

El Colegio de la Frontera Sur

**Éxito de anidación del mirlo pardo (*Turdus grayi*) en la
Reserva El Zapotal, Chiapas**

Tesis

**presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural
Con orientación en Manejo y Conservación de los Recursos Naturales**

Por

Ana Karen Chanona Pérez

2016

DEDICATORIA

A mis Padres, José Alfredo Chanona López y María del Carmen Pérez Toledo por hacer todo lo posible para que yo siempre cumpla mis metas, gracias por confiar y estar conmigo e impulsarme a seguir adelante, los amo.

A Fesita, Karina y Valeria por estar siempre a mí lado y apoyarme en todo momento

En Memoria De Mis Seres Queridos, que hasta en el último momento de sus vidas me enseñaron a no rendirme.

A los polluelos por darme una gran lección de vida:

“No importa las veces que uno de volantones, siempre hay que seguir intentando hasta dar el gran vuelo”

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo mi comité tutelar, (C) Dr. Jorge Castellanos Albores, Dra. Paula Enríquez Rocha, Dra. Mónica González Jaramillo y al Dr. José Luis Rangel Salazar por su apoyo y consejos para la realización de esta tesis. Al Dr. Eduardo J. Naranjo Piñera, al Dr. Darío A. Navarrete Gutiérrez y al M.C. Mateo D.M. Ruíz Bruce Taylor por las revisiones y sugerencias para la tesis.

Al Biol. Carlos Guichard y el Biol. Gerardo Cartas por permitirnos realizar nuestro estudio en la Reserva El Zapotal. A todo el personal del ZooMAT, en especial a los guardaparques: Santiago y José L. Montoya por acompañarnos durante todo el trabajo en campo.

A Karina, Tere, Ruth, Gaby, Elena, Carlos, Poncho, Lalo, Edgar, Mario, Pedro, Raúl, Romeo por su valiosa amistad y apoyo durante todo este proceso, gracias amigos por todos esos consejos y ánimos para hacer que los retos que aparecieron en el transcurso de la maestría fueran más fáciles de vencer. A mis primas Alejandra, Sheyla, Fabi, Mónica y a mis pequeñas sobrinas Isabella, Ana Elisa, Shadany por hacerme sonreír, tranquilizarme e impulsarme a seguir adelante, sobre todo esos días cuando el estrés aumentaba.

A todas las personas en ECOSUR que siempre se portaron amables conmigo y me daban ánimos cuando ya quería rendirme, en especial a Mercedes Castro, Aurora Bautista, Alma Moreno, Doña Marce, Doña Sole, Henry Castañeda, Alfredo Martínez, Dr. Gerardo González. A Nancy Zamora, Hermilo Cruz, Mario Zuñiga, por el apoyo que me brindaron en la búsqueda de información para la tesis y por su valiosa amistad y ánimos durante todos este transcurso.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada (No. 307901) para realizar los estudios de Maestría en el Colegio de la Frontera Sur.

ÍNDICE

Resumen.....	6
Capítulo I.....	7
Introducción.....	7
Objetivos.....	13
Hipótesis.....	13
Capítulo II. Variación de los sitios de anidación de <i>Turdus grayi</i> (Passeriformes: Turdidae) en la Reserva Ecológica El Zapotal Chiapas.....	14
Materiales y métodos.....	16
Resultados.....	18
Discusión.....	19
Referencias.....	23
Figuras y cuadros.....	28
Capítulo III. Conclusiones generales.....	35
Literatura citada.....	36

RESUMEN

Turdus grayi (Mirlo pardo) es un especie con una amplia distribución geográfica en México, que tiene la capacidad de ocupar ambientes con condiciones variables (áreas suburbanas, parques, jardines). En México no se ha estudiado su ecología reproductiva, ni tampoco los componentes del éxito reproductivo. Por lo cual en el presente estudio se analizó el componente, éxito de anidación ya que este permite analizar los cambios que ocurren en la primera etapa del ciclo reproductivo (la natalidad) a través de la supervivencia de los nidos. Para alcanzar este objetivo se analizaron las características del hábitat, presentes en los sitios de anidación en la Reserva El Zapotal. Se realizó una búsqueda intensiva de nidos durante la temporada reproductiva de marzo a mayo del 2015. Se localizaron 56 nidos de los cuales, 27 (48.2 %) fueron exitosos y 29 fueron (51.7 %) fallidos. La mayoría de los nidos fallidos fueron depredados (19) mientras que 8 fueron abandonados y 2 parasitados. A través del método de Mayfield obtuvimos que la tasa de éxito de anidación fue de 46 %. La depredación fue la principal causa por la cual los nidos fallaron. La etapa de incubación fue la más susceptible a la depredación. Las variables del sitio de anidación operaron a dos escalas espaciales: local y parche del nido. A través de una regresión logística binaria se obtuvo un modelo para cada escala, el cual predijo qué variables incrementaron la probabilidad de éxito de anidación. A escala local se encontró que la altura del nido a un intervalo de 4.2-5.1 m de altura incrementó el éxito del nido, mientras a escala parche del nido, la probabilidad de éxito de anidación fue mayor en los sitios con una densidad ≥ 12 árboles. Se encontró una variación en las variables contenidas a escala local y parche del nido, estas variaciones en las formas de anidar influyeron en la probabilidad del éxito de anidación del *T. grayi*.

Palabras clave: altura del nido, densidad de plantas, depredación, tasa de supervivencia diaria y variación.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los factores que determinan la natalidad y mortalidad son necesarios para la comprensión de la dinámica poblacional y la conservación de las especies (Shaffer 2004). En las aves, la natalidad ha sido el parámetro demográfico más estudiado y se puede estimar a través de los componentes del éxito reproductivo: éxito de puesta (número de huevos que eclosionan), éxito de anidación (número de individuos de una nidada que sobreviven hasta el final del periodo de anidación) y el éxito reproductivo anual (el número de crías producidas por hembra y por año) (Thompson et al. 2001, Jehle et al. 2004, Rotella et al. 2004). El éxito de anidación ha sido considerado como el indicador más sensible de los cambios que ocurren con el hábitat (Armstrong et al. 2002), por lo que ha sido el componente que permite analizar los cambios que ocurren en una población de aves. Las estimaciones del éxito de anidación permiten crear modelos demográficos para la evaluación de estrategias para la conservación de las aves y de su hábitat (Thompson et al. 2001, Jehle et al. 2004, Dinsmore y Dinsmore 2007).

Uno de los intereses más recientes de los ornitólogos ha sido identificar y entender cuáles son los factores que predicen el éxito de anidación (Török y Tóth 1988, Beissinger y Westphal 1998, Newton 1998, Clark y Shutler 1999, Rotella et al. 2004). El éxito de anidación puede verse afectado por diversos factores entre los que sobresalen: la disponibilidad de alimentos (Martin 1987, Martin 1995, Sofaer et al. 2012), la depredación (Martin 1995, Cheng y Martin 2012), los sitios de anidación (Miller et al. 2007), los riesgos naturales (derrumbes, incendios, inundaciones,) y antropogénicos (Rodríguez-Ruiz et al. 2011), condiciones climáticas (Nevoux et al. 2008) y las características de historia de vida de la especie (e.g., tipo de nido, tamaño de puesta, duración del periodo de incubación; Mezquida 2000). De todos estos factores los más estudiados han sido: la disponibilidad de los alimentos, los sitios de anidación y la depredación.

La disponibilidad de alimento puede ser muy variada dependiendo de las condiciones climáticas y los cambios que ocurren en el hábitat, por lo que puede tener repercusiones en el éxito reproductivo de las aves. Algunos estudios han reportado que

la escasez de alimento durante la temporada reproductiva influye en: la disminución del tamaño de la puesta, el abandono de los huevos, el crecimiento lento del pollo y la supervivencia del pollo (Verhulst 1994, Newton 1998).

Otro factor crucial en el éxito de anidación de las aves, es la selección del sitio de anidación (Ricklefs 1969, Martin 1993, Miller et al. 2007, Newmark y Stanley 2011). Las características del hábitat que son consideradas por las aves en el proceso de selección del sitio de anidación son: la altura del dosel, el número de plantas presentes, el sustrato de anidación y la cobertura vegetal (Martin y Rooper 1988, Aguilar et al. 2008). Una de las hipótesis que mejor explican la selección de los sitios de anidación de las aves ha sido la hipótesis del ocultamiento de los nidos, que postula que las aves seleccionan sitios con un alto porcentaje de vegetación alrededor para reducir el riesgo de depredación (Martin 1993). Diversos estudios han evaluado las características del hábitat de las aves con relación a los sitios de anidación y la depredación (Martin y Rooper 1998, Aguilar et al. 2008).

La selección de los sitios de anidación de las aves puede verse afectada por los cambios que genera la urbanización (Leston y Rodewald 2006, Thieme et al. 2015). La urbanización también provoca cambios en los recursos alimenticios, los sustratos de anidación y las interacciones entre las especies (Marzluff 2001). Se ha reportado que algunas especies de aves son atraídas a las áreas de urbanización debido a la disponibilidad de alimento y sitios de anidación (Schlaepfer et al. 2002). Sin embargo, las aves pueden enfrentar otros problemas graves como: enfermedades y a un mayor número de depredadores generalistas (ratas, gatos, perros, serpientes y córvidos), y por lo tanto el éxito de anidación para algunas aves tiende a disminuir (Prange et al. 2003). Por ello, las áreas urbanas son consideradas como “trampas ecológicas” (Schlaepfer et al. 2002). Hasta ahora es escasa la información que se tiene sobre las consecuencias que puede tener la urbanización en la selección del sitio de anidación y éxito de anidación de las aves (Schlaepfer et al. 2002).

