

**UCLV**  
Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas



**FCA**  
Facultad de  
Ciencias Agropecuarias

Departamento de Biología

## TRABAJO DE DIPLOMA

Selección del microhábitat reproductivo de *Priotelus temnurus* (AVES: Trogonidae) en Los Hondones, Ciénaga de Zapata, Cuba

Autora: Claudia Beatriz Mantilla Leiva

Tutores: Lic. Maydiel Cañizares Morera

MSc. Antonio García Quinta

Santa Clara, junio 2018  
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

**Atribución- No Comercial- Compartir Igual**



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419



**UCLV**  
Universidad Central  
"Marta Abreu" de Las Villas

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

Selección del microhábitat reproductivo de *Priotelus temnurus*  
(AVES: Trogonidae) en Los Hondones, Ciénaga de Zapata, Cuba

Autora: Claudia Beatriz Mantilla Leiva

Tutores: Lic. Maydiel Cañizares Morera

MSc. Antonio García Quinta

Santa Clara  
Copyright©UCLV



Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Departamento de Biología

Tesis de Diploma

**Selección del microhábitat reproductivo de *Priotelus temnurus*  
(AVES: Trogonidae) en Los Hondones, Ciénaga de Zapata, Cuba**

**Autora:** Claudia Beatriz Mantilla Leiva

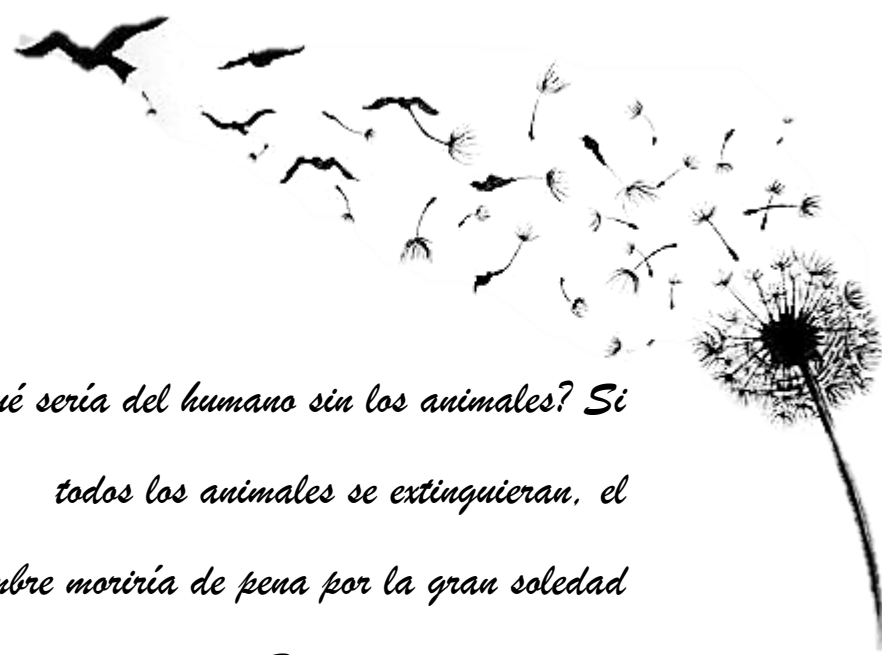
**Tutor:** Lic. Maydiel Cañizares Morera \*

M.Sc. Antonio García Quintas \*\*

\* Empresa para la Conservación de la Ciénaga de Zapata. Carretera de Playa Larga, Ciénaga de Zapata, Cuba.

\*\* Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros. Rotonda de Los Almácigos, Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba.

**Santa Clara, junio 2018**



*¿Qué sería del humano sin los animales? Si  
todos los animales se extinguieran, el  
hombre moriría de pena por la gran soledad  
de su espíritu. Todo lo que pasa con el  
animal, pasa con el humano.*

*Jefe de la tribu de los sioux, Tatanka Iyotanka (Toro Sentado)*

*1854*

## *A mis padres*

*Quiero dedicar el esfuerzo de cinco años a las dos personas más importantes de mi vida. Quienes me dieron la dicha de existir y la alegría de ser hermana, nieta, sobrina y tía. Compensarlos jamás podré, sin embargo, intentaré vencer gigantes molinos para alcanzarles una estrella. A Ismari y Osmany, mis padres, todo el orgullo de ser Bióloga.*

# *Agradecimientos*

*La vida no es fácil, para ninguno de nosotros. Pero... ¡Qué importa! Hay que perseverar y, sobre todo, tener confianza en uno mismo. Hay que sentirse dotado para realizar alguna cosa y que esa cosa hay que alcanzarla, cueste lo que cueste.*

*Marie Curie*

*Quizás pueda parecer un egocentrismo de mi persona comenzar agradeciendo a mi espíritu tenaz y persistente, pero para mí no es más que reconocer que sí se puede vencer obstáculos y alcanzar un sueño, que no existen imposibles ni tareas difíciles, sino que, la clave del éxito está en todo el esfuerzo y tiempo que se le dedique a un sueño. Hoy cumplo con este sueño y por eso preferí comenzar agradeciendo a esta niña desordenada que gracias a la gran escuela de la vida recorre con orgullo las calles, parques, prados, aceras y paisajes de este país.*

*Agradecer el esfuerzo, la ayuda y la comprensión de otros resulta difícil, más cuando se trata de aquellas personas que día tras día, sin descanso, te acompañaron en cada momento, ya sea bueno o malo. La familia hace al hombre y el hombre construye ideas en base a la familia, un trabalenguas muy simple que explica cuan agradecida estoy del apoyo de mis padres: Ismari y Osmany, quienes desde el otorgamiento de carreras en la enseñanza preuniversitaria me dieron su abrazo fraternal; agradezco también a mis otras tres madres: a Sarita por darme el cartón y los colores sobres los que tantos dibujos pude realizar, a Mito y la Negra porque siempre compartieron conmigo el pedacito de pan que tenían sobre la mesa;*

agradezco a Papi, porque a pesar de todas sus locuras y travesuras sin sentido nunca dejó de ayudarme; así mismo siento el profundo deber de agradecer a todo mi familia, a mi Tata, a mi Aletata, a Sami, a Lau, al negrito Nestor, al osito Yunier, al fosforito Naldo y a mi ane de corazón (Mari), porque con cada uno de ellos he compartido tiempos complicados y días de gloria.

Los amigos, ¿quién puede olvidarlos? Sin ellos la Universidad hubiese sido tan estresante y aburrida como estar horas valgas frente una máquina redactando un simple párrafo que resume más de 40 páginas de una tesis. Por esos momentos de dicha y alegría que compartieron conmigo les agradezco a todos los universitarios de 5<sup>to</sup> de Biología del 2018: a las niñas, porque a pesar de ser tan complicadas y malcriadas supieron ser cada una en determinado momento mi hombro confesor; a los machos men y a los no tan men por enseñarme a disfrutar al máximo de la vida universitaria y a ver el doble sentido de las cosas de la vida; a aquellos profesores, que, más que maestros fueron amigos, Faife, Enma y Edgardo por sus consultas, Alejandro, Ana y Yunier por su ayuda y a Arnaldo por dejarme horas bailando con los vampiros en la ciénaga mientras el danzaba Alicia en el país de las maravillas con la perdiz. Sería injusto no obsequiarles la palabra de agradecimiento a la Ceita y al Tigre, los únicos capaces de entender y soportar al terrible monstruo de las hormonas que dirige cada estado de ánimo de mi ser, quienes me aconsejaron y apoyaron en cada decisión importante, quienes en momentos de mi vida en que necesité desahogarme y parecía que me caía me empujaban y daban fuerza.

Agradezco también a la iniciativa PLANTA y a la Sociedad Botánica de Cuba, a la labor del Departamento de Biología en la UCLM y del grupo científico de botánica por permitirme ser partícipe de las diversas actividades que bajo sus tutelas se desarrollaron y por sus enseñanzas.

*Agradezco también a Neno por brindarme ayuda cuando lo necesité, a ECOCIENZAP y al CIEC por permitirme trabajar con ellos. Agradezco a todos los trabajadores del CIEC: Maikel, Maybelín, Vitico, Jorge y Jose que supieron incluirme en su vida social y laboral a pesar del poco tiempo que permanecí con ellos, a Nela por sus atenciones y por enseñarme a lavar mis zapatos blancos, a Yuniel por enseñarme a través de su ego cosas sorprendentes y que se descubrió una nueva especie de gaviota: el Sula sula, a Dania por malcriarnos tanto.*

*Encontrar esas palabras que describen profundamente cuan agradecida estoy, como ven, se me ha hecho difícil. Pero hay personas sin las cuales este sueño no hubiese sido posible, por eso agradezco a Maydiel por haber sido tutor, amigo, hermano y por mostrarme las maravillas de la Ciénaga de Zapata, por la confianza colocada en mi al permitirme comenzar con esta historia aun sin conocerme. Por último, ya casi sin palabras y frases emotivas agradezco a la estrella de Belén que, así como un día se apagó, otro volvió a iluminar mi cielo, como ilumina  $\alpha$  Ursae Minoris el camino de los marineros en busca de un gran tesoro, a Tonito o Tony como le llamamos cariñosamente.*

*A todos y cada uno de ustedes, gracias ...*

# Resumen

*Priotelus temnurus* (Tocororo) es una especie de ave endémica de Cuba que se distribuye en bosques primarios y secundarios de toda la isla. Durante la temporada reproductiva del 2017 en Los Hondones, Ciénaga de Zapata, se evaluaron los modelos de uso y selección de los sitios de anidación de esta especie. Se realizó una búsqueda intensiva de nidos y en cada sitio de anidación se tomó un grupo de variables que caracterizaron la cavidad, el árbol sustrato y la vegetación circundante. Se caracterizaron y compararon las variables de la estructura de la vegetación entre los sitios de anidación y sitios adyacentes como indicadores de uso y disponibilidad del microhábitat reproductivo, respectivamente. Se estimó la abundancia y densidad de la población reproductivamente activa de *P. temnurus*. Las características de mayor significación en los sitios de anidación fueron las relacionadas con las dimensiones de la cavidad y el árbol sustrato, obstrucción de la cavidad y orientación del nido. Los mayores valores de abundancia correspondieron a los meses de inicio del periodo reproductivo y la densidad de adultos reproductivamente activos fue de 0,05 individuos / ha. No se encontró un patrón de selección del microhábitat reproductivo a partir de la estructura de la vegetación lo que podría indicar que *P. temnurus* se comporta como una especie generalista a nivel de microhábitat.

**Palabras clave:** selección de nidos, cavidades, aves que anidan en cavidades, trogon, Tocororo

# Abstract

*Priotelus temnurus* (Cuban Trogon) is an endemic bird of Cuba distributed in primary and secondary forests of all island. During reproductive season of 2017 in Los Hondones, Ciénaga de Zapata, use and selection models of the nesting sites of this species were evaluated. An intensive search of nests was carried out and at each nesting site a group of variables that characterized cavity, substrate tree and surrounding vegetation were taken. The vegetation structure variables between the nesting sites and adjacent sites were characterized and compared as indicators of use and availability of reproductive microhabitat respectively. The abundance and density of the reproductively active population of *P. temnurus* was estimated. The characteristics of greatest significance in the nesting sites were those related to cavity and the substrate tree dimensions, obstruction of cavity and nest's orientation. The highest values of abundance were in the months of the beginning of the reproductive period and the density of reproductively active adults was 0.05 individuals / ha. A selection pattern of the reproductive microhabitat was not found from the structure of the vegetation, which could indicate that *P. temnurus* acts as a generalist species at microhabitat level.

**Key words:** nests selection, cavities, nesting cavities birds, trogon, Cuban Trogon

# Tabla de contenido

1.	Introducción-----	1
2.	Revisión bibliográfica-----	4
2.1.	Clasificación de las aves que anidan en cavidades-----	4
2.2.	Biología reproductiva de las aves que anidan en cavidades-----	5
2.3.	Selección de los sitios de anidación -----	6
2.4.	Tipos de cavidades -----	8
2.5.	Métodos de muestreo de sitios de anidación -----	8
2.6.	Adaptaciones conductuales a la reproducción en cavidades -----	10
2.6.1.	Relaciones de competencia inter e intraespecífica -----	11
2.7.	Características de la familia Trogonidae-----	13
2.6.2.	Aspectos ecológicos de <i>Priotelus temnurus</i> -----	14
3.	Materiales y métodos-----	16
	Descripción del área de estudio -----	16
3.1.	Caracterización de los sitios de anidación -----	17
3.2.	Evaluación de la selección del microhábitat reproductivo -----	20
3.3.	Abundancia y densidad de Toco­roros ( <i>Priotelus temnurus</i> ) -----	20
3.4.	Procesamiento estadístico -----	21
4.	Resultados -----	22
4.1.	Características de los sitios de anidación -----	22
4.1.1.	Características de las cavidades -----	22
4.1.2.	Características del árbol sustrato y la vegetación circundante al nido ----	26
4.2.	Evaluación de la selección del microhábitat reproductivo -----	31
4.3.	Abundancia y densidad de Toco­roros ( <i>Priotelus temnurus</i> ) -----	32
5.	Discusión -----	33
5.1.	Características de los sitios de anidación -----	33
5.2.	Evaluación de la selección del microhábitat reproductivo -----	36
5.3.	Abundancia y densidad de Toco­roros ( <i>Priotelus temnurus</i> ) -----	37
6.	Conclusiones -----	39
7.	Recomendaciones -----	40
8.	Referencias bibliográficas-----	41

# 1. Introducción

Los organismos viven inmersos en una matriz espacio-tiempo, donde su abundancia y distribución experimentan fluctuaciones a lo largo de su ciclo de vida (Krebs, 1972). En esta matriz existe una proporción entre la disponibilidad y el uso de los recursos que requieren los individuos, lo que puede conducir a la selección de hábitat. Este proceso es un rasgo importante de la historia natural de todo organismo donde el conocimiento de las características de las comunidades y sus requerimientos ecológicos pueden conducir a la adecuada conservación de las especies (Begon *et al.*, 2006).

Las aves constituyen un grupo de organismos con grandes y diversos requerimientos ecológicos. Sus características morfológicas les han permitido la conquista de diversos hábitats. En este sentido la mayoría de las especies de aves suele utilizar ecosistemas con características especiales tanto para perchar y alimentarse como para llevar a cabo procesos tan complejos como la reproducción (Elphick *et al.*, 2002). En Cuba se han registrado 369 especies de aves de las cuales 152 anidan en el archipiélago, y de estas el 13,8 % anidan específicamente en cavidades (Garrido y Kirkconnell, 2011).

