapillus*: do the acoustic properties of cavities

- influence sound reception in the nest and extra-pair matings? **J. Avian Biol.** 35: 477-482.
- ✂ Monterrubio-Rico, T. y E. Enkerlin-Hoeflich (2004): Present use and characteristics of Thick-billed Parrot nest sites in northwestern Mexico. **J. Field Ornithol.** 75(1): 96-103.
- ✂ Monterrubio-Rico, T. y P. Escalante-Pliego (2006): Richness, distribution and conservation status of cavity nesting birds in Mexico. **Biological Conservation** 128: 67-78.
- ✂ Newton, I. (2010): **Population limitation in birds**. Academic Press, San Diego, USA. 597 pp.
- ✂ Neyra, B., I. M. Pacheco, Y. Martínez, R. Travieso, y L. M. Aldana (2006): **Caracterización de los sitios de nidificación de ocho especies de aves que anidan en cavidades en un bosque siempreverde mesófilo en la Reserva Ecológica “Alturas de Banao”, Sancti Spíritus**. Trabajo Biológico de Campo II. Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.
- ✂ Perrins, C. (ed.) (2009): **The Princeton Encyclopedia of Birds**. Princeton University Press, Princeton, USA. pp. 362-363.
- ✂ Perrins, C. M., J. -D. Lebreton, y G. J. M. Hirons (eds.) (1991): **Bird population studies: relevance to conservation and management**. Oxford University Press Inc., New York, USA. 683 pp.
- ✂ Pogue, D. W. y G. D. Schnell (1994): Habitat characterization of secondary cavity-nesting birds in Oklahoma. **Wilson Bull.** 106(2): 203-226.
- ✂ Raffaele, H., J. Wiley, O. Garrido, A. Keith y J. Raffaele (1998): **A guide to the birds of the West Indies**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 511 pp.
- ✂ Ramírez, S. (2009): **Uso diferencial del subnicho estructural de *Melanerpes superciliaris* y *Xiphidiopicus percussus* en la Reserva Ecológica “Alturas de Banao”, Sancti Spíritus**. Tesis de Diploma. Facultad de Biología, Universidad de La Habana. La Habana, Cuba.
- ✂ Remsen, J. V. Jr., M. A. Hyde y A. Chapman (1993): The diets of neotropical trogons, motmots, barbans and toucans. **Condor** 95: 178-192.

- ✂ Rendell, W. B. y R. J. Robertson (1994): Cavity-entrance orientation and nest-site use by secondary hole-nesting birds. **J. Field Ornithol.** 65(1): 27-35.
- ✂ Renton, K. y J. H. Vega (2002): *Trogon citreolus* (Gould 1835) Trogón citrino. En: F. A. Noguera, J. H. Vega, A. García, y M. Quesada (eds.), **Historia natural de Chamela**. Instituto de Biología, UNAM, México D.F., México: 345-346.
- ✂ Rosete, S., J. A. Pérez, N. E. Ricardo, y O. Sánchez (coord.) (2011): **Bosques de Cuba**. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba. 192 pp.
- ✂ Sedgwick, J. A. y F. L. Knopf (1990): Habitat relationships and nest site characteristics of cavity-nesting birds in cottonwood floodplains. **J. Wildl. Manage.** 54(1): 112-124.
- ✂ Sélem-Salas, C. I., J. Sosa-Escalante y S. Hernández (2004): Aves y mamíferos. En: F. Bautista, H. Delfín, J. L. Palacio y M. C. Delgado (eds.), **Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales**. pp. 269-302. Dirección General de Estudios de Posgrado, UNAM, México D.F., México.
- ✂ Skutch, A. F. (1944): Life history of the Quetzal. **Condor** 46(5): 213-235.
- ✂ Skutch, A. F. (1999): **Trogons, Laughing Falcons, and other neotropical birds**, First Edition. Library of Congress, USA. pp. 3-16.
- ✂ Somershoe, S. G., D. J. Twedt y B. Reid (2006): Combining breeding bird survey and distance sampling to estimate density of migrant and breeding birds. **Condor** 108: 691-699.
- ✂ Sutherland, W. J. (1999). *Ecological Census Techniques*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. 336 pp.
- ✂ Symes, C. T. y M. R. Perrin (2004): Breeding biology of the Greyheaded Parrot (*Poicephalus fuscicollis suahelicus*) in the wild. **Emu** 104: 45-57.
- ✂ Thomas, L., S. T. Buckland, K. P. Burnham, D. R. Anderson, J. L. Laake, D. L. Borchers y S. Strindberg (2002): Distance sampling. Vol. 1. En: A. H. El-Shaarawi y W. W. Piegorsch (eds.), **Enciclopedia of Envirometrics**. pp. 544-552. John Wiley and Sons, Ltd, Chichester, USA.

- ✂ Thomas, L., J. L. Laake, E. Rexstad, S. Strindberg, F. F.C. Marques, S. T. Buckland, D. L. Borchers, D. R. Anderson, K. P. Burnham, M. L. Burt, S. L. Hedley, J. H. Pollard, J. R. B. Bishop, y T. A. Marques (2009): **Distance 6.0. Release 2**. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK.
- ✂ Valdivia-Hoeflich, T. y J. H. Vega (2005): The Citreoline Trogon as an ecosystem engineer. **Biotropica** 37(3): 465-467.
- ✂ Vargas, J. (1994): **Biodiversidad de la fauna cubana (aves y reptiles) y su uso para el ecoturismo**. Tesis de Diploma. Facultad de Biología, Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 68 pp.
- ✂ Weelwright, N. T. (1983): Fruits and the ecology of the Resplendent Quetzals. *Auk* 100: 286-301.
- ✂ Wiebe, K. L. (2008): Division of labour during incubation in a woodpecker *Colaptes auratus* with reverse sex roles and facultative polyandry. **Ibis** 150: 115-124.
- ✂ Wiebe, K. L. (2011): Nesting sites as limiting resources for cavity-nesting birds in mature forest ecosystems: a review of the evidence. **J. Field Ornithol.** 82(3): 239-248.