La depredación, además de ser la causa principal de la pérdida de los nidos de las aves (Ricklefs 1969, Martin 1995), es considerada como un factor que influye en la evolución de sus características de historia de vida, por ejemplo: en el tamaño de la puesta, la duración de los periodos de anidación, la arquitectura del nido, y la selección

de los sitios de anidación (Martin 1995, Clark y Shutler 1999, Martin et al. 2000). Este mecanismo aumenta en aquellas aves con crías altriciales (polluelos que eclosionan ciegos, sin plumas y tienen poca movilidad) y en los nidos en copas (Lack 1968, Ricklefs 1969, Martín 1993, 1995, 1998, Clark y Shutler 1999, Ryder et al. 2008, Borgmann y Conway 2015).

La información respecto a la ecología reproductiva y el éxito de anidación de las aves tropicales es limitada en comparación con las aves de ambientes templados (Robinson et al. 2000). Los estudios que se han realizado en el trópico han indicado que los factores que influyen en el éxito de anidación de las aves varían en el tiempo y en el espacio (Ricklefs 2000, Robinson et al. 2000). Para las aves de los bosques tropicales el éxito de anidación puede variar del 8% al 57%, mientras que para las aves de bosques templados el intervalo va del 27% al 60% (Robinson et al. 2000). Para algunas especies de aves, como las del género *Turdus*, la información respecto a su biología reproductiva y en específico del éxito de anidación es limitada.

El género *Turdus* tienen una amplia distribución a nivel mundial (Clement et al. 2001). Para América del Norte y Centro se han registrado 23 especies de *Turdus* (AOU 1998), sin embargo la biología reproductiva de los *Turdus* en estas zonas es poco conocida (Londoño 2005). Las especies pertenecientes a este género, son abundantes en las zonas urbanas, por lo cual han sido utilizadas como especies modelos para comprender la dinámica poblacional y los factores que influyen en la selección de los sitios de anidación y la depredación de los nidos (Lomáscolo et al. 2010). Tal es el caso de: *Turdus migratorius* (Yen et al. 1996) *Turdus merula* (Hatchwell et al. 2008) y *Turdus grayi* (Morton 1971; Dycrz 1983).

Turdus grayi (mirlo pardo) tiene una amplia distribución geográfica en América Central, aunque se encuentra desde el Sur de Texas y México hasta Colombia (Howell y Webb 1995). En México, esta especie se distribuye desde Nuevo León y Tamaulipas y toda la vertiente del Golfo hasta la Península de Yucatán, Oaxaca y Chiapas (Figura1). Habitualmente *Turdus grayi* se encuentra en áreas suburbanas y cultivadas, incluyendo prados, jardines, parques, zonas con coberturas abiertas y semiabiertas y en los bordes de los bosques (Howell y Webb 1995, Keeler et al. 2012).

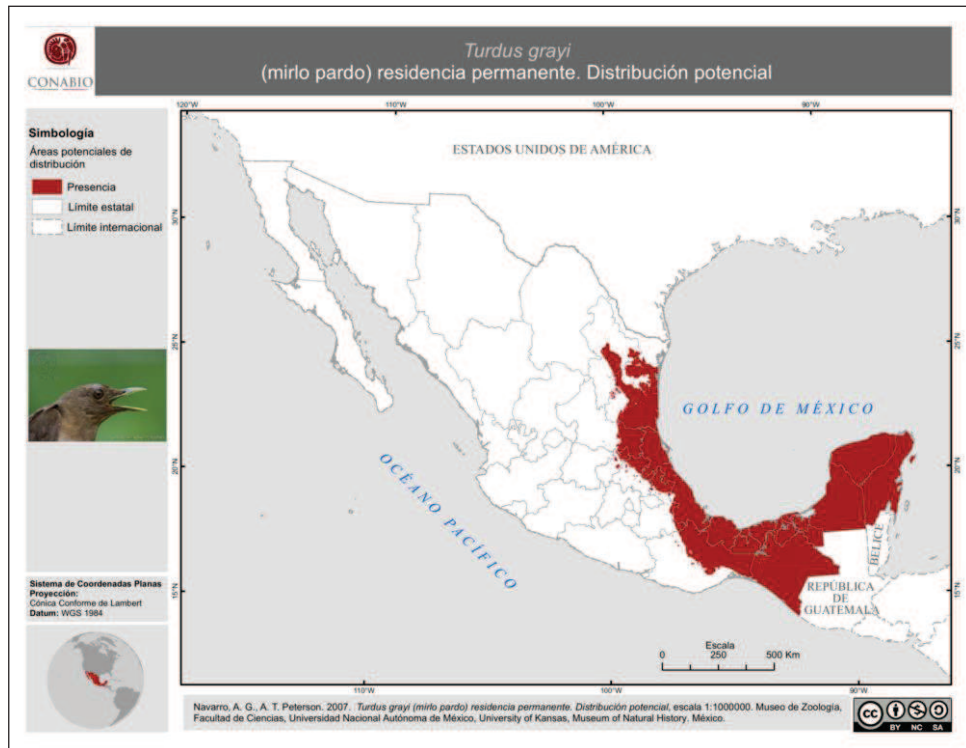


Figura 1. Distribución geográfica de *Turdus grayi* en México (Tomado de Navarro y Peterson 2007).

La temporada reproductiva de *Turdus grayi* inicia en marzo y se extiende hasta junio (Dyrzcz 1983, Baicich y Harrison 2005). Esta especie anida en árboles y arbustos, construye nidos de copa principalmente de: tallos, musgos, hojas y otros materiales vegetales mezclados con suelo fangoso, y en ocasiones añade trozos de papel y plástico (Dyrzcz 1983; Figura 2). El tamaño de puesta es de dos a tres huevos (ocasionalmente ponen cuatro). El período de anidación es de 32 días, incluyendo las etapas de: puesta (5 días), incubación (12 o 13 días) y empollamiento (15 días) (Dyrzcz 1983, Baicich y Harrison 2005).



Figura 2. Nido de *Turdus grayi*. Fotografía por Ana Karen Chanona Pérez, tomada en la Reserva El Zapotal en Abril de 2015.

La información que se ha generado y encontrado respecto a la biología reproductiva de esta especie proviene principalmente de los estudios realizados en Panamá (Morton 1971, Dyrz 1983) y uno en Chiapas, México (Chanona 2013). En los estudios realizados en Panamá se encontró que la principal causa por la cual los nidos no alcanzaron el éxito de anidación fue la depredación, la cual se incrementó durante la etapa de incubación y el periodo de lluvias. Dyrz (1983) describió de forma más detallada las características reproductivas de esta especie e identificó que los nidos que se construyeron a una altura menor a 4 m eran más susceptibles a la depredación. Mientras que Chanona (2013) identificó que la selección de los sitios de anidación de esta especie estuvo asociada con la densidad de plantas y diámetro a la altura del pecho (DAP). Además de la depredación, encontró que el parasitismo por *Molothrus aeneus* es otra de las causas por la que la anidación fracasa.

En México la información generada acerca de *Turdus grayi* se relaciona principalmente con su distribución (Navarro y Peterson 2007). No se han realizado estudios respecto a su ecología reproductiva, por lo cual el propósito del presente estudio fue analizar el éxito de anidación de esta especie. Para poder comprender cuáles factores

pueden predecir el éxito de anidación, se identificaron las características del sitio de anidación. El éxito de anidación fue evaluado en la Reserva El Zapotal, Chiapas, la cual se encuentra en constante presión principalmente por el crecimiento de las zonas urbanas que se encuentran alrededor de ésta (Reyes y Souza 1997, González-Espinoza y Ramírez-Marcial 2013).

OBJETIVOS

General

Analizar el éxito de anidación de *Turdus grayi*, en la Reserva El Zapotal, Chiapas durante la temporada de anidación marzo-junio del 2015.

Específicos

- Estimar la tasa de supervivencia diaria de los nidos durante la temporada reproductiva de *Turdus grayi*.
- Determinar en qué etapa del periodo de anidación se registró un mayor número de nidos fallidos.
- Identificar las características del sitio de anidación que intervinieron en el éxito de anidación.

HIPÓTESIS

Con base a la hipótesis de ocultamiento de nidos propuesta por Martin (1993), la cual plantea que: “el aumento de la vegetación alrededor del nido disminuye el riesgo de depredación”; se espera encontrar un mayor número de nidos exitosos en aquellos sitios donde el porcentaje de la cobertura vegetal es mayor.

CAPÍTULO II

Artículo sometido a la Revista de Biología Tropical.

Variación de los sitios de anidación de *Turdus grayi* (Passeriformes: Turdidae) en la Reserva Ecológica El Zapotal, Chiapas.