Para el gremio de las aves que anidan en cavidades (AAC) dicho recurso constituye un factor fundamental para su éxito reproductivo, pues brinda ciertas ventajas como protección contra depredadores y correcta termorregulación (Rendell y Robertson, 1994). Si tales cavidades están en pequeña proporción, el uso de las mismas puede ser un factor limitante. Esta situación genera entonces una fuerte competencia, tanto inter como intraespecífica, que puede influir en la selección de los sitios de nidificación (Arsenault, 2004).

En el gremio de las AAC se pueden diferenciar dos grupos importantes (Sedgwick y Knopf, 1992). Por un lado, los “usuarios primarios de la cavidad” (UPC), constituido por especies claves en las comunidades de bosques ya que construyen las cavidades (*e.g.* carpinteros). De la abundancia de estas cavidades dependerá la densidad de los “usuarios secundarios” (USC), especies que carecen de las características morfológicas para confeccionarlas.

Los trogones constituyen uno de los grupos de USC más carismáticos a nivel mundial, y está constituido por una única familia, Trogonidae, donde sus representantes se distribuyen a lo largo de la franja tropical del Nuevo y el Viejo Mundo (Espinosa, 1998). Varias de estas especies se encuentran amenazadas por la destrucción de sus hábitats los que incluyen bosques húmedos tropicales, bosques siempreverdes, bosques deciduos y riberas de ríos

(Perrins, 2009). Como aves estrictas de bosques constituyen buenos indicadores del deterioro ambiental, además de que su dieta fundamental hace que sean dispersores de semillas por excelencia (Espinosa, 2001).

El género *Priotelus* es endémico de las Antillas y está representado por dos especies donde se incluye el Toco-ro-ro (*P. temnurus* [Temminck, 1825]). Esta ave posee cuatro valores importantes (Vargas, 1994): valor sistemático por ser endémico de Cuba, valor etológico por sus conductas de alimentación y cortejo, valor etnobiológico por los ritos que la rodean y constituir nuestra ave nacional, y valor ecoturístico por ser una de las aves más carismáticas de los bosques cubanos.

A pesar de la importancia que posee esta ave pocos han sido los trabajos relacionados con su abundancia y requerimientos ecológicos. Los estudios sobre esta especie se iniciaron con Gundlach (1876) en su “Contribución a la Ornitología Cubana” donde se refiere fundamentalmente a aspectos conductuales. Posteriormente, pocos han sido los trabajos (Berovides, 2000; Cañizares, 2012) dedicados a esta especie que aborden temas tan importantes como la selección de sitios de anidación y de hábitat.

No obstante varios son los estudios que sobre esta temática se han desarrollado en otros trogones que señalan ciertos patrones de uso y selección de sus microhábitats reproductivos (Skutch, 1999; Brightsmith, 2000). En este sentido se señala el uso de termiteros y/o avisperos como sustrato para los nidos con preferencias por aquellos que en altitud, diámetro y volumen superan la media ( $> 6,1 \pm 1,9$ ;  $> 27 \pm 11$  y  $> 63 \pm 56$  respectivamente). En general, estas aves nidifican en espacios abiertos donde utilizan árboles de madera blanda relativamente maduros como sustrato para sus nidos.

Basado en los estudios que sobre el tema se han desarrollado en otros trogones se propuso la siguiente **Hipótesis**:

“Existe un modelo de selección del sitio de anidación de *Priotelus temnurus* a partir de las características estructurales de la vegetación en la Ciénaga de Zapata.”

Para corroborar esta hipótesis se trazaron los siguientes **objetivos**:

**Objetivo general:**

Caracterizar los modelos de uso y selección de sitios de reproducción por *Priotelus temnurus* (Tocororo) en la localidad Los Hondones, Ciénaga de Zapata, Cuba.

**Objetivos específicos:**

- 1) Caracterizar las cavidades utilizadas por *Priotelus temnurus* como sitios de anidación en Los Hondones.
- 2) Evaluar los modelos de uso y selección del microhábitat reproductivo de *Priotelus temnurus* a partir de las características estructurales de la vegetación en Los Hondones.
- 3) Estimar la abundancia en época prereproductiva y la densidad de la población reproductiva de *Priotelus temnurus* en Los Hondones.

## 2. Revisión bibliográfica

### 2.1. Clasificación de las aves que anidan en cavidades

Las aves suelen ser clasificadas por la función del gremio al que pertenecen. Los gremios son un conjunto de especies que utilizan determinado recurso y responden a las perturbaciones de sus hábitats similarmente (Altamirano *et al.*, 2012). El gremio de las aves que anidan en cavidades (AAC) constituye una comunidad estructurada bajo una acción recíproca entre la construcción de cavidades y la competencia por los sitios de anidación (Monterrubio-Rico y Escalante-Pliego, 2006).

En un proceso reproductivo tan complejo como el de las AAC hay que tener en cuenta varios criterios para separarlas en grupos. La historia natural, el éxito reproductivo, la duración del período reproductor y la supervivencia de los adultos son criterios que el observador no puede perder de vista. En este sentido podemos identificar dos grupos importantes dentro del gremio de las AAC: los “usuarios primarios de la cavidad” (UPC) y los “usuarios secundarios” (USC). Hablamos de UPC cuando las especies fabrican sus propias cavidades dependiendo directamente del sustrato, y de USC cuando requieren de las cavidades elaboradas por los UPC o de cavidades naturales (Sedgwick y Knopf, 1992).

A pesar de que la clasificación en UPC y USC es la más acertada existen otros criterios poco utilizados para diferenciar a las AAC. Martin y Eadie (1999) definieron tres grupos de aves de acuerdo al modo en que adquieren la cavidad: excavadores primarios, excavadores débiles y usuarios débiles. Los “excavadores primarios de la cavidad” (*e.g.* carpinteros) construyen sus propias cavidades a diferencia de los “excavadores débiles”, quienes pueden o no crear sus propias cavidades o modificar aquellas preexistentes. Por otro lado, los “usuarios secundarios” (*e.g.* patos, paseriformes) utilizan aquellas construidas por los grupos anteriores o, en pequeñas proporciones, los agujeros naturales.

A nivel mundial el gremio de las AAC está ampliamente representado. En Norteamérica y Europa entre un 5 y 4 % de las aves residentes respectivamente presentan requerimientos obligatorios por este recurso, y por el sur de África y Australia cerca del 6 y 11 % sucede lo mismo (Monterrubio-Rico y Escalante-Pliego, 2006). En Cuba, de las 152 especies de aves descritas como criadoras 21 (Garrido y Kirkconnell, 2011) nidifican en cavidades. El grupo de las UPC está representado únicamente por el orden Piciformes (carpinteros) y el de USC

está integrado por los órdenes Psitaciformes, Strigiformes, Passeriformes, Falconiformes y el Toco-ro-ro (*Priotelus temnurus*, endémico) como único representante del orden Trogoniformes en Cuba (Alarcón, 2015).

## **2.2. Biología reproductiva de las aves que anidan en cavidades**

El conocimiento de la biología reproductiva de las aves constituye un elemento importante para los ornitólogos y biólogos que se dedican a la conservación (Faaborg, 2004). La mayoría de los estudios sobre la biología reproductiva de las aves están dirigidos al proceso de anidación (Monterrubio-Rico y Enkerlin-Hoeflich, 2004). Según Faaborg (2004) a partir de una muestra relativamente pequeña de nidos en condiciones naturales se puede reunir informaciones valiosas para responder a inquietudes ecológicas, evolutivas y conductuales de las aves.

El gremio de las aves que anidan en cavidades resulta un grupo ideal para el estudio de los hábitos reproductivos (Pogue y Schnell, 1994) porque constituyen una comunidad bien estructurada, que interactúa bajo la creación de cavidades y la competencia por los sitios de anidación (Monterrubio-Rico y Escalante-Pliego, 2006). Löhmus y Remm (2005) señalan que la escasez de los sitios de anidación para los usuarios secundarios (USC) es un factor ecológico limitante en estas poblaciones, lo que determina las densidades de las mismas y reduce el número máximo de parejas reproductoras activas (von Haartman, 1957; Newton, 1998; Ricklefs, 2000). Esta limitación es evidente en bosques naturales pobres en cavidades o en aquellos manejados donde el número de cavidades y el de especies excavadoras han disminuido (Löhmus y Remm, 2005). Sin embargo, Wiebe (2011) señala que no hay evidencias publicadas donde suceda esto en bosques maduros que presentan gran disponibilidad de tocones secos y cavidades naturales.

Löhmus y Remm (2005) señalan que la calidad y número de las cavidades pueden constituir factores limitantes sobre los USC. Esto sugiere que USC como los trogones presentan una fuerte selección por los sitios de anidación (Skutch, 1999). Sin embargo, por acción de las fuerzas evolutivas algunos de estos animales suelen ser menos selectivos en la localización del nido para lograr el éxito reproductivo (Wiebe, 2011).

A nivel mundial se encuentran poblaciones de aves que para su reproducción requieren del recurso cavidad. En Cuba la temporada reproductiva de las AAC abarca, por lo general,

desde el mes de enero hasta agosto (Garrido y Kirkconnell, 2011). Para reducir la competencia por la cavidad los picos de anidación entre las AAC se encuentran en asincronía (Steeger y Dulisse, 2002). Este es el caso típico de *P. temnurus* que anida entre marzo y julio, inmediatamente dos meses después del inicio de los carpinteros.

### **2.3. Selección de los sitios de anidación**

La selección de hábitat es considerada como una actividad generalizada entre las especies (Orians y Wittenberger, 1991) cuya complejidad ha limitado la comprensión de dicho proceso pese a los numerosos estudios que sobre esta temática se han desarrollado en las comunidades de aves. La selección de sitios de anidación es un rasgo importante de la historia natural de las aves (Brightsmith, 2005a) que influye fuertemente en la aptitud de los individuos por varios componentes ambientales, que varían espacial y temporalmente (Doligez *et al.*, 2003).

En las comunidades de aves que anidan en cavidades la selección de sitios de anidación es un proceso complejo. La clave de su éxito reproductivo depende de la disponibilidad y preferencia del propio recurso cavidad (Alarcón, 2015). La mayoría de los trabajos sobre esta temática se centran en variables que describen la cavidad, el árbol sustrato del nido, la composición de la vegetación y los efectos de la antropización (Bisson *et al.*, 2002). Varios autores (McComb y Noble, 1981; Monterrubio-Rico y Escalante-Pliego, 2006) señalan que la abundancia de aves que anidan en cavidades depende de la disponibilidad de ramas secas y tocones. Estos son componentes claves de los bosques donde las cavidades se forman por el proceso natural de caducidad del bosque o por fenómenos naturales (e.g. fuego, plagas) (Mannan *et al.*, 1980; Monterrubio-Rico y Escalante-Pliego, 2006).

Para Doligez *et al.* (2003), las aves pueden adoptar tres tipos de estrategias de selección de hábitat para la anidación en dependencia de la información que usen: (1) estrategias que no involucran recogida de información, por ejemplo establecerse al azar (sin considerar factores de calidad) o regreso al parche natal (filopatría natal); (2) estrategias que usan la información de los factores ambientales (e.g. la disponibilidad de alimento); (3) estrategias que usan la información sobre individuos conespecíficos (atracción de conespecíficos). Sin embargo, la calidad de la información en el éxito reproductivo probablemente depende de

la previsibilidad ambiental y las interacciones entre los individuos. En general, procesos tan complejos como la reproducción dependen de características ambientales específicas y de su disponibilidad para los individuos reproductivamente activos (Newton, 1998).

Existen otras características importantes como el diámetro de la entrada del agujero, que puede reducir la competencia con especies de menor tamaño (Arsenault, 2004). También la correspondencia entre las dimensiones del ave y de la cavidad funciona como un factor que puede reducir la depredación de los nidos. Sin embargo, se ha observado que las especies que están bajo constante competencia por las cavidades seleccionan tamaños de la cavidad más grandes. De aquí se deriva que los USC puedan aprovechar sustratos alternativos para escapar de la limitación del recurso (e.g. hay registros de trogones en cavidades de árboles putrefactos, en madrigueras o montones de tierra de termita u otros insectos sociales) (Brightsmith, 2005a).

La orientación de la cavidad puede ser un factor que influye en la selección de las AAC al conferirles seguridad y protección. La dirección de la cavidad puede proporcionar beneficios como una adecuada termorregulación para los huevos y los pichones evitando la exposición directa al viento o al sol (Rendell y Robertson, 1994). Sin embargo, se han encontrado resultados contradictorios que pueden sugerir que la preferencia por una orientación determinada puede ser el resultado de la disponibilidad de sitios de anidación. Por ejemplo, Rendell y Robertson (1994) observaron que la Golondrina Bicolor (*Tachycineta bicolor*) seleccionaba cavidades cuya entrada estuviera dirigida hacia el sur-sureste pero luego se percataron de que la orientación de la entrada de la cavidad no influyó entre parejas que produjeron pichones.

Otros factores que influyen en la selección de sitios de anidación pueden ser la presencia de recursos tróficos y las demás relaciones inter e intraespecíficas. Estudios ecológicos muestran que la competencia y la depredación pueden tener una mayor influencia que otros factores sobre la selección de nidos entre las aves de este gremio (Arsenault, 2004). Si estas aves seleccionan las cavidades de acuerdo a determinadas características, específicas para cada especie, la selección estaría reduciendo entonces la competencia por esas cavidades. Sin embargo, a pesar de que se conocen características asociadas a la selección de cavidades por diferentes especies de AAC, debido a su sensibilidad y la complejidad de este proceso no existe hasta el momento un parámetro específico que prevalezca en la reproducción de las AAC (Arsenault, 2004).