Ana Karen Chanona Pérez¹, Jorge Castellanos Albores¹, Mónica González Jaramillo¹ y José Luis Rangel-Salazar¹

1. Departamento de la Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n. Barrio de María Auxiliadora, CP 29290 San Cristóbal de Las Casas; jlrangel@ecosur.mx

Abstract: *Variation of nesting sites of *Turdus grayi* (Passeriformes: Turdidae) in the Ecological Reserve El Zapotal, Chiapas.* Changes that occur in breeding habitat affect the reproductive success of birds. Nesting success is an indicator that has been used to evaluate this. In this study we analyzed the nesting success of *Turdus grayi*. We estimated the daily survival rate (TSD), identified the most susceptible stage of nests, and identified habitat characteristics that predicted nesting success. We conducted an intensive search for nests in four segments of the Reserve Zapotal, Chiapas, during the breeding season of 2015. We recorded 56 nests, of which 27 (48.2%) nest were successful and 29 (51.7%) failed. The success rate of nests that we found was similar to that reported for tropical birds. Predation was the main cause of mortality in the nests, mainly during the incubation stage. We found that nesting success varied among nest sites and nest patches. The probability of nesting success increased when the nest was located at height between 4.2 and 5.1 m and the nest site had a density of 12 or more plants. In addition to vegetation features and predation as predictors of nesting success, this estimate could be affected by changes occurring in the environmental characteristics inside and outside the Zapotal.

Key words: Incubation, nest height, nest survival, plants density, predation and probability

El éxito de anidación es un componente e indicador fundamental de la reproducción y la dinámica poblacional (Török & Tóth, 1988; Beissinger & Westphal, 1998; Clark & Shutler, 1999; Jehle et al., 2004; Nur et al., 2004). La selección del sitio de anidación es un factor asociado al éxito de anidación (Martin & Rooper, 1988), ya que las características del hábitat influyen en la probabilidad del éxito de anidación (Martin & Rooper, 1988; Weidnger, 2002; Newmark, 2011).

La depredación de nidos se ha considerado como el principal factor limitante de la anidación (Ricklefs, 1969; Clark & Shutler, 1999; Martin, 1995; Boorgmann & Conway, 2015). Sin embargo, se han descrito características del hábitat como la altura y el sustrato del nido, la densidad de arbustos, riesgos antropogénicos, la cobertura vegetal, como características que influyen en la variación de la probabilidad de éxito de anidación (Prange et al., 2003; Chalfoun et al., 2015). Por ejemplo, se ha propuesto la hipótesis de ocultamiento de nidos que describe que los sitios que presentan una mayor cobertura vegetal tienden a ser seleccionados por las aves, ya que posiblemente estos sitios disminuyen la detectabilidad de los nidos y por lo tanto, el riesgo de depredación (Martin & Rooper, 1988; Lomáscolo et al., 2010). Sin embargo, las características del sitio de anidación y del sitio circundante cambian en el tiempo y en el espacio y provocan variaciones en el éxito de anidación (Aguilar et al., 2008; Anich et al., 2013).

Existen especies del género *Turdus* (e.g., *Turdus rufiventris*, *Turdus hortolorum*) que tienen la capacidad de tolerar el cambio de los ambientes en los que se encuentran, por lo que han sido utilizadas como “especies modelo” para evaluar la dinámica poblacional (Zhou et al., 2011; Lomáscolo et al., 2011). Este es el caso de *Turdus grayi*, una especie ampliamente distribuida en México, desde Nuevo León y Tamaulipas y toda la vertiente del Golfo hasta la península de Yucatán, Oaxaca y Chiapas (Howell & Webb, 1995; Keeler et al., 2012), cuya temporada reproductiva va de marzo a junio, construye nidos de copa y tiene un tamaño de nidada de dos a tres huevos (Morton, 1971; Dycrz, 1983).

El propósito de este estudio fue analizar el éxito de anidación de *Turdus grayi*, en la Reserva Ecológica el Zapotal. Nuestros objetivos fueron: (1) estimar la tasa de supervivencia diaria de los nidos; (2) determinar la etapa más susceptible del nido; (3) identificar las características del sitio de anidación que explican el éxito de anidación. Con base en la hipótesis de ocultamiento de nidos de Martin (1993), esperamos encontrar una relación positiva entre el éxito de anidación y el porcentaje de cobertura vegetal. Por lo que la depredación es menor en los sitios de anidación con mayor proporción de cobertura vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Reserva Ecológica Estatal “El Zapotal”, la cual se ubica en la región de la Depresión Central de Chiapas. El Zapotal se localiza a 6 km al Suroeste de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (16°43' 39" N - 93° 06' 37" W). La superficie de la Reserva es de 192 ha y el intervalo altitudinal va de los 600 a 850 m snm. La Reserva colinda con zonas suburbanas y en su interior se encuentran las instalaciones del Zoológico Miguel Álvarez del Toro (ZooMAT). El Zapotal es un área que alberga fauna (e.g., *Crax rubra*, *Penelope purpurascens*) y flora (e.g., *Diospyros digyna*, *Manilkara zapota*) representativa de la Depresión Central de Chiapas; en esta región se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas, que junto con la construcción de zonas urbanas han provocado el desmonte de las selvas de esta región (González- Espinoza & Ramírez- Marcial, 2013). Estas modificaciones en el hábitat podrían alterar a diferentes escalas la diversidad y abundancia de las aves (Rangel-Salazar et al., 2005). La Reserva El Zapotal presenta dos tipos de vegetación: selva mediana sub perennifolia y selva baja caducifolia. La temperatura media anual es de 24°C, con precipitaciones medias anuales de 1000 mm (SEMAHN, 2013).

Localización, seguimiento y estimación de la tasa de supervivencia diaria de los nidos:

El trabajo en campo se realizó de febrero a junio del 2015. Basados en información previa de la distribución y densidad de los nidos de *Turdus grayi* en los años 2011 y 2012 (Chanona, 2013), se realizaron recorridos en cuatro trayectos en el área de estudio (Fig.1) para la búsqueda intensiva y localización de nidos recientes en nuestro periodo de investigación. Consideramos como el inicio del periodo reproductivo en el momento en que se localizó un nido con el primer huevo. Los nidos activos se revisaron cada 3 o 4 días, con un espejo cóncavo sujeto a un tubo extensible. Se consideró un nido exitoso cuando al menos uno de los polluelos llegó a la edad de volantón, y un nido fallido cuando los huevos o polluelos desaparecían antes de la completar el periodo de anidación (depredación) o abandonados (Rangel-Salazar et al., 2008; King et al., 2013). Con los datos obtenidos (edad de los nidos, destino de los nidos) estimamos el éxito de anidación a través de la tasa de supervivencia diaria (TSD) de los nidos con la fórmula propuesta en el método de Mayfield (1975):

$$TSD= 1-(\text{número de nidos fallidos} / \text{total de días de exposición}).$$

Los días de exposición son el total de días que cada nido estuvo en observación (Mayfield, 1975; Jehle et al., 2004). Únicamente se consideraron los nidos activos i.e., que tenían al menos un huevo. Para la estimación de la supervivencia diaria de los nidos durante el periodo de anidación (4 días

de puesta, 13 de incubación y 15 de empollamiento), elevamos la TSD obtenida a la potencia equivalente de los días del periodo de anidación de *T. grayi* en la Reserva El Zapotal, es decir: éxito de anidación= (TSD)³² (Jehle et al., 2004).

Características del hábitat de anidación: Concluido el periodo de anidación, alrededor de cada nido se delimitaron parcelas circulares de aproximadamente 0.05 ha (12.6 m), con el fin de registrar los siguientes datos del hábitat: (i) nombre común de la especie de la planta donde se localizó el nido; (ii) la altura de la planta ; (iii) la altura del nido ; (iv) diámetro a la altura del pecho (DAP); (v) distancia del nido hasta el tallo de la planta; (vi) porcentaje de la cobertura de la planta donde se encuentra el nido; (vii) número de ramas que sostenían al nido;(viii) densidad de plantas; (ix) altura de los estratos; (x) área basal; (xi) suma basal. También medimos la frecuencia de personas cerca de los sitios de anidación, distancia a viviendas, caminos y cuerpos de agua y riesgos naturales (derrumbes, inundaciones, incendios) (Bibby et al., 1992; Ralph et al., 1996; Knutson et al., 2007).

Análisis estadísticos: Debido a las diferencias de escala, los datos colectados en campo fueron estandarizados a través de la formula de máximos y mínimos para evitar efectos de sesgo por los valores absolutos de cada variable (Guisande-González et al., 2011). Además, se generó una nueva variable mediante un índice aditivo para agrupar las variables de distancia de las viviendas y los caminos más la frecuencia de personas en una sola variable que denominamos “riesgos antropogénicos” (Cuadro 1). Posteriormente se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para identificar de forma exploratoria qué variables formaron los patrones de agrupación con base a las variabilidades. El ACP, nos permitió determinar dos grupos de componentes formados por variables que operaron a escala de sitio de anidación (local) y alrededor del nido (parche del nido) por lo que los análisis y el modelaje subsecuentes se realizaron para cada una de estas escalas.

Además, generamos un modelo lineal generalizado (MGL) mediante un análisis de regresión logística binaria, donde consideramos la variable de respuesta como: nido exitoso (1) y nido fallido (0). Para determinar las variables a incluir en el modelo final de regresión logística y obtener su ecuación, primero se seleccionaron a través del método introducir a las variables con un coeficiente de correlación mayor a $r > 0.50$ y $P < 0.05$ y segundo, a las variables hasta con una $P < 0.20$ pero con una consideración biológica y teórica congruentes al propósito de la investigación (Harrell

et al., 1996). Al mismo tiempo, realizamos un análisis de regresión logística multivariante para descartar posibles interacciones o confusión entre las variables.

Para la selección de los modelos finales se utilizó el Criterio de Información de Akaike (CIA), y luego cada modelo fue evaluado mediante: (i) la valoración de la prueba diagnóstica, (ii) la prueba de Hosmer-Lemeshow y (iii) las medidas globales de bondad de ajuste (Aguayo y Lora, 2007). Después, a través del análisis de linealidad de la función logit, estimamos la probabilidad de éxito que cada nido obtuvo en su sitio de anidación. Finalmente, a partir de estas probabilidades realizamos una categorización en tres niveles de éxito: baja (0-33%), media (34-66%) y alta (67-100%), un gráfico de dispersión, y analizamos la posible relación entre las dos escalas espaciales. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con IBM-SPSS versión 21.

RESULTADOS

Encontramos un total de 56 nidos de *Turdus grayi*, de los cuales 27 nidos (48.2 %) fueron exitosos, de estos se produjeron un total 65 polluelos. Se encontraron 29 nidos (51.7 %) fallidos de los cuales, 19 (65.5 %) fueron depredados, 8 (27.6 %) abandonados y 2 (6.9 %) nidos parasitados por las especies *Molothrus aeneus* y *Crotophaga sulcirostris*. Los días de exposición fueron 843.5 calculados únicamente para los 47 nidos activos incluidos en la estimación. La tasa de supervivencia diaria de los nidos fue de 0.97 y la tasa de éxito de anidación fue 46 %. El mayor número de nidos (n=11) depredados ocurrió durante la fase de incubación, sólo uno durante la fase de empollamiento.

Características del hábitat: Los nidos se encontraron en 13 especies de plantas: la mayoría de los nidos se localizaron en el estrato arbóreo 43 nidos (77 %), 11 (19.64 %) en estrato arbustivo, uno en liana y uno en una cactácea (Fig. 2). El chicozapote (*Manilkara zapota*) fue la especie arbórea más utilizada para anidar con un total de 30 nidos (69.76 %).

Las variables de la vegetación que determinamos para el mejor modelo a escala local fueron: el DAP, la altura de la planta y la altura del nido. En el modelo las variables intervinieron de manera aditiva y no encontramos interacciones entre éstas. Los coeficientes de variación, de las variables anteriores mostraron una alta variabilidad. La razón de probabilidades (“odds ratios” OR; Cuadro 2) indicaron que la altura del nido fue la variable que ejerció el mayor cambio en órdenes de magnitud en el éxito de anidación (OR=7951.6). Con éstas cuatro variables incluidas en el modelo global clasificaron adecuadamente a los nidos exitosos en un 67 %. Registramos tres nidos en la

categoría de alta probabilidad de éxito de los cuales dos fueron exitosos y un nido fracasó (Cuadro 2). La probabilidad de éxito más alta que encontramos en esta categoría fue del 77 % (Cuadro 3). Sin embargo, a través de los modelos simulados con los datos de campo observamos que esta probabilidad podría incrementarse al 92 % (Cuadro 2).

A escala de parche del nido, las variables que explicaron el éxito de anidación fueron: los riesgos naturales, distancia a cuerpos de agua, riesgos antropogénicos y la densidad de plantas. Estas variables intervinieron de forma aditiva sin presentar interacciones y con un alto coeficiente de variabilidad. En este modelo la densidad de plantas fue la variable que explicó el mayor cambio en órdenes de magnitud en el éxito de anidación (OR=1.25; Cuadro 2). Con éstas cuatro variables el modelo clasificó a los nidos exitosos en un 74.1 %. Registramos un mayor número de nidos (n=11) exitosos en la categoría alta (Cuadro 3). La probabilidad de éxito más alta fue de 89 %. Con los datos óptimos esta probabilidad podría incrementarse al 90 % (Cuadro 2).

La correlación y su gráfica de dispersión mostraron que no existió relación entre las dos escalas espaciales (R=0.052; Fig. 3) en el éxito de anidación de *T. grayi*. Se encontraron que nidos que tuvieron la probabilidad de ser exitosos en alguna de las escalas sin embargo estos fracasaron (e.g. nido: 9, 12, 34 y 41, Fig. 4).

DISCUSIÓN

Comprender las características ambientales y las causas que influyen en las tasas demográficas de una población (i.e., éxito de anidación) es fundamental para predecir la probabilidad de persistencia de una población de aves en un ambiente que se enfrenta a constantes presiones, como El Zapotal. En nuestra investigación encontramos que el éxito de anidación de *T. grayi* varió con las características ambientales. Aunque la altura del nido y la densidad de árboles explicaron parcialmente el éxito de anidación, la depredación fue la principal causa que afectó el de *T. grayi*. La depredación suele ser más alta en los nidos de copa de aves terrestres y con crías altriciales (Lack, 1968; Ricklefs, 1969, Martin, 1998). Sin embargo, desconocemos el total de especies que fueron depredadores de los nidos, ya que sólo observamos a *Ortalis vetula* depredando a los huevos. En tierras bajas del canal de Panamá hay evidencia que algunas especies de aves (i.e., *Piana cayana* y *Quiscalus mexicanus*) que también se encuentran en el Zapotal son posibles depredadores para *T. grayi* (Dyrce, 1983). La depredación de nidos en la incubación tiende a ser más alta en esta etapa, nuestros resultados coinciden con otros estudios (Morton, 1971; Zhou et al., 2011; Mikula et al.,

2014), esto podría estar relacionado con la escasez de alimentos altos en proteínas (e.g. artrópodos), que otros individuos requieren para alcanzar el éxito reproductivo y el incremento del cuidado parental en este periodo (Morton, 1971; Conway & Martin, 2000; Molina et al., 2008).

La tasa de éxito de anidación (TSD=46 %) de *T. grayi* en el sitio de estudio parece ser consistente con lo reportado para las aves Passeriformes (TSD=8-57 %) de los bosques tropicales (Robinson et al., 2000). A nivel de género, la tasa de éxito de anidación para algunas especies de origen Neotropical como: *Turdus migratorius* fue de 53.6 % en el campus de la Universidad Estatal de Iowa (Yen et al., 1996) y el 16.9 % para *Turdus assimilis* y el 10.2 % para *Turdus grayi* en las zonas cafetaleras abandonadas, pastizales y carreteras del Sur de Costa Rica (Lindell et al., 2011). La tasa de éxito de anidación que obtuvimos fue mayor a la estimada por Lindell et al., (2011) a pesar de que ellos registraron un total de 90 nidos. Esta variación en la tasa de éxito de anidación puede deberse a las diferentes condiciones ambientales y de características de vegetación entre los respectivos sitios de estudio.

La probabilidad del éxito de anidación de *T. grayi* fue explicado por la variación de características del hábitat de anidación a escala local el modelo óptimo predijo que los nidos localizados en un intervalo de 4.2 - 5.1 m de altura tienen una probabilidad alta de ser exitosos. Se ha encontrado que los nidos construidos a una altura menor al intervalo que localizamos, tienden a fracasar ya que son más susceptibles a la depredación (Dyrce, 1983). La altura a la cual las aves construyen su nido, ha sido considerada como una estrategia evolutiva ante los depredadores (Latiff, 2012). En relación a nuestra hipótesis, la razón por la que la cobertura vegetal no intervino en el modelo a escala local podría deberse a que no se consideró el efecto de copa del árbol donde *T. grayi* anidó, lo que provocó un sesgo a valores altos de porcentaje de cobertura, con un coeficiente de variación bajo y su sobreestimación. Se ha sugerido que la manera en que se mide y estima una variable de campo podría sesgar la aceptación de una hipótesis (Borgmann & Conway, 2015). Sin embargo, a escala de parche de nido la variable densidad de plantas podría indicar de manera indirecta el efecto de la cobertura vegetal, esto sugiere que la relación que proponemos en nuestra hipótesis está presente. Aunque, en sentido estricto no se midió la cobertura de la vegetación circundante, por lo que no podemos ser concluyentes de manera directa y demostrar nuestra hipótesis.

A pesar de que *T. grayi* tolera cambios en el ambiente y tiende a forrajear en zonas con influencia antropogénica (Stotz et al., 1996; Álvarez et al., 2008), el modelo global a escala de

parche del nido indicó que los riesgos antropogénicos, fueron la segunda variable con un mayor efecto en la probabilidad de éxito de anidación. El modelo óptimo a escala de parche del nido demostró que las probabilidades de éxito de anidación aumentaron cuando los riesgos antropogénicos tienden a ser mínimos. Al analizar los nidos que fueron abandonados, detectamos un alto índice de riesgos antropogénicos presentes en esos sitios. Se ha reportado en otros estudios que el incremento del riesgo antropogénico puede afectar el éxito de anidación de los turdidos, ya que las modificaciones que ocurren en el hábitat, ocasionan: un incremento en el número de depredadores y la disminución de la calidad de sitios de anidación (Ditchkoff et al., 2006; Rangel-Salazar et al., 2008; Lomáscolo, 2010).