## **2.4. Tipos de cavidades**

Una cavidad es aquel espacio hueco en cualquier cuerpo (Martínez *et al.*, 1989). Existen cavidades naturales producto de fenómenos naturales o construidas por algún organismo y artificiales confeccionadas por el hombre (Gálvez, 1996). Entre las cavidades de origen natural en árboles podemos encontrar las derivadas de procesos naturales como la caída de una rama y la incidencia de un rayo. Los tocones proporcionan cavidades que, por lo general, son construidas por insectos, plagas o producidas por enfermedades (McComb y Noble, 1981). Existen también cavidades confeccionadas por diferentes aves consideradas usuarios primarios de la cavidad (UPC) como es el caso de los carpinteros (Sedgwick y Knopf, 1992). Además, también se suelen aprovechar los termiteros para crear cavidades con una fuente segura de alimentación y como sustrato alternativo ante la limitación del sitio de anidación (Brightsmith, 2005a).

Según McComb y Noble (1981), las cavidades artificiales que son confeccionadas por el hombre son quizás el único método práctico de proporcionar sitios de anidación para las aves que dependen de cavidades. Estas estructuras suelen variar en cuanto a los materiales que se usan para su confección, desde plástico hasta madera o cemento, y en cuanto a las dimensiones de las mismas de acuerdo a los estudios previos de las cavidades naturales del área de interés (tamaño, diámetro interior, profundidad, diámetro vertical y horizontal de la entrada) (Falcón, 2014). La ubicación de estas cavidades también suele ser un factor importante, pues las mismas suelen colocarse en los troncos o son elaboradas directamente en estos (Moore y Robinson, 2004). McComb y Noble (1981) sugieren que las cajas pueden actuar como un "súper anuncio", estimulando el uso mayoritario sobre las cavidades naturales.

## **2.5. Métodos de muestreo de sitios de anidación**

Los nidos de las aves son usualmente difíciles de encontrar. La búsqueda intensiva de nidos proporciona la medida más directa del éxito reproductivo de las aves terrestres en hábitats específicos. Este método permite la identificación de características del hábitat de anidación aumentando los conocimientos sobre la coexistencia de especies en hábitats específicos

pese a que no suele proporcionar índices de sobrevivencia individual (Ralph *et al.*, 1996). Para implementar métodos de búsqueda de nidos el investigador debe considerar aspectos tan importantes como las conductas y la historia natural de las especies de aves en cuestión. Los métodos de arrastre de cable (Higgins *et al.*, 1969) o el de arrastre de cuerdas (Labisky, 1957) suelen funcionar perfectamente en especies esteparias y de pradera. Sin embargo, la búsqueda de nidos es un método intensivo que funciona perfectamente en aquellas aves cuyos nidos se restringen a hábitats arbustivos y forestal como AAC (Ralph *et al.*, 1996).

En el caso de las AAC la búsqueda intensiva de nidos es el método sugerido para el estudio de sus características reproductivas (Ralph *et al.*, 1996). Con este método el investigador asegura la localización de al menos un nido por día durante la búsqueda en la etapa reproductiva al abarcar los períodos del proceso reproductivo de las mismas (Ralph *et al.*, 1996). Además, con este método se suele ocupar o recorrer un área considerablemente amplia de nichos que pueden estar ocupando dichas especies. Sin embargo, el mismo puede introducir errores en la interpretación de los datos de densidad al no constituir un censo, pues las probabilidades de censar todos los nidos de un área son relativamente bajas. No obstante, según Faaborg (2004), a partir de observaciones de muestras relativamente pequeñas de nidos en condiciones naturales se pueden reunir aspectos importantes sobre la ecología, evolución, y conducta de las aves.

Los estudios sobre las AAC requieren de la inspección de los nidos para obtener información acerca de los tamaños de nidada o cantidad de pichones y fechas de eclosión, entre otros aspectos (Luneau Jr. y Noel, 2010). Las observaciones directas no suelen ser factibles cuando los investigadores con su presencia perturban a las aves y por tanto pueden llegar a influir en sus conductas. Esto provoca que muchas aves abandonen sus nidos al sentirse perturbadas por la presencia del investigador, lo que reduce su éxito reproductivo (Masello, 2001). Debido a estas problemáticas éticas y ecológicas, la gran mayoría de los estudios referentes a este tema se centran en el estudio de características de la vegetación circundante al nido (Ralph *et al.*, 1996) sugieren dos métodos para medir la vegetación: (1) el nido y la planta de soporte (árbol o arbusto que sostiene el nido); y (2) el lugar del nido y un punto aleatorio.

El método del sitio de anidación y su punto aleatorio es a menudo muy utilizado para evaluar el uso respecto a la disponibilidad de sitios de anidación. Este método implica medir características del hábitat en el área inmediata al nido en parcelas circulares de 11,2 m de

radio, menores que las parcelas de 25 o 50 m utilizados en la evaluación general del hábitat. Estas dimensiones se toman considerando dicha superficie como área mínima para portar al menos una cavidad. Asimismo, deben ser muestreadas aquellas áreas no utilizadas por las aves mediante el mismo sistema entre los 25 - 35 m del nido en una dirección aleatoria (Martin y Eadie, 1999) previendo el carácter territorial de estas especies de aves. En general, la mayoría de estos autores toman variables que caracterizan a la cavidad, al árbol sustrato y a su vegetación circundante.

## **2.6. Adaptaciones conductuales a la reproducción en cavidades**

La limitación por los sitios de anidación se hace evidente en aquellas especies que requieren para su reproducción de lugares específicos como cavidades en los árboles o anaqueles en precipicios (Newton, 1998). Ante estas limitaciones de recursos los organismos desarrollan conductas que le permitan adaptarse a dichas condiciones. Las AAC constituyen un claro ejemplo de esto, pues a lo largo de su evolución han desarrollado una serie de conductas en busca del éxito reproductivo. Estas aves se encuentran bajo fuertes presiones por el uso y disponibilidad de las cavidades. La depredación y la competencia tanto inter como intraespecífica han creado una especie de red de nidos análoga a una trama trófica (Martin y Eadie, 1999), ante las cuales estas aves han desarrollado patrones de comportamiento específicos.

Según von Haartman (1957), las AAC presentan un carácter territorial por las cavidades seleccionadas antes que por un territorio. Esta conducta está marcada por la limitación del recurso cavidad donde la seguridad del nido y la fuerte competencia por dicho recurso son las causas principales de dicha conducta. El rápido desarrollo embrionario y los cortos períodos de anidación (Brightsmith, 2005a), además de los grandes tamaños de las nidadas (von Haartman, 1957), son algunas de las estrategias adoptadas por algunas de estas aves ante la alta depredación de nidos en la fase de huevo o polluelo.

En las poblaciones de AAC se observa frecuentemente la poligamia en busca de seguridad para los nidos (von Haartman, 1957). Sin embargo, otras especies de aves pertenecientes al mismo gremio mantienen un sistema de cría monógamo, como los trogones que suelen encontrarse en parejas (Perrins, 2009), o social (e.g. los loros), donde se cree en la

hipótesis de que la evolución de una colonia puede reducir la depredación y facilitar el hallazgo de alimento (Eberhard, 2002; Masello y Quillfeldt, 2002).

La forma en que las aves manejan la inversión de tiempo y energía en la reproducción es clave para comprender la conducta reproductiva de las mismas con el fin de aumentar su éxito reproductivo (Elphick *et al.*, 2002). En la mayoría de las especies monógamas mientras la hembra incuba sola, el macho reduce sus períodos de receso y aumentan la atención llevando alimentos a la hembra en el nido para suplementarle los recursos energéticos que necesite (Martin y Ghalambor, 1999). Sin embargo en especies como los trogones los machos tienden a disminuir la frecuencia de alimentación de la hembra en el nido favoreciendo la reducción del costo de tiempo y energía de la reproducción (Lyon y Montgomerie, 1987; Martin *et al.*, 2000).

La reutilización de cavidades constituye una tendencia en estas especies puesto que la construcción de nuevas cavidades deviene en un retraso en la reproducción y exige una alta demanda de energía y tiempo por parte de las parejas reproductoras (Copeyon *et al.*, 1991). Otra propensión en estas aves parece ser la asincronía en los períodos de anidación, que se desplazan o separan entre los usuarios primarios y secundarios de la cavidad para reducir la competencia por dicho recurso (Steeger y Dulisse, 2002). En general, la mayoría de las conductas presentadas por estas aves están dirigidas a la protección de la cavidad, recurso indispensable para su reproducción.

### **2.6.1. Relaciones de competencia inter e intraespecífica**

Muchas veces las especies poseen requerimientos similares para su supervivencia, crecimiento y reproducción; por lo cual al aumentar la demanda combinada por un recurso el suministro inmediato es excedido y los individuos compiten entonces por dicho recurso, incluso al punto de ser privados de este (Begon *et al.*, 2006). Existen dos formas generales de competencia: la explotación (o vaciamiento) y la competencia por interferencia (Merilä y Wiggins, 1995; Newton, 1998). La competencia por explotación ocurre cuando los individuos usan libremente los mismos recursos, pero su uso por una de las especies reduce la cantidad para la otra. Por otra parte, la competencia por interferencia acontece cuando los individuos que compiten se confrontan directa y recíprocamente entre sí, bajo conductas agresivas o problemáticas, por lo que uno impide que el otro se aproveche del

recurso en un espacio de hábitat determinado (Merilä y Wiggins, 1995; Newton, 1998; Begon *et al.*, 2006). Ambas formas de interacción pueden promover la segregación espacial o temporal entre las especies (Newton, 1998).

Las aves no están exentas de estas interacciones, sino que forman parte de una red de relaciones complejas. Es común que estas compartan su alimento y recursos con otras especies incluyendo otros grupos zoológicos (Newton, 1998), principalmente en el gremio de las AAC. Si las cavidades están en proporción sumamente pequeñas, el uso de estas puede ser un factor limitante en la reproducción de las AAC. Esto genera una fuerte competencia tanto inter como intraespecífica que puede influir en la selección de los sitios de anidación donde los UPC y USC compiten por monopolizar las cavidades a lo largo de la etapa de reproducción (Arsenault, 2004). Muchos de estos habitantes secundarios suelen ser especies de insectos, reptiles, anfibios y mamíferos. Según Gálvez (1996), los principales animales que compiten con las aves por las cavidades son los murciélagos y las abejas. Sin embargo, Falcón (2014) señala que los mamíferos como la jutía mona (*Capromys prehensilis*) suelen apoderarse de dichas cavidades.

Los UPC constituyen especies claves en las comunidades de AAC porque determinan la abundancia de cavidades y así la estructura y composición de las especies de dicha comunidad. Por lo general, debe existir una correlación positiva entre la abundancia de aves cavadoras y la cantidad de cavidades. Sin embargo, la reutilización de cavidades por UPC puede influir también en dicha relación, pues la construcción de nuevas cavidades puede significar un retraso en su reproducción debido a la alta demanda de energía y tiempo que esta actividad implica (Copeyon *et al.*, 1991).

La competencia por los sitios de anidación ejerce una gran influencia en los rasgos de la historia natural de las aves incluyendo la selección de sitio de nido, el volumen de la cavidad y el periodo de anidación (Brightsmith, 2005a). Para reducir este fenómeno algunas aves seleccionan cavidades con entradas de menor tamaño. Una disminución en el tamaño de la entrada lleva a una disminución en el tiempo de construcción del nido y en el tamaño del mismo, lo que reduce su claridad y el tiempo de exposición ante cualquier competidor y/o depredador (Cresswell, 1997).

Generalmente, las AAC presentan un mayor éxito reproductivo que las que lo hacen al aire libre (Albano, 1992). Las aves que usan cajas-nidos pueden sufrir una reducción del número de individuos por la naturaleza agresiva de sus competidores. En un estudio en Oklahoma

Pogue y Schnell (1994), basados en cajas-nidos, muestran la conducta agresiva mantenida por los gorriones quienes desplazan y matan a los azulejos por nidos. Por lo general las AAC suelen atacar y atormentar a sus competidores. Sin embargo, según Arsenault (2004) la tolerancia interespecífica ocurre entre los carpinteros, azulejos y búhos que se han observado anidando en varias cavidades de un mismo árbol. Así la competencia interespecífica puede no ser un factor significativo en la selección de los sitios de nido en las áreas donde las cavidades son abundantes.

La transición de cavidades en árboles viejos a termiteros sugiere, según Brightsmith (2005b), que las tasas de competencia y/o depredación en estos son más bajas que en los árboles. Las especies que anidan en termiteros proporcionan un sistema ideal para probar los papeles relativos de competencia y depredación favoreciendo los mayores cambios de nicho de nido, pues por lo general estas especies retienen la capacidad de nidificar en cavidades de árboles (Brightsmith, 2005b). En otro caso, las especies que viven en hábitats abiertos enfrentan una competencia mayor por las cavidades debido a la baja densidad de árboles (Brightsmith, 2005b). Sin embargo, Lawler y Edwards Jr. (2002) muestran que las aves son más abundantes en lugares rodeados de prados que de bosques porque las cavidades en estos últimos frecuentemente son utilizadas por ardillas y otros mamíferos. La asincronía también suele reducir la competencia tras permitir que las cavidades de los árboles sean usadas repetidamente por los mismos padres, o por sus crías (Steeger y Dulisse, 2002), e incluso por otras especies a varias escalas o espacios de tiempo. Este es el caso del Toco-ro ( *Priotelus temnurus* ) quien espera a que los pájaros carpinteros abandonen el nido para ocuparlos (Garrido y Kirkconnell, 2011).

## **2.7. Características de la familia Trogonidae**

Los trogones constituyen un grupo de aves de colores muy llamativos. Estas aves comparten un ligero parecido con los loros, aunque poseen una característica morfológica que los clasifica en un orden (Trogoniformes) y familia (Trogonidae) específicos : el primer y segundo dedos están volteados hacia atrás (Sibley *et al.*, 2002). A pesar de la torpeza de sus cortas patas para caminar, sus cortas y redondeadas alas, y sus largas colas les proveen una excelente maniobrabilidad en el vuelo. El pico robusto y a menudo aserrado les permite excavar cavidades en madera podrida o nidos de termitas (Perrins, 2009).

Estas aves se encuentran en las zonas tropicales y habitan en bosques húmedos tropicales, bosques siempreverdes, bosques deciduos y riveras de ríos. La mayor diversidad de trogones es para el Nuevo Mundo con 23 especies en tres géneros y un cuarto género endémico de las islas del Caribe constituido por dos especies, el Toco-ro-ro (*Priotelus temnurus*) y el Trogón de La Española (*P. roseigaster*) (Perrins, 2009). Son especies arbóreas que suelen estar sobre los 2000 m sobre el nivel del mar.

La familia Trogonidae presenta una dieta mixta de frutas y artrópodos a pesar de que está sustentada fundamentalmente por insectos (Remsen Jr. *et al.*, 1993). En las especies de mayor tamaño como los quetzales (*Pharomachrus* spp.) se han documentado alimentaciones de caracoles y pequeños vertebrados como ranas y lagartijas (Skutch, 1944; Wheelwright, 1983). Durante el periodo de anidación el alimento suele ser de origen animal, pues está sincronizado con la época de mayor abundancia de presas (Renton y Rivera, 2002).

Esta familia pertenece al gremio de las AAC clasificando como USC o como excavadores débiles. Típicamente nidifican en cavidades de origen natural, huecos abandonados por pájaros carpinteros o nuevas cavidades excavadas en troncos de árboles podridos o nidos de termiteros (Perrins, 2009). Brightsmith (2005a) considera que la capacidad de los trogones de excavar nidos en árboles podridos o termiteros es una habilidad evolutivamente nueva, que al retener la habilidad de anidar en cavidades preexistentes evidencia la plasticidad fenotípica de los mismos. Es común para estas aves el hecho de que tanto la hembra como el macho realicen la incubación.

### **2.7.1. Aspectos ecológicos de *Priotelus temnurus***

*Priotelus temnurus* es una de las aves más carismáticas de los bosques cubanos. Esta ave es una de las dos especies de trogones endémicas del Caribe y constituye además el ave nacional de Cuba. Presenta colores muy llamativos y un plumaje delicado que en cierto espacio del cuello carece de plumas dando la sensación de que tiene la cabeza metida entre la espalda (Gundlach, 1876). Esta especie se distribuye a lo largo de toda la isla de Cuba. Es común en bosque primarios y secundarios de casi toda la Isla, Isla de la Juventud y algunos de los grandes cayos al norte de Camagüey (Garrido y Kirkconnell, 2011), con preferencia por aquellos altos y de copas cerradas (Berovides, 2000). Esta ave pertenece

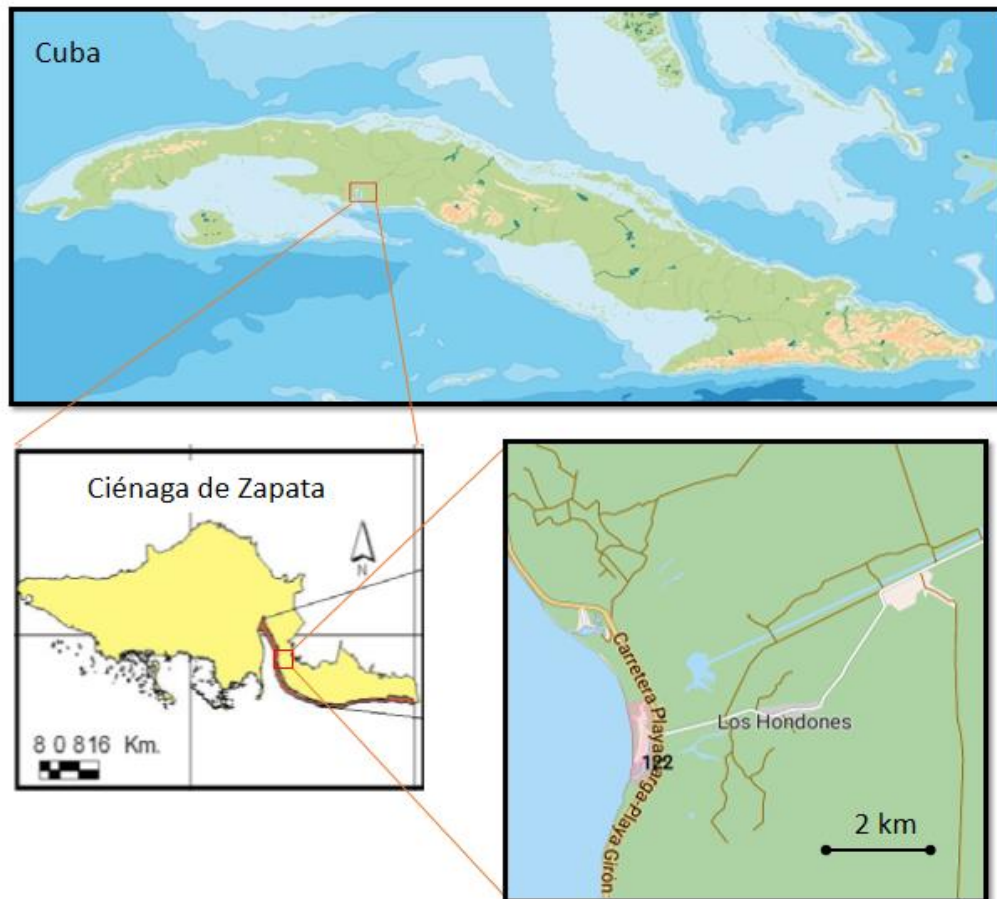
al gremio de las aves que anidan en cavidades, específicamente en la categoría de usuario secundario de la cavidad pues no se ha registrado la construcción de cavidades por la misma. Suele anidar en cavidades construidas por carpinteros o en cavidades naturales entre los meses de marzo y julio. Por lo general, pone de tres a cuatro huevos blancos con un viso ligero azuloso (Garrido y Kirkconnell, 2011).

*Priotelus temnurus* (conocido comúnmente como Tocaroro) es un ave de poca actividad, sin embargo, es fácil reconocerla a partir de sus colores brillantes y su vocalización distintiva. No suele ser arisca, por lo general permite la aproximación de personas si estas no se mueven. En época de reproducción desarrolla un fuerte olor a almizcle. Su vuelo rápido, pero muy corto y un poco ruidoso (Gundlach, 1876). Esta especie posee un gran valor instrumental reflejado en cuatro valores fundamentales (Vargas, 1994). En primer lugar, está su valor sistemático al ser endémico de la isla de Cuba y su valor etológico por las peculiares de sus conductas de forrajeo y cortejo que reflejan características biológicas de dicha especie. Además, también se pueden observar valores sociales como el valor etnobiológico por ser el ave nacional de Cuba y existir leyendas a su alrededor. Finalmente está su valor ecoturístico por ser una de las aves más carismáticas de los bosques cubanos altamente demandada por los observadores de aves que visitan Cuba.

### 3. Materiales y métodos

#### Descripción del área de estudio

El área de Los Hondones se ubica al sur-sureste de la Laguna del Tesoro, entre Playa Larga y Playa Girón, Ciénaga de Zapata (Fig. 1). En esta localidad predominan dolinas o cenotes, pozas y ríos subterráneos profundos, como parte de un interesante sistema espeleolacustre. Se caracteriza por estar rodeado de bosques semicaducifolios mesófilos también llamados bosques semidecíduos. Estos bosques se caracterizan por alcanzar una altura de 20 a 30 m y está constituidos por dos capas arbóreas, una capa arbustiva y carecen de estrato herbáceo (Borroto *et al.*, 2016).



**Figura 1.** Área de estudio de la selección del microhábitat reproductivo de *Priotelus temnurus* en Los Hondones, Ciénaga de Zapata, Cuba.

Los árboles de esta formación se caracterizan por formar una capa arbórea más alta, es decir, una primera capa pierde sus hojas durante la época de seca, mientras una segunda las conserva casi durante todo el año. Las especies vegetales más frecuentes son: el soplillo (*Lysiloma latisiligua* (L.) Benth.), el almácigo (*Bursera simaruba* (L.) Sargent.), la ceiba (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), el cedro (*Cedrela odorata* L.), la baría (*Cordia gerascanthus* (L.) Sw. ex Griseb.) y la majagua (*Hibiscus elatus* Sw.) (Amorín et al., 2003).

Es característico de estos bosques la gran diversidad de organismos que en ellos encuentran refugio. Aquí se albergan gran cantidad de aves de bosques que existen en la Ciénaga de Zapata: el Toco-ro-ro (*Priotelus temnurus*), la Cartacuba (*Todus multicolor* [Gould, 1837]), el Zunzuncito (*Mellisuga helenae* [Lembeye, 1850]), el Zunzún (*Chlorostilbon ricordii* [Gervais, 1835]) y la Cotorra (*Amazona leucocephala* [Linnaeus, 1758]) (Borroto et al., 2016). Son habitantes frecuentes de las oquedades de las rocas el cangrejo de tierra (*Cardisoma guanhumi* [Latreille, 1825]) y el cangrejo moro (*Menippe mercenaria*) (Amorín et al., 2003).

### **3.1. Caracterización de los sitios de anidación**

Se realizó una búsqueda intensiva de cavidades-nidos utilizadas por Toco-ro-ro (*Priotelus temnurus*) durante la temporada reproductiva (mayo-julio) del año 2017 en horas de la mañana y de la tarde. Para identificar los nidos se detectaron a los padres, que suelen perchar en ramas cercanas al nido mientras vocalizan (Ralph et al., 1996). Una vez encontrados los nidos se georreferenciaron con un GPS (5 m de precisión).

Para evaluar el uso del microhábitat reproductivo se establecieron parcelas circulares de 11,2 m de radio tomando como centro a cada árbol con nido. Este valor de radio se consideró apropiado como área mínima para portar al menos una cavidad (Martin y Eadie, 1999). En cada parcela se midió un sistema de variables divididas en tres componentes: variables que caracterizan la cavidad, el árbol sustrato y la vegetación circundante al nido. En base al criterio de varios autores (Sedgwick y Knopf, 1990; Acosta et al., 2013) se registró el siguiente conjunto de variables:

## **Cavidad**

**Sustrato del nido:** En comején o en la porción del árbol donde se encontró el nido: rama o tronco.

**Posición del nido:** Ubicación lateral o superior en el tope del tronco o la rama.

**Condición del sustrato:** En el caso que el sustrato del nido fuese parte de un árbol se anotó si esa porción estaba viva o muerta y si era un termitero si estaba ocupado o no.

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

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

**Diámetro de la cavidad (cm):** Diámetro vertical del agujero de entrada al nido, se midió con una regla graduada de 30 cm con un milímetro de precisión colocada en una vara de 7 m de largo a partir de su observación con binoculares Vortex Diamondback 8x42.

**Altura de la cavidad (m):** Altura desde el suelo a la entrada de la cavidad, en caso que estuviera a una altura por debajo o igual que la vara de 7 m se estimó a simple vista, en caso que sobrepasara la vara se utilizó el método geométrico visual horizontal del observador por debajo de la base del árbol (Romahn *et al.*, 1987).

**Obstrucción de la cavidad:** Nivel de obstrucción producido por el follaje delante de la cavidad a partir de una escala predefinida: 0%-ninguna, < 50%-poca, 50%-media, >50%-mucha.

**Posición en el dosel:** Posición que ocupa el nido con respecto al dosel del bosque donde fue localizado: por debajo del dosel, al nivel del 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 de 10 m con un milímetro de precisión.

### **Árbol sustrato**

**Especie vegetal:** Especie del árbol sobre el que se encontró el nido o árbol tomado al azar como punto aleatorio. Aquellas que no se pudieron identificar *in situ* fueron recolectadas, e identificadas por especialistas del Jardín Botánico de Villa Clara.

**Condición del árbol:** Condición general del árbol sustrato, si estaba vivo o muerto, de madera blanda o dura.

**DAP (cm):** Diámetro a la altura del pecho medido con una cinta métrica de 10 m con un milímetro de precisión. En el caso de la presencia de bifurcación se tomó la medida por debajo de esta, como sugieren (James y Shugart Jr., 1970).

**ALTA (m):** Altura estimada del árbol sustrato a partir del método geométrico visual horizontal del observador por abajo de la base del árbol (Romahn *et al.*, 1987).

### **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 dentro del área establecida anteriormente. Se contaron todos los árboles con  $DAP \geq 10$  cm (Apin *et al.*, 2015) y se calculó la densidad de los mismos para la superficie resultante de 0,04 ha.

**CD (%):** Cobertura del dosel reflejada en la base del árbol. Se registró el valor promedio de las coberturas estimadas en los cuatro puntos cardinales a partir de la parte convexa de una cuchara brillante.

**DAPA4 (cm):** Valor promedio del diámetro a la altura del pecho de cada uno de los árboles más cercanos al árbol sustrato en los cuatro cuadrantes definidos por las direcciones cardinales con una cinta métrica de 10 m con un milímetro de precisión.

**DistA4 (m):** Distancia promedio del árbol sustrato a los árboles más cercanos en cada uno de los cuatro cuadrantes cardinales con una cinta métrica de 10 m.

### **3.2. Evaluación de la selección del microhábitat reproductivo**

Para determinar el uso de hábitat relativo a la disponibilidad por cada nido, a 27 m de distancia, se escogió al azar un árbol adyacente con DAP  $\geq 10$  cm como sitio potencial en el hábitat para portar una cavidad. Se estableció una parcela circular también de 11,2 m de radio en cada árbol adyacente como área mínima para portar al menos una cavidad (Ralph *et al.*, 1996; Martin y Eadie, 1999), donde se midieron las mismas variables medidas en los sitios de anidación que caracterizan el árbol sustrato y la vegetación circundante. Así, la comparación entre las variables de los sitios con nidos (microhábitat de uso) y los sitios aleatorios (microhábitat disponible) permitió evaluar la existencia o no de un modelo de selección.

### **3.3. Abundancia y densidad de Tocaroros (*Priotelus temnurus*)**

Para estimar la abundancia de *Priotelus temnurus* se establecieron seis transectos de un kilómetro de longitud situados al azar en el área de estudio sobre senderos preexistentes. Los transectos fueron previamente medidos auxiliados de un GPS (5 m de precisión) para móvil y marcados con chapillas metálicas cada 100 m para facilitar la toma de datos. Se realizó un muestreo mensual desde enero hasta abril del 2018 durante los meses finales e iniciales de las etapas no reproductiva y reproductiva respectivamente de estas aves puesto que su actividad aumenta en estos meses porque se encuentran cortejando parejas y localizando nidos para su reproducción (Cañizares, 2012).

Todos los muestreos comenzaron inmediatamente después del amanecer para que coincidieran con el pico de mayor actividad de las aves (Lynch, 1995). Se alternó el transecto de inicio en cada muestreo para evitar el sesgo del horario sobre los datos obtenidos. En cada muestreo se anotaron todos los individuos de *P. temnurus* vistos o escuchados dentro y a ambos lados de los transectos, y la hora de inicio y final del recorrido.