La probabilidad de éxito de anidación no presentó una relación entre la escala local y parche del nido. Por lo cual los cambios que ocurren en las variables explicativas a escala local no interfieren en la escala del parche del nido; esto a pesar de que la escala local físicamente está contenida en la escala de parche del nido

Al analizar las categorías de probabilidades de éxito de anidación observamos que éstas a escala local se distribuyeron de forma heterogénea, ya que 42 probabilidades de los nidos se concentraron en la categoría media en comparación con la escala de parche del nido donde las probabilidades se distribuyen de forma homogénea. Esta discrepancia podría ser un indicio de que *T. Grayi* a desarrollado una respuesta evolutiva en sus rasgos de historia de vida (anidación) lo cual le ha permitido presentar tolerancia a las variaciones ambientales (Chase, 2001; Rodewald, 2002; Knuston et al., 2007).

La variación en las características de los sitios de anidación podría influir en la depredación, aunque aún estamos distantes para entender el papel de la depredación y los depredadores (Götmark et al., 1995). Con base a los resultados identificamos que la depredación podría haberse presentado de manera aleatoria ya que el 63% de los nidos que presentaron probabilidades medias y altas de ser exitosos fallaron por esta causa. Este hecho sugiere que además de la variación de las características ambientales presentes en los sitios de anidación futuros estudios deberían examinar el comportamiento de las aves que anidan (e.g., el cuidado parental, la edad de la pareja reproductora, estrategias de escape y la actividad en el nido, Remes, 2005; Becker et al., 2008) ya que ayudarían a avanzar en nuestra comprensión de los factores, mecanismos y características de historia de vida que influyen en el éxito de anidación.

AGRADECIMIENTOS

A José Alfredo Chanona López y Valeria Chanona Pérez por todo su apoyo que me brindaron en campo. A Carlos Guichard y Gerardo Cartas, por permitirme realizar nuestro estudio en la Reserva El Zapotal, en especial a los guardaparques: Santiago y José Luis, quienes nos acompañaron en todos los recorridos Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada (No.307901) al primer autor.

RESUMEN

Los cambios ambientales afectan el éxito reproductivo de las aves. El éxito de anidación ha sido un indicador para evaluar estos cambios. Por lo cual en el presente estudio se analizó por primera vez, para México el éxito de anidación de *Turdus grayi*. Estimamos la tasa de supervivencia diaria (TSD), identificamos la etapa más susceptible de los nidos y las características del hábitat que predijeron el éxito de anidación. Realizamos una búsqueda intensiva de los nidos y registramos 56 nidos de los cuales, 27 (48.2 %) fueron exitosos y 29 fueron (51.7 %) fallidos. La tasa de éxito de anidación fue similar con lo reportado para las aves tropicales. La depredación fue la principal causa de mortalidad en los nidos, principalmente en la etapa de incubación. Encontramos que la probabilidad del éxito de anidación fue explicada a través de la variación ambiental a dos escalas espaciales local y parche del nido. Además de las características de vegetación y la depredación como predictores del éxito de anidación, ésta estimación podría variar también por las alteraciones de las características ambientales que ocurran en el interior y exterior del sitio de reproducción.

Palabras claves: altura del nido, densidad de plantas, depredación, incubación.

REFERENCIAS

- Aguayo C. M. & Lora, M. E. (2007). Cómo hacer una Regresión Logística binaria “paso a paso” (II): análisis multivariante. *DocuWeb-fabis*. Recuperado de: http://www.fabis.org/html/archivos/docuwe/regresion_logistica_2r.pdf
- Aguilar, T. M., Días R. I., Oliveira A. C., & Macedo R. H. (2008). Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success. *Journal of Field Ornithology*, 79, 24-31.
- Álvarez, J. G., Medellín, A. R., Olivers de Ita, A., Gómez de Silva, H., & Sánchez, O. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. México, D.F: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Anich, M. N., Worland, M., & Martin, J. K. (2013). Nest-site selection, nest survival, productivity and survival of Spruce Grouse in Wisconsin. *The Wilson Journal of Ornithology*, 125, 570-582.
- Becker, H. P., Dittmann, T., Ludwigs, D. J., Limmer, B., Ludwing, C. S., Bauch, C., Braasch, A., & Wendeln, H. (2008). Timing of initial arrival at the breeding site predicts age at first reproduction in a long-lived migratory bird. *PNAS*, 105, 12349-12352.
- Beissinger, R. S., & Westphal, I. M. (1998). On the use of demographic models of population viability in endangered species management. *Journal of Wildlife Management*, 6, 821-841.
- Bibby, J. C., Burgess, N. D., & Hill, A. D. (1992). *Bird census techniques*. Gran Bretaña, Londres: Academic Press.
- Borgmann L. K., & Conway, J. C. (2015). The nest-concealment hypothesis: new insights from a comparative analysis. *The Wilson Journal of Ornithology*, 127, 646-660.
- Chalfoun, A. D., & Schmidit, K. A. (2012). Adaptative breeding-habitat selection: Is it for the birds? *The Auk*, 129, 589-599.
- Chanona, A. K. (2013). *La red de anidación de aves en la Reserva El Zapotal Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México.
- Chase, K. M. (2002). Nest site selection and nest success in a song sparrow population: the significance of spatial variation. *The Condor*, 104, 103-116.
- Clark, R. G., & Shutler, D. 1999. Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks? *Ecology*, 80, 272- 287.

- Conway, C., & Martin, T. (2000). Evolution of passerine incubation behavior: influence of food, temperature and nest predation. *Evolution*, 54, 670-685.
- Ditchkoff, S., Saalfeld, S., & Gibson, C. (2006). Animal behavior in urban ecosystems: modifications due to human-induced stress. *Urban Ecosystems*, 9, 5–12.
- Dyrce, A. (1983). Breeding ecology of the Clay-colored robin *Turdus grayi* in lowland Panama. *IBIS*, 125, 287-304.
- González- Espinoza, M., & Ramírez-Marcial, N. (2013). Comunidades vegetales terrestres. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Eds.), *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. (pp. 21-42). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.
- Götmark, F., Blomqvist, D., Johansson, C. O., & Bergkvist, J. (1995). Nest site selection: A trade-off between concealment and view of the surroundings. *Journal of Avian Biology*, 26, 305-312.
- Guisande-González, C., Vaamonde, A., & Barreiro, A. (2011). *Tratamiento de datos con R, STATISTICA Y SPSS*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Harrell, F. E., Lee, K. L., & Mark, D. B. (1996). Tutorial in biostatistics multivariable prognostic models: issues in developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors. *Statistics in medicine*, 15, 361-387.
- Howell, S., & Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Nueva York, EU: Oxford University Press.
- Jehle, G., Yackel-Adams, A. A., Savidge J. A., & Skagen, S. (2004). Nest survival estimation: a review of alternatives to the Mayfield estimator. *The Condor*, 106,472- 484.
- Keeler, S. P., Yabsely, J. M., Gibss, J. E. S., McGraw, N. S., & Hernandez, M. S. (2012). A new *Isopora* species of passerines in the family Turdidae from Costa Rica. *Journal of Parasitology*. 98, 167-169.
- King, S. R., Trutwin, J. J., Hunter, S. T., & Varner, M. D. (2013). Effects of environmental stressors on nest success of introduced birds. *The Journal of Wildlife Management*, 77, 842-854.
- Knutson, M. G., Gray, B. R., & Meier, M. S. (2007). Comparing the effects of local, landscape, and temporal factors on forest bird nest survival using logistic-exposure models. *Studies in Avian Biology*, 34, 105-116.

- Latif, Q., Heath, S. K., & J. T., Rotenberry. (2012). How avian nest site selection responds to predation risk: Testing an adaptive hypothesis. *Journal of Animal Ecology*, 81, 127-138.
- Lack, D. (1968). *Ecological adaptations for breeding in birds*. Methuen, Londres: Chapman and Hall.
- Lindell, A. C., O'Connor, S. R., & Cohen, B. E. (2011). Nesting success of neotropical thrushes in coffee and pasture. *The Wilson Journal of Ornithology*, 123, 502-507.
- Lomáscolo, B. S., Monmay, C., Malizia, A., & Martin, T. E. (2010). Flexibility in nest-site choice and nesting success of *Turdus rufiventris* (Turdidae) in a montane forest in northwestern Argentina. *The Wilson Journal Field Ornithology*, 122, 674-680.
- Martin, T. E., & Roper, J. (1988). Nest predation and nest site selection of a Western population of the Hermit Thrush. *The Condor*, 90, 51-57.
- Martin, T. E. (1993). Nest predation and nest sites. *BioScience*, 43, 523-532.
- Martin, T. E. (1995). Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation and food. *Ecological Monographs*, 65, 101-127.
- Martin, T. E. (1998). Are microhabitat preferences of coexisting species under selection and adaptive? *Ecology*, 79, 656-670.
- Mayfield, H. F. (1975). Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bulletin*, 87, 456-466.
- Mikula, P., Hromada, M., Albrecht, T., & Tryjanowski, P. (2014). Nest site selection and breeding success in three *Turdus* thrush species coexisting in an urban environment. *Acta Ornithologica*, 49, 83-92.
- Molina-García, A. A., Maldonado, R. C., Oliverás de Itá, A. & Rojas-Soto, R.O. (2008). Primer reporte de nidos depredados por la chachalaca vetula (*Ortalis vetula*). *Huitzil*, 9, 32-34.
- Morton, E. (1971). Nest predation affecting the breeding season of the Clay-Colored Robin, a tropical song bird. *Science*, 171, 920-921.
- Newmark, D. W. & Stanley, R. T. (2011). Habitat fragmentation reduces nest survival in an Afrotropical bird community in a biodiversity hotspot. *PNAS*, 108, 11488-11493.
- Nur, N., Holmes, A., & Geupel, G. (2004). Use of survival time analysis to analyze nesting success in birds: an example using loggerhead shrikes. *The Condor*, 106, 457-471.
- Prange, S., Gehrt, S. D., & Wiggers, E. P. (2003). Demographic factors contributing to high raccoon densities in urban landscapes. *Journal of Wildlife Management*, 67, 324-333.

- Ralph, C. J., Geoffrey, R., Pyle, M., Thomas, E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Albany, California: Pacific Southwest Research Station.
- Rangel-Salazar, J. L., Enríquez, P. L., & Will, T. (2005). Diversidad de Aves en Chiapas: prioridades de investigación para su conservación. En González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., & Ruíz-Montoya, L. (Eds.), *La Diversidad Biológica en Chiapas*. (pp. 265-296). Plaza y Valdés. México.
- Rangel-Salazar, J. L., Martin, K., Marshall, P., & Elner, W. R. (2008). Influence of habitat variation, nest-site selection and parental behavior on breeding success of Ruddy-capped nightingale thrushes (*Catharus frantzii*) in Chiapas, México. *The Auk*, 125, 358-367.
- Remes, V. (2005). Nest concealment and parental behavior interact in affecting nest survival in the Blackcap (*Sylvia atricapilla*): an experimental evaluation of the parental compensation hypothesis. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58, 326-332.
- Ricklefs, R. E. (1969). An Analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 9, 1-48.
- Robinson T. R., Robinson W. D., & Edwards E. C. (2000). Breeding ecology and nest-site selection of Song Wrens in central Panama. *The Auk*, 117, 345-354.
- Rodewald, A. D. (2002). Nest predation in forested regions: landscape and edge effects. *Journal of Wildlife Management*, 66:634-640.
- Secretaria de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural (SEMAHN). (2013). Consultado 20-05-2016 en www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/descargas/.../el_zapotal.pdf
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, W. J., Parker III, A. T., & Moskovits, K.D. (1996). *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago. Illionis: University of Chicago Press.
- Török, J., & Tóth, L. (1988). Density dependence in reproduction of the collared flycatcher (*Ficedula Albicollis*) at high population levels. *Journal of Animal Ecology*, 57, 251-258.
- Weidinger, K. (2002). Interactive effects of concealment, parental behaviour and predators on the survival of open passerine nests. *Journal of Animal Ecology*, 71, 424-437.
- Yen, F. C., Klass, E. E., & Kam, C. Y. (1996). Variation in nesting success of the America robin, *Turdus migratorius*. *Zoological Studies*, 35, 220-226.

Zhou, D., Zhou, C., Kong, X., & Deng, W. (2011). Nest-site selection and nesting success of Grey-Backed Thrushes in Northeast China. *The Wilson Journal of Ornithology*, 123, 492-501.

Figuras y Cuadros.

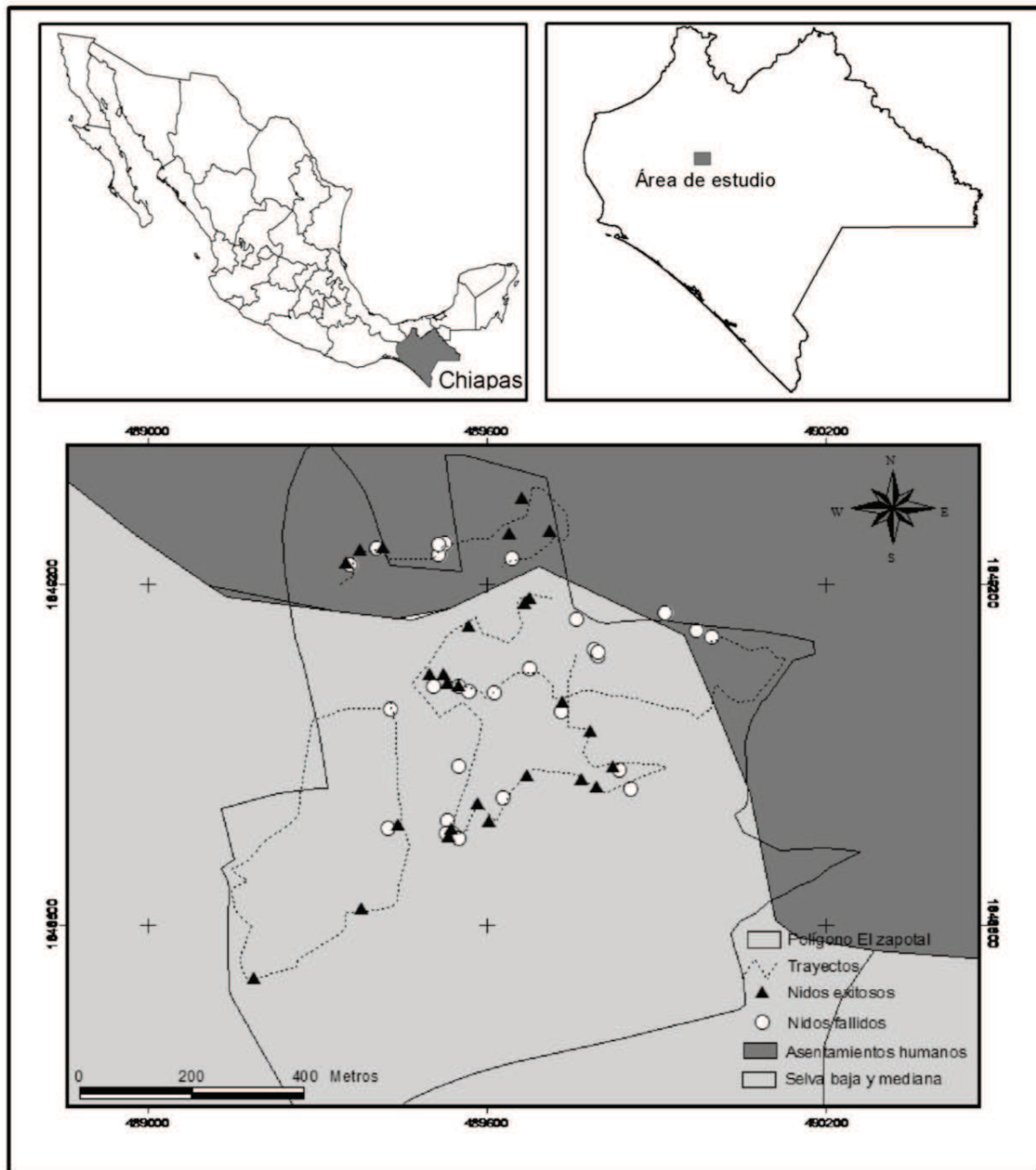


Figura 1. Localización geográfica de la Reserva El Zapotal. Los triángulos indican los nidos exitosos y los círculos los nidos fallidos de *Turdus grayi*. Las líneas punteadas indican los trayectos establecidos.

Cuadro 1. Variables consideradas a escala local y parche del nido para el análisis de los sitios de anidación de *Turdus grayi* en la Reserva El Zapotal el Chiapas.