Para estimar la densidad de *P. temnurus* reproductivamente activos se tuvo en cuenta que los trogones suelen andar en parejas durante la etapa reproductiva (Perrins, 2009) sin manifestar poligamia, por lo que se debe cumplir la proporción de dos *P. temnurus* por nido. Se montó el sistema de coordenadas de los nidos activos durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017 en el Sistema de Información Geográfica QGIS

(QGIS Development Team, 2018) para estimar el tamaño de la superficie de muestro a partir de los vértices espaciales que formaron los nidos en el área de estudio. Una vez determinada el área del muestreo (en km<sup>2</sup>) se calculó la densidad de *P. temnurus* reproductivamente activos a partir de la densidad de nidos registrados.

### **3.4. Procesamiento estadístico**

En las variables cualitativas (sustrato del nido, condición del sustrato, posición del sustrato, posición del nido, obstrucción de la cavidad, posición de la cavidad en el dosel, especie vegetal y condición del árbol sustrato) se analizaron las frecuencias de aparición de las mismas para caracterizar las cavidades y el árbol sustrato. Para caracterizar las cavidades, el árbol sustrato y su vegetación circundante se calcularon los estadísticos descriptivos (media (N) ± desviación estándar [mínimo y máximo]) para cada variable numérica. Para identificar las variables de la vegetación circundante al nido, con mayor contribución matemática y potencialmente ecológica en la selección del sitio de anidación, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) una vez eliminados los *Outliers*.

Se sometieron todas las variables cuantitativas a pruebas de normalidad de Kolmogorv-Smirnov y de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene) como premisas de las pruebas paramétricas. Luego fueron comparadas entre sí para identificar patrones de selección. Las variables, al no cumplir con las premisas paramétricas, fueron comparadas mediante una prueba U de Mann-Whitney.

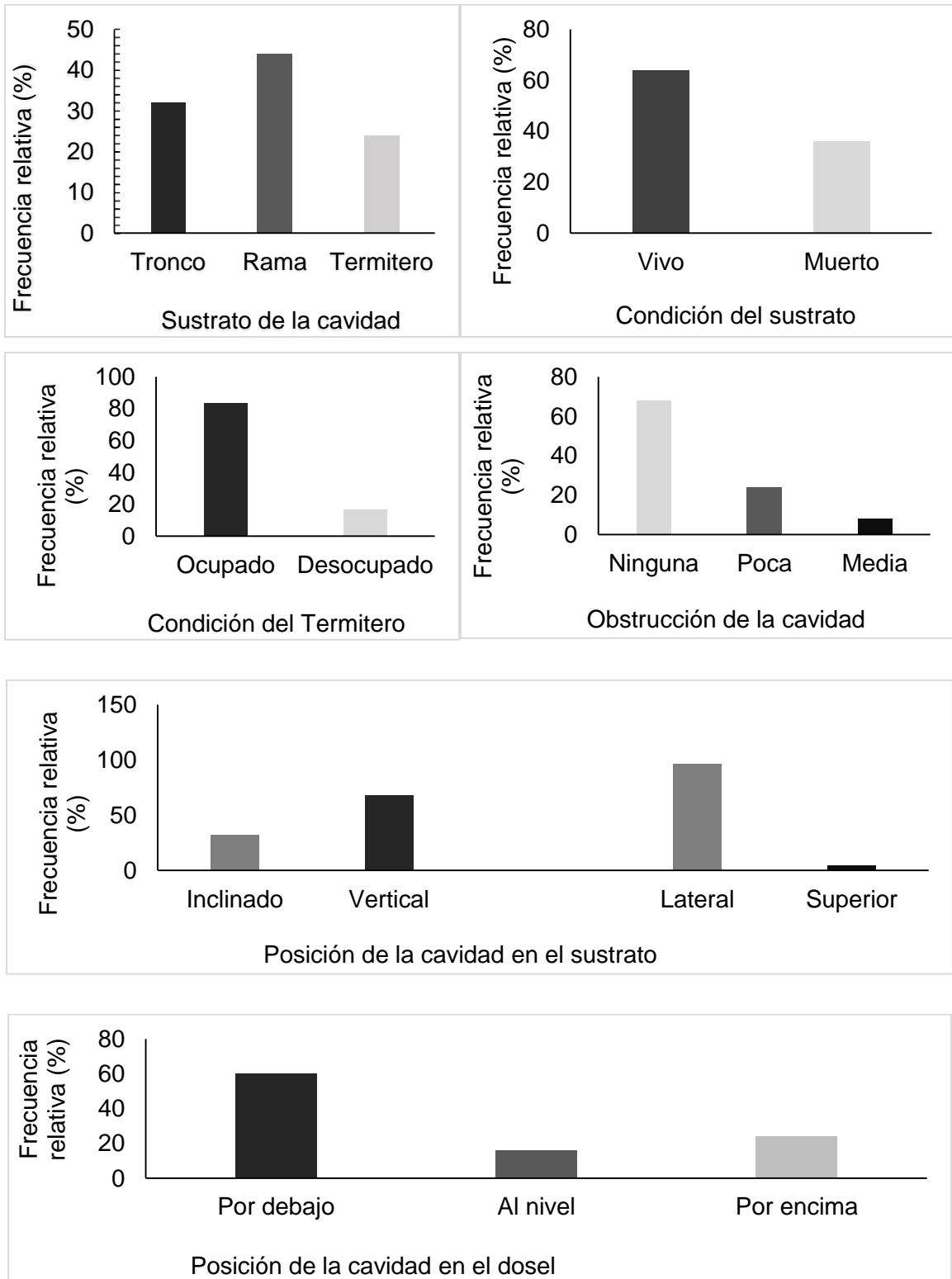
Se consideró significación estadística para  $p < 0,05$ . Todo el procesamiento estadístico se realizó en los programas Statistica v.10.0.1011 (StatSoft, 2007) y Oriana Graphic v.4.0 (Kovach Computing Services, 2014) para la orientación de la cavidad.

## **4. Resultados**

### **4.1. Características de los sitios de anidación**

#### **4.1.1. Características de las cavidades**

Se registraron y caracterizaron 25 nidos de *Priotelus temnurus*. Se encontró, con respecto al sustrato de anidación, que *P. temnurus* utilizó mayormente ramas. La mayoría de los sustratos se encontraron en la condición de vivo y utilizó termiteros activos (con termitas) como sustrato para sus nidos. En cuanto a la posición del sustrato se encontró que la mayoría de estos estuvieron en posición vertical con solamente un nido en posición superior (Fig. 2). Se encontró un predominio de los nidos sin cobertura frente a la cavidad. También se encontró cierta tendencia a utilizar los nidos que se encontraban por debajo del dosel del bosque (Fig. 2).



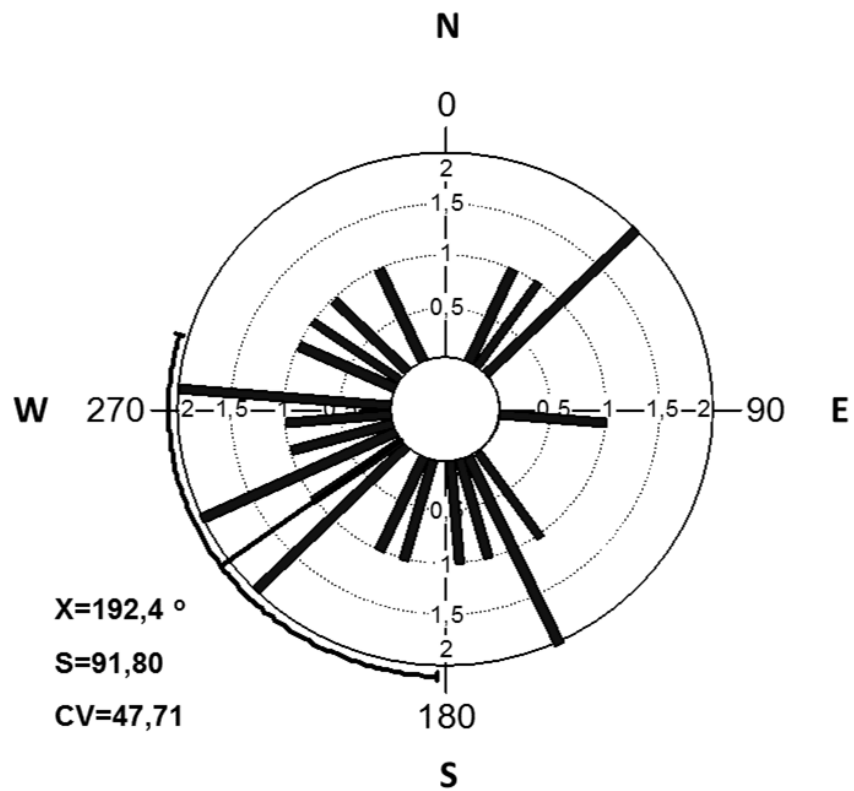
**Figura 2.** Resumen de siete variables cualitativas características de 25 nidos de *Priotelus temnurus* en la Ciénaga de Zapata, Cuba, durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017.

Las medidas relacionadas con las cavidades de los nidos presentaron poca variabilidad, y en el caso de la altura de la cavidad el valor promedio estuvo por encima de los 8 m (Tabla 1). Además, todas las cavidades presentaron una rama cercana como percha potencial para los adultos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de cuatro variables que caracterizan las cavidades de *Priotelus temnurus* en la Ciénaga de Zapata, Cuba, durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017. DT- diámetro del termitero, DEC- diámetro de la cavidad, AC- altura de la cavidad, DP- distancia a la percha más cercana.

<b>Variables</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Desv. Std.</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máy.</b>
<b>DT (cm)</b>	45,00	6,00	7,04	35,00	57,00
<b>DEC (cm)</b>	7,06	16,00	1,69	5,00	11,00
<b>AC (m)</b>	8,48	25,00	2,79	3,00	14,70
<b>DP (m)</b>	1,71	25,00	0,68	1,00	3,00

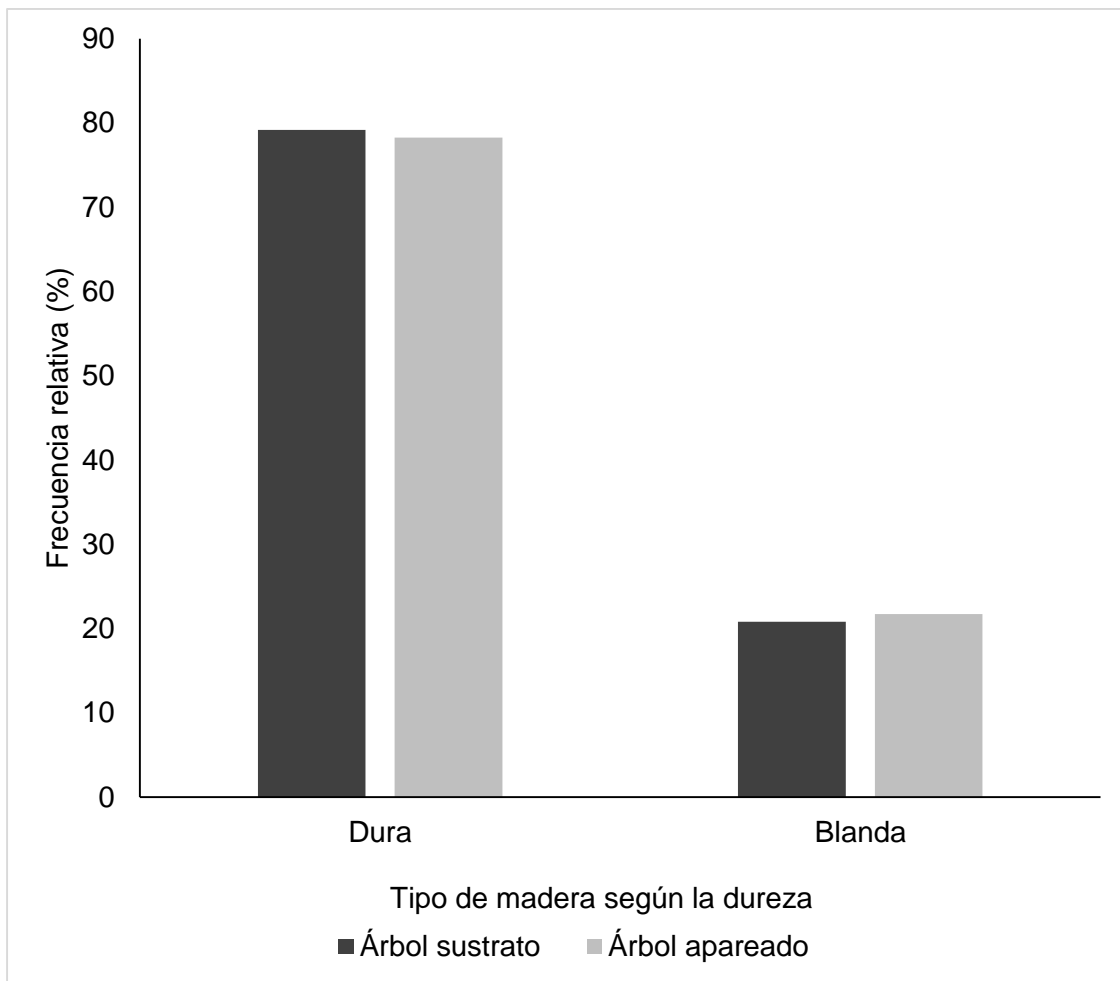
La orientación media de las cavidades se encontró en dirección Suroeste. Se encontraron nidos en todas las direcciones cardinales con cierta tendencia a evitar la dirección Este (Fig. 3).