Escala	Variables	Forma de medición	Unidades de medición	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Local	Altura de la planta	Clinómetro	m	11.61	9.93	0.85
	Altura del nido	Clinómetro	m	4.5	1.8	0.4
	Diámetro a la altura del pecho (DAP) (≥ 7 cm)	Cinta métrica	cm	17.68	21.3	1.2
	Distancia del nido al tallo	Cinta métrica	m	1.61	2	1.24
	Cobertura	Densiómetro	Porcentaje	76.95	9.32	0.12
	Área basal	$A = \pi * D^2 / 4$	m ² /ha	595.17	1407.7	2.3
Parche del nido	Frecuencia de personas	conteo de individuos	Individuos			
	Distancia a caminos	Cinta métrica	m	3.4	2.2	1.5
	Distancia a viviendas	Cinta métrica	m	6.2	12.5	2.01
	Distancia a cuerpos de agua	Cinta métrica	m	8	5.5	0.68
	Riesgos antropogénicos	Presencia y ausencia		1.34	0.82	0.61
	Densidad de plantas	Conteo de individuos	individuos	10.25	3.02	0.29

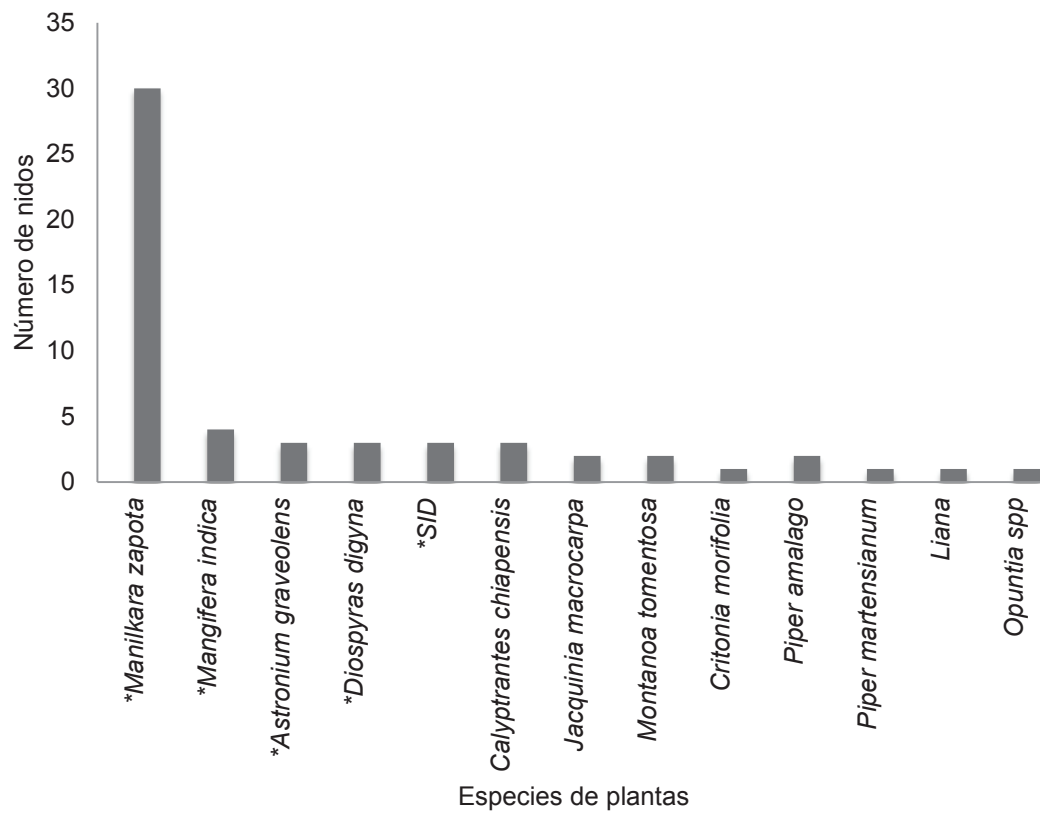


Fig. 2. Especies de plantas (*árboles) utilizados por *Turdus grayi* para anidar en la Reserva El Zapotal, Chiapas. Árboles sin identificar (*SID).

Cuadro 2. Modelos obtenidos del éxito de anidación de *Turdus grayi* con las variables predictivas seleccionadas a dos escalas.

Escalas	Modelo	Ecuación	OR *	AIC	Probabilidad
Nulo	Z=Constante			77.56	
	Global	$Z = -99(X_1) + 7.47(X_2) - 18.11(X_3) + 8.98(X_4)$	(0.99),(1759.5),(0), (7951.6)	71.32	
	Simulaciones a partir de datos obtenidos en campo estandarizados	Datos máximos $Z = -99(X_1) + 7.47(1) - 18.11(1) + 8.98(1)$ Datos mínimos $Z = -99(X_1) + 7.47(0.013) - 18.11(0) + 8.98(0)$ Datos óptimos $Z = -99(X_1) + 7.47(0.062) - 18.11(0.08) + 8.98(0.049)$			7%
Local	Z=Constante			77.56	
	Global	$Z = -79(X_1) - 1.45(X_2) - 1.19(X_3) - 51(X_4) - 23(X_5) - 79(X_6) - 0.23(X_7) - 0.6(1.3)$	(.79),(0.23), (0.3), (0.6),(1.3)	63.58	
	Simulaciones a partir de datos obtenidos en campo estandarizados	Datos máximos $Z = -79(X_1) - 1.45(1) - 1.19(0.04) - 51(3.039) + 23(18)$ Datos mínimos $Z = -79(X_1) - 1.45(0) - 1.19(0.927) - 51(0.07) + 23(5)$ Datos óptimos $Z = -79(X_1) - 1.45(0) - 1.19(0.927) - 51(0.07) + 23(18)$			56% 31% 90%

Equivalencia de los datos estandarizados y datos absolutos: X1 (constante), X2 (DAP)=1=105 cm, 0.013=2.9 cm y 0.062= 8 cm, X3 (Altura de la planta)=1=47 m, 0=3 m y 0.08=6.5m, X4 (Altura del nido)= 1=9.7 m, 0=1.6 m y 0.0049=5.1 m; X5 (Riesgos naturales)=1=presencia y 0=ausencia, X6 (Distancia al agua)= 0.04=12 m, 0.927=1 m, X7 (Riesgos antropogénicos), X8 (Densidad de plantas). * OR=Odds Ratio los coeficientes se presentan según el orden de la ecuación.

Cuadro 3. Categorías de las probabilidades de éxito de anidación de *Turdus grayi* a escala local y de parche del nido.

ESCALA LOCAL				ESCALA PARCHES DEL NIDO			
CATEGORÍA	Nido	Probabilidad * Destino del Nido		CATEGORÍA	Nido	Probabilidad * Destino del Nido	
		Exitoso	Fallido			Exitoso	Fallido
Baja	17		0,01	Baja	12		0,07
	52		0,07		39	0,08	
	30	0,16			43	0,09	
	34		0,22		50	0,12	
	4		0,23		7		0,14
	28	0,27			49		0,14
	16		0,28		26		0,15
	54	0,3			51		0,21
	47		0,31		52		0,22
	14		0,33		8		0,23
	37		0,33		4		0,26
	44		0,34		2	0,26	
	29		0,36		6		0,27
24	0,34		14		0,27		
22		0,37	30	0,28			
15	0,4		18	0,29			
5		0,43	5		0,3		
56	0,44		16		0,31		
53	0,47		35		0,33		
33	0,48		3	0,34			
13	0,48		27		0,37		
27		0,49	37		0,4		
40	0,5		29		0,42		
12		0,5	17		0,43		
51		0,51	56	0,44			
25	0,51		15	0,47			
46		0,51	40	0,48			
38	0,51		31		0,49		
49		0,52	36		0,49		
48		0,53	10	0,51			
31		0,53	54	0,51			
45		0,53	48		0,53		
36		0,53	22		0,53		
7		0,54	53	0,56			
8		0,54	1	0,57			
6		0,55	20	0,57			
55		0,56	55		0,59		
19	0,57		45		0,61		
43	0,59		19	0,66			
21	0,6		28	0,67			
23	0,61		23	0,67			
50	0,61		47		0,67		
35		0,61	42	0,68			
1	0,62		13	0,68			
26		0,62	21	0,72			
42	0,62		9		0,72		
10	0,63		44		0,73		
2	0,63		34		0,73		
11	0,63		32	0,75			
18	0,63		33	0,76			
41		0,63	38	0,78			
39	0,64		24	0,8			
3	0,66		25	0,85			
32	0,69		11	0,89			
9		0,69	46		0,93		
20	0,77		41		0,96		
Alta							

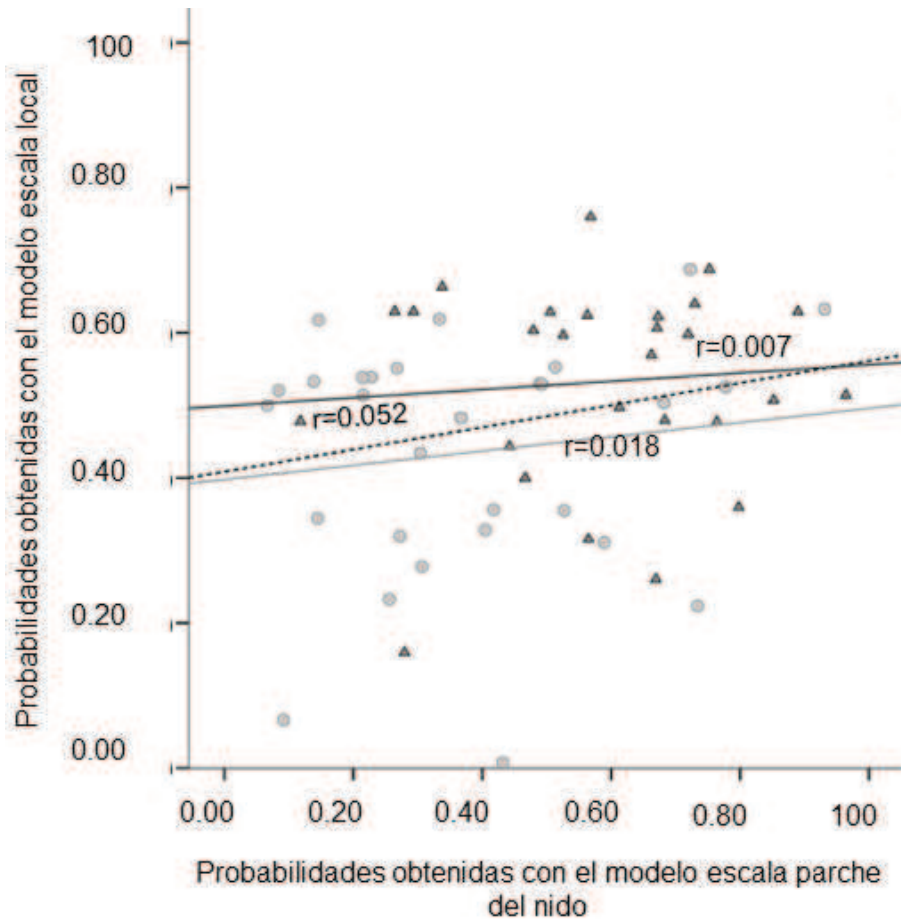


Figura. 3. Gráfico de dispersión que muestra la ausencia de relación entre la escala local y parche del nido con el éxito de anidación de *Turdus grayi*. La línea punteada indica el ajuste entre las dos escalas, mientras que la línea negra indica el ajuste a escala local y la línea gris indica el ajuste a escala parche del nido. Los triángulos representan la probabilidad de los nidos exitosos mientras que los puntos representan la probabilidad de nidos fallidos.