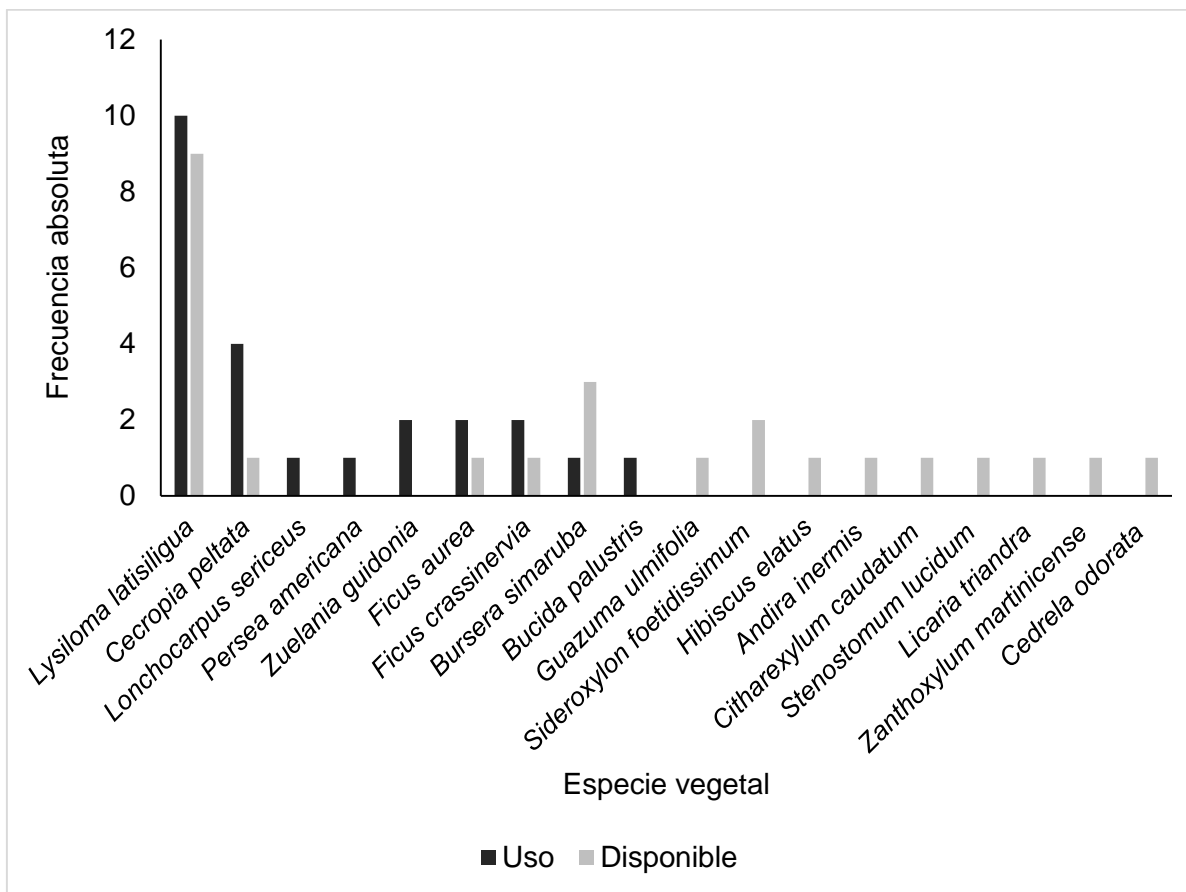
**Figura 3.** Orientaciones de 25 cavidades de *Priotelus temnurus* en la Ciénaga de Zapata, Cuba, durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017 (N - Norte, E - Este, S - Sur, W - Oeste, X - media, S - desviación estándar, CV - coeficiente de variación).

#### 4.1.2. Características del árbol sustrato y la vegetación circundante al nido

De los 25 nidos caracterizados, la mayoría se encontró en árboles vivos de madera dura (Fig. 4). Las especies de árboles utilizadas por *Priotelus temnurus* como sustrato fueron nueve, con predominio del soplillo (*Lysiloma latisiligua* (L.) Benth.) y la yagruma (*Cecropia peltata* L.) (Fig. 5).



**Figura 4.** Frecuencia relativa en los niveles de la variable tipo de madera del árbol sustrato en 25 cavidades de *Priotelus temnurus* y el árbol apareado en la Ciénaga de Zapata durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017.



**Figura 5.** Especies de árboles donde se encontraron 25 cavidades de *Priotelus temnurus* y especies de árbol disponibles en la Ciénaga de Zapata durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017.

Los árboles sustratos resultaron ser individuos emergentes dentro de la vegetación, con elevados valores de altura del árbol y del dosel, diámetro a la altura del pecho y cobertura (Tabla 2). La vegetación circundante al nido se caracterizó por presentar una altura media del dosel por debajo de la altura del árbol sustrato, mientras que la densidad de árboles con diámetro mayor que 10 cm fue relativamente baja (Tabla 2).

No se encontraron correlaciones significativas entre las variables que caracterizan la vegetación circundante al nido (Tabla 3). En el análisis de componentes principales los cinco primeros componentes fueron los que abarcaron la mayor variabilidad (87,06 %). Las variables que matemáticamente explicaron mejor la variabilidad de los datos fueron ALTA, CD, DAP4, DAR y ALTD, relacionadas con la vegetación circundante al nido (Tabla 4).

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de siete variables de vegetación medidas en 25 cavidades de *Priotelus temnurus* (n) y sus respectivos puntos apareados (a) en la Ciénaga de Zapata durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017. ALTA- altura del árbol, ALTD- altura del dosel, DAP- diámetro a la altura del pecho, DAP4- diámetro a la altura del pecho medio de los cuatro árboles con DAP>10 cm más cercanos al nido en los cuatro puntos cardinales, CD- cobertura dosel, DAR-densidad de árboles con DAP>10 cm alrededor del árbol, Dist4- distancia media de los cuatro árboles con DAP>10 cm más cercanos a los nidos en los cuatro puntos cardinales.

Variables	Media		Desv. Stand.		Mín.		Máx.	
	n	a	n	a	n	a	n	a
<b>ALTA (m)</b>	14,05	13,90	3,76	2,64	4,15	10,00	18,50	18,50
<b>ALTD (m)</b>	12,85	13,06	3,38	2,59	7,50	8,00	18,00	18,00
<b>DAP (cm)</b>	40,17	33,30	15,72	24,78	16,24	15,29	64,33	143,31
<b>DAP4 (cm)</b>	23,25	21,25	7,12	4,47	10,43	13,62	39,17	32,72
<b>CD (%)</b>	50,08	53,87	20,09	23,00	26,25	21,25	93,50	93,00
<b>DAR (árboles/ha)</b>	476,00	525,00	202,65	189,16	200,00	150,00	1050,00	900,00
<b>Dist4 (m)</b>	4,78	5,22	1,78	1,78	0,39	2,64	9,44	9,01

**Tabla 3.** Matriz de correlación de siete variables de vegetación medidas en 25 cavidades de *Priotelus temnurus* en la Ciénaga de Zapata durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017. ALTA- altura del árbol, ALTD- altura del dosel, DAP- diámetro a la altura del pecho, DAP4- diámetro a la altura del pecho medio de los cuatro árboles con DAP>10 cm más cercanos al nido en los cuatro puntos cardinales, CD- cobertura dosel, DAR- densidad de árboles con DAP>10 cm alrededor del árbol, Dist4- distancia media de los cuatro árboles con DAP>10 cm más cercanos a los nidos en los cuatro puntos cardinales.

<b>Variab</b> les	<b>ALTA</b> (m)	<b>ALTD</b> (m)	<b>DAP</b> (cm)	<b>DAP4</b> (cm)	<b>CD (%)</b>	<b>DAR</b> (árbol/ha)	<b>Dist4</b> (m)
<b>ALTA (m)</b>		0,04	0,07	0,31	-0,17	-0,26	0,09
<b>ALTD (m)</b>	0,04		-0,01	0,20	-0,14	-0,22	-0,08
<b>DAP (cm)</b>	0,07	-0,01		0,38	-0,32	-0,43	0,39
<b>DAP4 (cm)</b>	0,31	0,20	0,38		-0,46	-0,38	0,36
<b>CD (%)</b>	-0,17	-0,15	-0,32	-0,46		0,42	-0,46
<b>DAR</b> (árbol/ha)	-0,26	-0,22	-0,43	-0,38	0,42		-0,28
<b>Dist4 (m)</b>	0,09	-0,08	0,39	0,36	-0,46	-0,28	

**Tabla 4.** Análisis de Componentes Principales a partir de siete variables de vegetación medidas en 25 cavidades de *Priotelus temnurus* en la Ciénaga de Zapata durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017. Los factores explican el 87,06 % de la variabilidad. ALTA- altura del árbol, ALTD- altura del dosel, DAP- diámetro a la altura del pecho, DAP4- diámetro a la altura del pecho medio de los cuatro árboles con DAP>10 cm más cercanos a los nidos en los cuatro puntos cardinales, CD- cobertura dosel, DAR- densidad de árboles con DAP>10 cm alrededor del árbol, Dist4- distancia media de los cuatro árboles con DAP>10 cm más cercanos a los nidos en los cuatro puntos cardinales.

<b>Variable</b>	<b>Factor 1 (38,27 %)</b>	<b>Factor 2 (16,35 %)</b>	<b>Factor 3 (13,52 %)</b>	<b>Factor 4 (10,50 %)</b>	<b>Factor 5 (8, 40 %)</b>
<b>ALTA (m)</b>	0,40	0,34	-0,82	0,02	0,03
<b>ALTD (m)</b>	0,23	-0,80	0,46	-0,09	-0,06
<b>DAP (cm)</b>	0,66	0,32	0,18	0,51	-0,25
<b>DAP4 (cm)</b>	0,75	-0,15	-0,08	-0,16	-0,51
<b>CD (%)</b>	-0,75	-0,04	-0,12	0,39	-0,28
<b>DAR (árbol/ha)</b>	-0,72	0,18	-0,05	-0,42	-0,41
<b>Dist4 (m)</b>	0,64	0,48	0,05	-0,34	0,07

## 4.2. Evaluación de la selección del microhábitat reproductivo

No se encontró un modelo de selección del microhábitat reproductivo de *Priotelus temnurus* debido a la ausencia de diferencias significativas entre las variables que caracterizan a la vegetación circundante en los sitios de anidación y los sitios adyacentes a estos (Tabla 5).

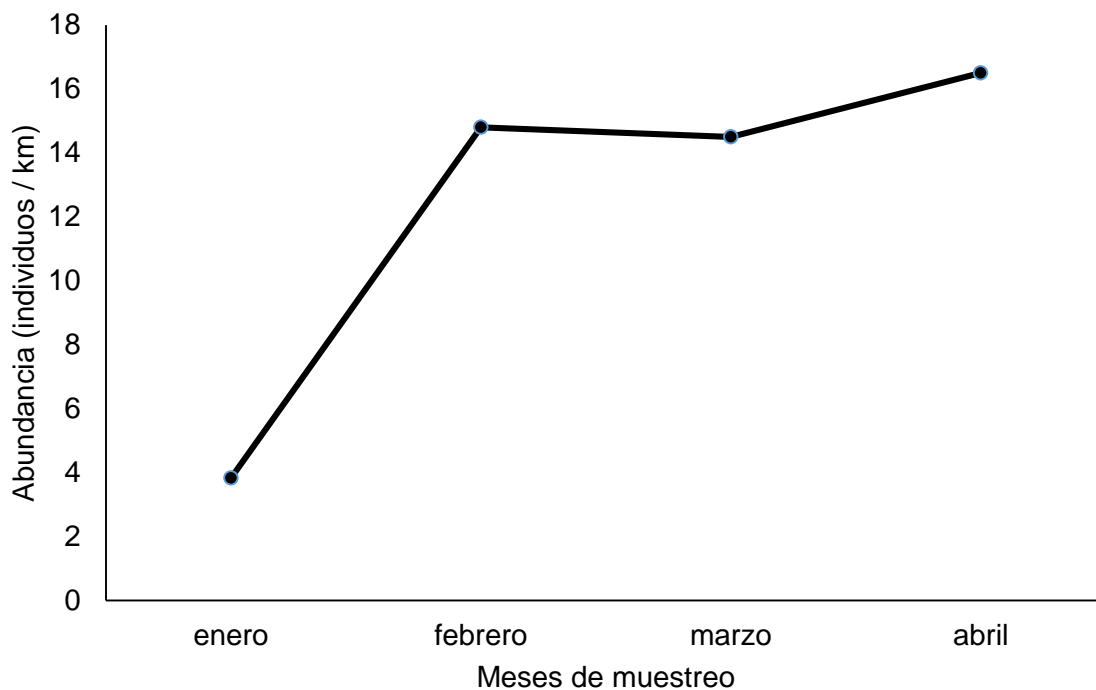
**Tabla 5.** Comparación de seis variables de vegetación medidas en 25 cavidades de *Priotelus temnurus* y sus respectivos puntos apareados en la Ciénaga de Zapata durante la temporada reproductiva de marzo a junio del 2017. ALTA- altura del árbol, ALTD- altura del dosel, DAP- diámetro a la altura del pecho, DAP4- diámetro a la altura del pecho medio de los cuatro árboles con DAP>10 cm más cercanos a los nidos en los cuatro puntos cardinales, CD- cobertura dosel, DAR-densidad de árboles con DAP>10 cm alrededor del árbol, Dist4- distancia media de los cuatro árboles con DAP>10 cm más cercanos a los nidos en los cuatro puntos cardinales, U- estadístico de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, p- probabilidad asociada a su respectivo valor de U.

Variables	U	p
ALTA (m)	3,50	> 0,05
ALTD (m)	5,50	> 0,05
DAP (cm)	0,00	> 0,05
DAP4 (cm)	0,00	> 0,05
CD (%)	0,00	> 0,05
DAR (árbol/ha)	0,00	> 0,05
Dist4 (m)	0,00	> 0,05

Sin embargo, en la Fig. 5 se observó una mayor proporción de soplillo usado con respecto al disponible. Esto se observó también con otras plantas usadas por la especie, lo que puede estar indicando cierta tendencia a la selección.

### 4.3. Abundancia y densidad de Tocaroros (*Priotelus temnurus*)

El mes de enero fue el de menor abundancia de *Priotelus temnurus* mientras que abril presentó la mayor abundancia de la especie (Fig. 6). En general, el comportamiento de esta variable mostró un incremento durante el periodo muestreado. La superficie de muestreo calculada fue de 314 ha. La densidad de nidos y de *P. temnurus* reproductivamente activos en el área muestreada fue de 0,03 nidos/ha y 0,05 individuos/ha, respectivamente.



**Figura 6.** Abundancia de *Priotelus temnurus* en la Ciénaga de Zapata, Cuba, durante la temporada prereproductiva de enero a abril del 2018.

## 5. Discusión

### 5.1. Características de los sitios de anidación

Los sitios de anidación constituyen hábitats con características específicas que permiten un desarrollo adecuado del embrión y el individuo joven. Para las aves el proceso reproductivo se hace complejo durante la búsqueda de hábitats con los recursos necesarios para llevar a cabo dicho proceso. En aquellas que anidan en cavidades dicho proceso se hace más complejo al depender su éxito de un recurso limitado y bajo constante competencia y depredación.

*Priotelus temnurus* es un USC que depende de la abundancia de cavidades para llevar a cabo su reproducción. Como el resto de los trogones, esta especie requiere de cavidades con determinadas características para su reproducción. A nivel mundial varios son los sustratos que suelen portar las cavidades de este tipo de aves. Sin embargo, según Gould (1838) esta ave posee hábitos de forrajeo similares a los carpinteros por lo que a menudo prefiere cavidades en ramas de los árboles desde donde hay una amplia variedad de insectos de los que se puede alimentar. No obstante, varios estudios de trogones señalan a los termiteros como sustratos alternativos bien aceptados por estas aves (Skutch, 1994; Renton y Rivera, 2002). Se cree que dichas aves hacen uso de los termiteros ante la escasez de cavidades y la fuerte competencia a las que están sometidas por dicho recurso en su condición de USC (Brightsmith, 2005a). En general, los termiteros resultan ser bien aceptados por *Priotelus temnurus* para nidificar.

La mayor parte de los termiteros se encontraron activos (ocupados por termitas). Esto concuerda con Brightsmith (2000), quien reconoce a otras especies de trogones como usuarios de este sustrato en dicha condición. Son varias las hipótesis que tratan de explicar este hecho, una de las más aceptadas es que un termitero inactivo tiene más probabilidades de sufrir ruptura de sus paredes que uno activo y esto podría tener serias consecuencias en el éxito reproductivo y la supervivencia de los polluelos. Las termitas también pueden estar actuando como un factor de defensa del nido, pues muchas suelen atacar a insectos, serpientes, lagartos y otros vertebrados que trepan al árbol (Janzen, 1969; Grimes, 1973). También pueden proveer al ave reproductora de un camuflaje olfativo que repele a

depredadores (Brightsmith, 2000), o tal vez simplemente modifican su dieta (Renton y Rivera, 2002) durante el periodo reproductivo y utilizan a las termitas como fuente de alimento alternativo.

La mayoría de los nidos encontrados en cavidades naturales fueron en sustratos vivos de árboles de madera dura. La condición de sustrato vivo podría proporcionar a las aves un microclima óptimo para la anidación a partir de valores de humedad y temperatura adecuados para los padres durante el proceso de incubación. El hecho de que la mayoría de los sustratos fuesen de madera dura puede tener ciertas ventajas porque así se evita la compartimentación que sufren los árboles vivos de madera blanda cuando se sellan completamente las cavidades (Sedgwick y Knopf, 1991). Este hecho merece atención al desconocerse la dinámica de las cavidades en el bosque porque puede llegar a tener una fuerte influencia en la abundancia de USC.

El ángulo de inclinación de la cavidad parece ser uno de los factores que más influyen en la selección de nidos (Claffy, 2002). La ubicación del nido en posición vertical podría facilitar un mejor acceso y vigilancia por parte de los progenitores. Esto sería entonces un contribuyente del éxito reproductivo, pues los pichones corren menor riesgo de caerse de sus nidos accidentalmente antes de comenzar a volar.

Los nidos con escaso follaje en la entrada de la cavidad y por debajo del dosel del bosque fueron los más utilizados por *P. temnurus*. Esto puede deberse a las conductas de forrajeo de dichas especies de trogones que suelen hacerlo mediante vuelos en la subcanopia y estratos más bajos de los bosques (Brightsmith, 2000). Por otro lado, el poco follaje a la entrada de la cavidad puede favorecer la vigilancia y defensa del nido por los padres desde perchas cercanas como conducta adaptativa ante la presencia de depredadores (Martin y Ghalambor, 1999). Además, esto puede proporcionar determinadas condiciones microclimáticas favorables a la incubación (humedad y temperatura), protección contra el viento y las lluvias (Symes y Perrin, 2004).

El diámetro de la entrada de la cavidad suele ser de gran importancia en la selección de cavidades al reducir la competencia y la depredación de las mismas. En aves de menor tamaño este suele proveer a las mismas de dicha ventaja (Arsenault, 2004) producto de la correspondencia entre las dimensiones corporales del ave y las de la cavidad. Según Neyra *et al.* (2006), las AAC tienen preferencia por las dimensiones de las cavidades y no por la altura, pues sus estudios revelan que *P. temnurus* seleccionaba las cavidades

confeccionadas por *Xiphidiopicus percussus* (Temminck, 1826), especie de carpintero con dimensiones corporales similares. En este sentido, en varias ocasiones se observó a *P. temnurus* durante la etapa prereproductiva muy cerca de nidos activos de *X. percussus* manifestando conductas aparentemente agresivas. Sin embargo, esto demanda de estudios de la dinámica de las cavidades para comprobar si estas dependen exclusivamente de la abundancia de UPC y así la abundancia de USC.

La tala selectiva que se practica en el bosque trabajado conlleva a la reducción de árboles maduros y óptimos para portar cavidades. En ocasiones la competencia por las cavidades es tan grande que las aves se ven obligadas a utilizar los recursos disponibles sin presentar requisitos preferenciales (Brightsmith, 2005a). Debido al déficit de cavidades, muchas AAC tienden a nidificar en cavidades cuyas dimensiones no se corresponden con las del ave. Otros estudios (Skutch, 1999; Brightsmith, 2005a) reflejan como las especies que están bajo constante competencia por las cavidades seleccionan tamaños de la cavidad más grandes. Esto puede explicar el hecho de que *P. temnurus* haya usado sustratos alternativos como los termiteros o cavidades de origen natural sin importar las dimensiones de las mismas.

Todos los sitios de anidación presentaron una percha potencial próxima a la entrada del nido sobre la cual se observaron a los padres perchando. Esto es muy frecuente en estas aves durante su etapa reproductiva (Cañizares y Hilburn, 2002), pues con esto aseguran una mejor visibilidad del nido. Por otro lado la orientación de la cavidad fue diferente a los resultados obtenidos por Cañizares (2012), donde resalta el hecho de que se encontraron nidos en dirección de los cuatro puntos cardinales con una baja variabilidad. Esto puede deberse a que en las “Alturas de Banao” (sitio de trabajo de Cañizares (2012)) los vientos predominantes son del Sur, producto del relieve montañoso; mientras que la “Ciénaga de Zapata” posee un relieve llano donde provienen vientos tanto de la componente Sur como de la Norte (Borroto *et al.*, 2016), lo que reduce una dirección cardinal sobre la cual la cavidad pueda evitarlos.

La orientación media de la cavidad resultó ser en dirección Suroeste y se observó cierta tendencia a evitar la dirección Este, zona desde donde provienen los vientos predominantes de la “Ciénaga de Zapata” (Borroto *et al.*, 2016). Además, esto también puede reducir la exposición directa al sol en horas de la mañana. Sin embargo, según Pacheco (2009) no existe un patrón de orientación preferencial por *X. percussus*. En este sentido puede ser

que en caso de que se cumpla que *P. temnurus* utiliza las cavidades confeccionadas por dicha ave constructora este tampoco presente selección por esta variable.

Cuando se analiza, de forma independiente, la influencia de un grupo de variables en un proceso de selección, la existencia de esta puede verse opacada por la acción conjunta de dichas variables (Arsenault, 2004). En este sentido el Análisis de Componentes Principales (ACP) mostró que los sitios de anidación de *P. temnurus* estaban asociados a las variables de la vegetación circundante a los mismos. Este refuerza también las tendencias observadas a la selección de árboles sustratos grandes que no se integran al dosel del bosque y hacia zonas más abiertas en el bosque. Por otro lado, los nidos en espacios más abiertos pueden proporcionar mayor protección contra depredadores al proporcionar mejor campo visual a los padres para su vigilancia, o tal vez estas características pueden deberse a la propia conducta de forrajeo del ave que suele cazar en vuelo. Además de que el Tocooro parece ser un ave que requiere de bosques altos con copas cerradas (Berovides, 2000).

## **5.2. Evaluación de la selección del microhábitat reproductivo**

Generalmente, las aves prefieren hábitats con una disponibilidad básica de recursos que les brinde protección de las condiciones abióticas, predadores y parásitos (Zanette y Jenkins, 2000). El arreglo espacial tiene gran influencia sobre el comportamiento de las especies de aves (Robinson y Holmes, 1984), donde la estructura de la vegetación provee oportunidades y restricciones para que una especie determine su comportamiento, originando patrones de selección de hábitat.

Usualmente las zonas de crecimiento secundario proveen de sitios importantes para la anidación de las aves que anidan en cavidades (Ramírez-Alán, 2005). Sin embargo, este bosque se encuentra dentro de un Área Protegida de Recursos Manejados bajo constante extracción de recursos maderables por tala selectiva (Amorín *et al.*, 2003). Debido a esta situación los UPC como *X. percussus* están obligados a construir cavidades en los árboles que se encuentren disponibles y que posean el volumen necesario para la confección de las mismas.

Comúnmente los trogones son aves que prefieren sustrato de madera blanda puesto que los mismos le permiten la modificación de las cavidades y en algunos casos la construcción

de las mismas. Sin embargo, *P. temnurus* depende de la disponibilidad de cavidades para lograr su éxito reproductivo en su condición de USC. Neyra *et al.* (2006) sugirió la preferencia de *P. temnurus* por las cavidades confeccionadas por *X. percussus*, lo que concuerda con las observaciones de campo del presente trabajo. Así se puede suponer que más que una selección por *L. latisiligua* (cuya madera es dura), como sustrato para el nido, podría tratarse simplemente del uso de un sustrato adecuado que está en grandes proporciones en dicho bosque.

No obstante, en ocasiones se pueden observar tendencias que pueden indicar determinado patrón selectivo. *Priotelus temnurus* utilizó mayormente árboles emergentes en el bosque que pueden brindar mayor superficie y volumen para las cavidades. Además, sus sitios de anidación tienden a ubicarse en espacios del bosque más abiertos desde donde el ave puede observar fácilmente el nido y prever que cualquier depredador y/o competidor amenace la seguridad de sus crías. También puede deberse a los hábitos de forrajeo de dichas especies de aves que en el caso específico de *P. temnurus* es muy similar al de los carpinteros. En este sentido, la tendencia antes expuesta y el hecho de que la mayoría de sus nidos se encuentren por debajo del dosel del bosque puede deberse a que esta ave suele capturar los alimentos en vuelo y por eso requieren de espacios más abiertos.

Aparentemente, desde el punto de vista del microhábitat reproductivo, no se encontró un patrón de selección por *P. temnurus*. Esto podría indicar que esta ave es un generalista ecológico en cuanto a las características de la vegetación del sitio de reproducción. Sin embargo, es posible que exista selección a nivel de las características propias de las cavidades que utiliza la especie u otras no consideradas en esta investigación. Tampoco puede descartarse que *P. temnurus* esté nidificando en un hábitat subóptimo debido a la explotación de los recursos forestales en Los Hondones.

### **5.3. Abundancia y densidad de Tocaroros (*Priotelus temnurus*)**

El inicio del periodo reproductivo de *P. temnurus* estuvo enmarcado en el periodo poco lluvioso. Esto sugiere que un aumento en la abundancia de individuos de *P. temnurus* estaría dado por una mayor cantidad de alimentos disponibles en el bosque, pues por lo general estas aves suelen sincronizar su reproducción con los periodos de mayor abundancia de presas (Elphick *et al.*, 2002; Perrins, 2009). Además, durante el inicio del

periodo reproductivo estas aves son más abundantes porque se activan para la búsqueda de nidos y cortejo de las parejas (Ralph *et al.*, 1996).

Al ser aves estrictas de bosques es muy común registrar a *P. temnurus* en cualquier formación boscosa. Sin embargo, su detectabilidad suele ser complicada en periodos no reproductivos porque suelen permanecer inmóviles y en silencio desde perchas relativamente altas. Esto podría explicar la baja abundancia de *P. temnurus* durante el mes de enero donde aún no había comenzado la temporada reproductiva.

Normalmente la temporada reproductiva de *P. temnurus* inicia en el mes de marzo (Garrido y Kirkconnell, 2011) por lo que se supone que este mes marque un salto importante en su abundancia. Sin embargo, se observó que este salto se encontró desplazado un mes antes, en febrero (Fig. 6). Esto puede sugerir un adelanto en la temporada reproductiva de *P. temnurus*. Estos cambios en el ciclo reproductivo suelen ser comunes en las aves y a menudo ocurren por la reducción de alimentos, aumento o disminución de temperaturas o precipitaciones intensas que pueden provocar elevadas tasas de mortalidad.

La densidad de cavidades depende en gran medida de la disponibilidad de sustratos muertos y de la densidad de UPC. Los bosques maduros suelen proveer a los UPC de volúmenes de madera en descomposición suficientes como para construir cavidades y alimentarse de larvas e insectos. Sin embargo, en bosques como el de Los Hondones, donde la tala selectiva ha creado una vegetación secundaria, se reduce la variabilidad de clases diamétricas en los árboles. Con esto se reduce también la disponibilidad de sustratos potenciales para que los UPC confeccionen las cavidades, determinando también la densidad de USC. Esto podría explicar la baja densidad de individuos reproductivamente activos para el área muestreada respecto a los valores reportados por Berovides (2000).

Dentro de las comunidades de aves de bosques, las AAC constituyen buenos indicadores del estado de conservación de los mismos. Sus funciones como dispersores de semillas y controladores de plagas hacen de estas aves componentes fundamentales en los ecosistemas boscosos (Renton *et al.*, 2002). Además, al depender estrictamente de la disponibilidad de cavidades en los bosques para anidar es necesario estudiar la dinámica de las cavidades para implementar planes de manejo que aseguren la conservación de la estructura de estas comunidades de bosque.

## 6. Conclusiones

- Los sitios de anidación utilizados por *Priotelus temnurus* se caracterizaron por presentar cavidades sobre sustratos vivos en árboles emergentes de madera dura por debajo del dosel del bosque sin obstrucción en la entrada de la cavidad.
- No se encontró un patrón de selección del microhábitat reproductivo de *Priotelus temnurus* a partir de las características estructurales de la vegetación.
- La mayor abundancia de esta especie se registró durante los meses iniciales del periodo reproductivo mientras que la densidad de individuos reproductivamente activos fue relativamente baja.

## 7. Recomendaciones

- Caracterizar la dinámica de las cavidades y las aves que anidan en cavidades en el área de estudio.
- Evaluar modelos de selección a partir de variables que caractericen las cavidades usadas (uso) y cavidades no usadas (disponibilidad).
- Evaluar la reutilización de cavidades por *Priotelus temnurus* durante varias temporadas reproductivas.
- Aplicar los resultados obtenidos para implementar planes de manejo de la especie en el área de estudio.

## 8. Referencias bibliográficas

- Acosta, V., Zuria, I., Castellanos, I. y Moreno, C. E. (2013) Características de las cavidades y los sustratos de anidación utilizados por el Carpintero Mexicano (*Picooides scalaris*) en dos localidades del centro de México. *Ornitología Neotropical*. 24: 107-111.
- Alarcón, Y. (2015) *Uso del hábitat por seis especies de aves que anidan en cavidades en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán, Las Tunas, Cuba*. 55pp.
- Albano, D. J. (1992) Nesting mortality of Carolina Chickadees breeding in natural cavities. *The Condor*. 94: 371-382.
- Altamirano, T. A., Ibarra, J. T., Hernández, F., Rojas, I., Laker, J. y Bonacic, C. (2012) Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado andino de Chile. *La Chiricoca*. 15: 25-30
- Amorín, J. A., Mesa, L. B., Martínez, O., Cordero, T. P. y Fornaris, G. (2003) *La Ciénaga de Zapata. Historia y Naturaleza*. Editorial Academia, La Habana.
- Apin, C. Y., Hechavarría, G. G., Cala, H. Y., Cañizares, M., Triay, L. O. y Berovides, A. V. (2015) Disponibilidad de cavidades para la nidificación en el Parque Nacional Desembarco del Granma, Cuba. *Revista Mesoamericana*. 19: 21-37.
- Arsenault, D. P. (2004) Differentiating nest sites of primary and secondary cavity-nesting birds in New Mexico. *Journal of Field Ornithology*. 75: 257-265.
- Begon, M., Townsend, C. R. y Harper, J. L. (2006) *Ecology: from individuals to ecosystems*.
- Berovides, V. (2000) Abundancia del Toco-ro-ro (*Priotelus temnurus*) en varias localidades de Cuba. *Biología*. 14.
- Bisson, I. A., Ferrer, M. y Bird, D. M. (2002) Factors influencing nest-site selection by Spanish Imperial Eagles. *Journal of Field Ornithology*. 73: 298-302.
- Borroto, O., Fornaris, G., Amorín, J. A., Rivera, J., Paz, S., Iturralde, M., Martínez, O., Medina, F. y Porporato, P. C. (2016) *Ciénaga de Zapata. En el umbral del misterio*. Italia.

- Brightsmith, D. J. (2000) Use of arboreal termitaria by nesting birds in the Peruvian Amazon. *The Condor*. 102: 529-538.
- Brightsmith, D. J. (2005a) Competition, predation and nest niche shifts among tropical cavity nesters: phylogeny and natural history evolution of parrots (Psittaciformes) and trogons (Trogoniformes). *Journal of Avian Biology*. 36: 64-73.
- Brightsmith, D. J. (2005b) Competition, predation and nest niche shifts among tropical cavity nesters: ecological evidence. *Journal of Avian Biology*. 36: 74-83.
- Cañizares, M. y Hilburn, J. (2002) The Status and Conservation of the Cuban Parakeet (*Aratinga euops*). *Parrots*. 57: 51-55.
- Cañizares, M. (2012) *Densidad, selección de nidos y dieta de pichones de Priotelus temnurus (AVES: Trogonidae) en la Reserva Ecológica Lomas de Banao, Sancti Spíritus, Cuba*. In: *Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Biología*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, pp. 59.
- Claffy, J. (2002) Breeding The White-tailed Trogon at the National Aquarium in Baltimore. *AFA Watchbird*. 29: 12-15.
- Copeyon, C. K., Walters, J. R. y Carter, J. H. (1991) Induction of red-cockaded woodpecker group formation by artificial cavity construction. *The Journal of Wildlife Management*. 549-556.
- Cresswell, W. (1997) Nest predation: the relative effects of nest characteristics, clutch size and parental behaviour. *Animal Behaviour*. 53: 93-103.
- Doligez, B., Cadet, C., Danchin, E. y Boulinier, T. (2003) When to use public information for breeding habitat selection? The role of environmental predictability and density dependence. *Animal Behaviour*. 66: 973-988.
- Eberhard, J. R. (2002) Cavity adoption and the evolution of coloniality in cavity-nesting birds. *The Condor*. 104: 240-247.
- Elphick, C., Dunning, J. B. y Sibley, D. A. (2002) *The Sibley Guide to Bird Life and Behavior*. Second Edition, New York, USA.
- Espinosa, A. (1998) Phylogenetic relationships among the trogons. *The Auk*. 115: 937-954.

- Espinosa de los Monteros Solis, A. (2001) Sistemática molecular de Trogoniformes (Aves): Filogenia del orden y análisis de variabilidad genética de quetzales en la reserva de la Biosfera El Triunfo. Instituto de Ecología AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R174. México D. F.
- Faaborg, J. (2004) Truly artificial nest studies. *Conservation biology*. 18: 369-370.
- Falcón, A. (2014) Manejo de cavidades para la nidificación en el Área Protejida de Recursos Manejados Jobo Rosado. *Revista Científica del Parque Zoológico Nacional de Cuba*. 25: 3-7.
- Gálvez, X. (1996) Los Psitácidos del Archipiélago Cubano. *Flora y Fauna*. 34-35.
- Garrido, O. H. y Kirkconnell, A. (2011) *Aves de Cuba*. 1ra Ed. Comstock Publishing Associates. 399 pp.
- Gould, J. (1838) *A monograph of the Trogonidae, or family of trogons*.
- Grimes, L. G. (1973) The breeding of Heuglin's Masked Weaver and its nesting association with the red weaver ant. *Ostrich*. 44: 170-175.
- Gundlach, J. C. (1876) *Contribución a la ornitología cubana*. Imp." La Antilla" de N. Cacho-Negrete. 369 pp.
- Higgins, K. F., Kirsch, L. M. y Ball Jr, I. J. (1969) A cable-chain device for locating duck nests. *The Journal of Wildlife Management*. 1009-1011.
- James, F. C. y Shugart Jr., H. H. (1970) A quantitative method of habitat description. *Audubon Field Notes*. 24: 727-736.
- Janzen, D. H. (1969) Birds and the antx acacia interaction in Central America, with notes on birds and other myrmecophytes. *The Condor*. 240-256.
- Krebs, C. J. (1972) The experimental analysis of distribution and abundance. *Ecology*.
- Kovach CS (2014) Oriana 4.01. Kovach Computing Services
- Labisky, R. F. (1957) Relation of hay harvesting to duck nesting under a refuge-permittee system. *The Journal of Wildlife Management*. 21: 194-200.

- Lawler, J. J. y Edwards Jr., T. C. (2002) Composition of cavity-nesting bird communities in montane aspen woodland fragments: the roles of landscape context and forest structure. *The Condor*. 104: 890-896.
- Lõhmus, A. y Remm, J. (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 Noel, B. L. (2010) A wireless video camera for viewing tree cavities. *Journal of Field Ornithology*. 81: 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. *Monitoring bird populations by point counts*. 1-6.
- Lyon, B. E. y Montgomerie, R. D. (1987) Ecological correlates of incubation feeding: a comparative study of high arctic finches. *Ecology*. 68: 713-722.
- Mannan, R. W., Meslow, E. C. y Wight, H. M. (1980) Use of snags by birds in Douglas-fir forests, western Oregon. *The Journal of Wildlife Management*. 787-797.
- Martin, K. y Eadie, J. M. (1999) Nest webs: a community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. *Forest Ecology and Management*. 115: 243-257.
- Martin, T. E. y Ghalambor, C. K. (1999) Males feeding females during incubation. I. Required by microclimate or constrained by nest predation?. *The American Naturalist*. 153: 131-139.
- Martin, T. E., Martin, P. R., Olson, C. R., Heidinger, B. J. y Fontaine, J. J. (2000) Parental care and clutch sizes in North and South American birds. *Science*. 287: 1482-1485.
- Martínez, R., Sánchez, N. B. y González, M. (1989) *Diccionario Terminológico de Biología Ciudad de la Habana*. 43pp.
- Masello, J. F. (2001) Use of miniature security cameras to record behaviour of burrow-nesting birds. *Die Vogelwarte*. 41: 150-154.
- Masello, J. F. y Quillfeldt, P. (2002) Chick growth and breeding success of the Burrowing Parrot. *The Condor*. 104: 574-586.

- McComb, W. C. y Noble, R. E. (1981) Nest-box and natural-cavity use in three mid-south forest habitats. *The Journal of Wildlife Management*. 93-101.
- Merilä, J. y Wiggins, D. A. (1995) Interspecific competition for nest holes causes adult mortality in the collared flycatcher. *The Condor*. 445-450.
- Monterrubio-Rico, T. y Enkerlin-Hoeflich, E. (2004) Present use and characteristics of Thick-billed Parrot nest sites in northwestern Mexico. *Journal of Field Ornithology*. 75: 96-103.
- Monterrubio-Rico, T. y Escalante-Pliego, P. (2006) Richness, distribution and conservation status of cavity nesting birds in Mexico. *Biological Conservation*. 128: 67-78.
- Moore, R. P. y Robinson, W. D. (2004) Artificial Bird Nests, External Validity, and Bias in Ecological Field Studies. *Ecology*. 85: 1562-1567.
- Newton, I. (1998) *Population limitation in birds*. Academic press.
- Neyra, B., I., Pacheco, M., Martínez, Y., Travieso, R. y Aldana, L. M. (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*. La Habana, Cuba: Universidad de La Habana.
- Orians, G. H. y Wittenberger, J. F. (1991) Spatial and temporal scales in habitat selection. *The American Naturalist*. 137: 29-49.
- Pacheco, I. M. (2009) *Caracterización de los sitios de nidificación de las aves que anidan en cavidades en dos localidades del Refugio de Fauna "Delta del Cauto", Cuba*. In: *Facultad de Biología*. Universidad de La Habana, pp. 49.
- Perrins, C. M. (2009) *Princeton encyclopedia of birds*. Princeton University Press.
- Pogue, D. W. y Schnell, G. D. (1994) Habitat characterization of secondary cavity-nesting birds in Oklahoma. *The Wilson Bulletin*. 203-226.
- QGIS Development Team (2018) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. (1996) *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-

GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

- Ramírez-Alán, O. A. (2005) Estudio preliminar de la estructura, hábitat, configuración y composición del paisaje, basado en la distribución del quetzal (*Pharomachrus mocinno costaricensis*) en el Volcán Barva, Costa Rica. *Zeledonia (Costa Rica)*. 9: 17-30.
- Remsen Jr., J. V., Hyde, M. A. y Chapman, A. (1993) The diets of Neotropical trogons, motmots, barbets and toucans. *The Condor*. 178-192.
- Rendell, W. B. y Robertson, R. J. (1994) Cavity-Entrance Orientation and Nest-Site Use by Secondary Hole-Nesting Birds (Orientación de la Entrada de Cavidades y Uso Secundario de las Mismas por Aves que no las Excavan). *Journal of Field Ornithology*. 27-35.
- Renton, K. y Rivera, J. H. (2002) *Trogon citreolus* (Gould 1835) Trogón citrino. *Historia natural de Chamela*. 345-346.
- Ricklefs, R. E. (2000) Lack, Skutch, and Moreau: the early development of life-history thinking. *The Condor*. 102: 3-8.
- Robinson, S. K. y Holmes, R. T. (1984) Effects of plant species and foliage structure on the foraging behavior of forest birds. *The Auk*. 672-684.
- Romahn, C., Ramírez, M. H. y Treviño, J. L. (1987) Dendrometría. *Serie de apoyo académico*.
- Sedgwick, J. A. y Knopf, F. L. (1990) Habitat relationships and nest site characteristics of cavity-nesting birds in cottonwood floodplains. *The Journal of Wildlife Management*. 112-124.
- Sedgwick, J. A. y Knopf, F. L. (1991) The loss of avian cavities by injury compartmentalization. *The Condor*. 93: 781-783.
- Sedgwick, J. A. y Knopf, F. L. (1992) Cavity turnover and equilibrium cavity densities in a cottonwood bottomland. *The Journal of Wildlife Management*. 477-484.
- Sibley, D. A., Elphick, C. y Jr., D. (2002) *The Sibley Guide to Bird Life and Behavior*. Second Edition, New York, USA, 587pp.

- Skutch, A. F. (1944) Life history of the Quetzal. *The Condor*. 46: 213-235.
- Skutch, A. F. (1994) Nidificación del *Trogon violaceo*. 13-21.
- Skutch, A. F. (1999) *Trogons, laughing falcons, and other Neotropical birds*. Texas A & M University Press.
- StatSoft, Inc. (2007) STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.
- Steeger, C. y Dulisse, J. (2002) Characteristics and dynamics of cavity nest trees in southern British Columbia. *Laudenslayer, William F., Jr.; Shea, Patrick J.* 2-4.
- Symes, C. T. y Perrin, M. R. (2004) Breeding biology of the Greyheaded Parrot (*Poicephalus fuscicollis suahelicus*) in the wild. *Emu-Austral Ornithology*. 104: 45-57.
- Vargas, J. (1994) *Biodiversidad de la fauna cubana (aves y reptiles) y su uso para el ecoturismo*. In: *Departamento de Biología*. La Habana, Cuba: Universidad de La Habana, 68 pp.
- von Haartman, L. (1957) Adaptation in hole-nesting birds. *Evolution*. 11: 339-347.
- Wheelwright, N. T. (1983) Fruits and the ecology of Resplendent Quetzals. *The Auk*. 286-301.
- Wiebe, K. L. (2011) Nest sites as limiting resources for cavity-nesting birds in mature forest ecosystems: a review of the evidence. *Journal of Field Ornithology*. 82: 239-248.
- Zanette, L. y Jenkins, B. (2000) Nesting success and nest predators in forest fragments: a study using real and artificial nests. *The Auk*. 117: 445-454.