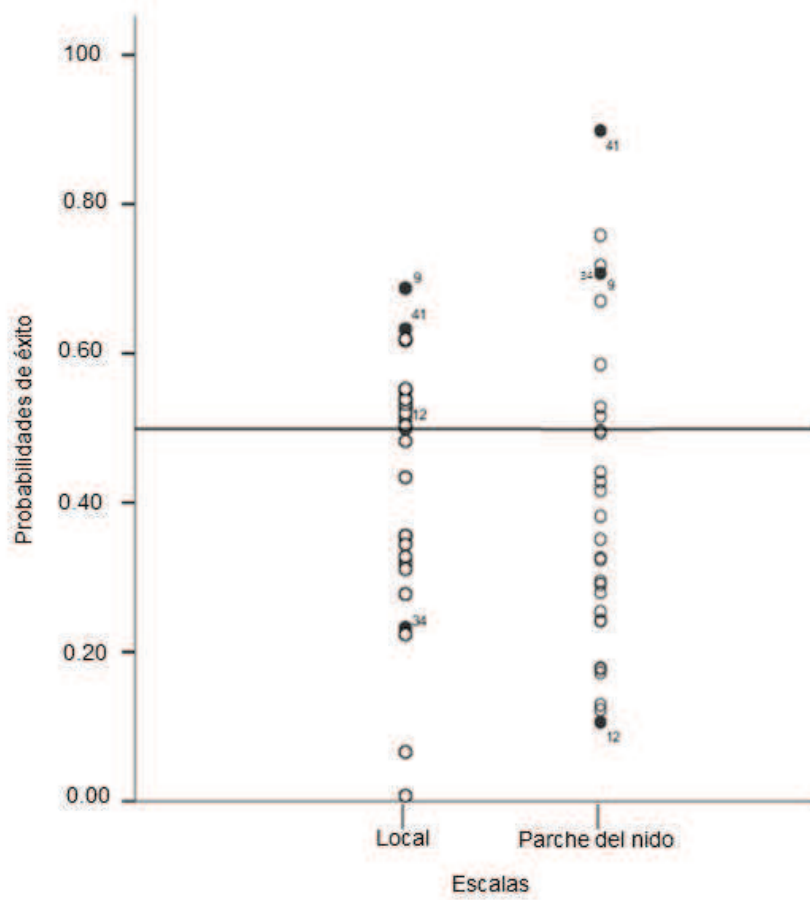


Figura 4. Probabilidades del éxito de anidación de cada nido a dos escalas. Los círculos representan la probabilidad que cada nido obtuvo en las dos escalas. Los círculos negros representan casos específicos de nidos que tuvieron una probabilidad de éxito pero fracasaron (nido: 9, 12, 34 y 41). La línea negra representa la probabilidad de éxito del 50%.

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES GENERALES

El éxito de anidación es un elemento que influye en la viabilidad de las poblaciones de aves, por lo cual la identificación de los mecanismos y factores que operan en este componente es esencial. La principal causa por la cual los nidos de *Turdus grayi* fallaron en la Reserva El Zapotal fue la depredación y la tasa de éxito de anidación fue explicada por la variación en las características del sitio de anidación. Se sugiere que la variación de las características del hábitat en los sitios de anidación de *Turdus grayi* podría aumentar la probabilidad de éxito y ser un rasgo de historia de vida que le ha permitido reproducirse y persistir en ambientes afectados por la urbanización y otras alteraciones que se presentan en el área de estudio. Conjuntamente con la cobertura vegetal, la cual ha sido propuesta por la hipótesis de ocultamiento de los nidos como la variable que influye en la protección del nido ante los depredadores; la densidad de plantas en el sitio de anidación puede favorecer el ocultamiento de los nidos e incrementar el éxito de anidación.

Es importante considerar que los resultados obtenidos del éxito de anidación deben de ser utilizados con cuidado para hacer inferencias sobre los procesos que ocurren en la dinámica poblacional de *Turdus grayi* en el área de estudio, ya que solo se estudió uno de los componentes del parámetro demográfico natalidad. Para complementar el estudio de éste parámetro demográfico se sugiere analizar el éxito reproductivo anual.

LITERATURA CITADA

- Aguilar TM, Días RI, Oliveira AC, Macedo RH. 2008. Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success? *Journal of Field Ornithology*. 79:24-31.
- Armstrong DP, Raeburn EH, Powlesland RG, Howard M, Christensen B, Ewen G.J. 2002. Obtaining meaningful comparisons of nest success: data from New Zealand Robin (*Petroica australis*) populations. *New Zealand Journal of Ecology*. 26:1-13.
- AOU [The American Ornithologists' Union]. Checklist of North American Birds. 7^a ed. Estados Unidos: American Ornithologist Union.
- Baichich PJ, Harrison CJO. 2005. Nests, eggs, and nestlings of North American birds. 2^a ed. Nueva Jersey: Princenton University Press.
- Beissinger SR, Westphal MI. 1998. On the use demographic models of population viability in endangered species management. *Journal of Wildlife Management*. 62:821-841.
- Borgmann LK, Conway CJ. 2015. The nest-concealment hypothesis: new insights from a comparative analysis. *The Wilson Journal of Ornithology*. 127(4): 646-660.
- Conway CJ, Martin TE. 2000. Evolution of passerine incubation behavior: influence of food, temperature and nest predation. *Evolution*. 54: 670-685.
- Chanona AK. 2013. La red de anidación de aves en la Reserva El Zapotal Chiapas, México. [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas,56p.

- Cheng RY, Martin TE. 2012. Nest predation risk and growth strategies of passerine species: grow fast or develop traits to escape risk? *The American Naturalist*. 180(3): 285-295.
- Clark RG, Shutler D. 1999. Avian habitat selection: pattern from process in nest-site use by ducks? *Ecology*. 80(4): 272-287.
- Clement P, Hathway R, Wilczur J, Byers, C. 2000. Thrushes. Londres: Christopher Helm.
- Dinsmore SJ, Dinsmore J. 2007. Modeling avian nest survival in program MARK. *Studies in Avian Biology*. 34: 73-83.
- Dyrz A. 1983. Breeding ecology of the Clay-colored Robin *Turdus grayi* in lowland Panamá. *Ibis*. 125: 287-304.
- González-Espinoza M, Ramírez-Marcial N. 2013. Comunidades vegetales terrestres. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) eds. *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. p. 21-42.
- Hatchwell JB, Chamberlain DE, Perrins CM. 2008. The reproductive success of Blackbirds *Turdus merula* in relation to habitat structure and choice of nest site. *Ibis*. 138(2): 256-262
- Howell S, Webb S. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Nueva York: Oxford University Press.
- Jehle G, Yackel-Adams AA, Savidge JA, Skagen SK. 2004. Nest survival estimation: a review of alternatives to the Mayfield estimator. *The Condor*. 106: 472-484.

- Keeler PS, Yabsley JM, Gibbs JE, McGraw NS, Hernández MS. 2012. A new *Isophora* species of passerines in the Family Turdidae from Costa Rica. *Journal of Parasitology*. 98: 167-169.
- Lack D. 1968. *Ecological Adaptations for Breeding in Birds*. Londres: Methuen y Cold.
- Leston LFV, Rodewald AD. 2006. Are urban forests ecological traps for understory birds? An examination using Northern cardinals. *Biological Conservation*.13: 566-574.
- Lindell CA, O'Connor RS, Cohen EB. 2011. Nesting success of Neotropical thrushes in coffee and pasture. *The Wilson Journal of Ornithology*. 123: 502-507.
- Lomáscolo SB, Monmay AC, Malizia A, Martin TE. 2010. Flexibility in nest-site choice and nesting success of *Turdus rufiventris* (Turdidae) in a montane forest in northwestern Argentina. *The Wilson Journal Field Ornithology*. 122(4): 674-680.
- Londoño GA. 2005. A description of the nest and eggs of the Pale-eyed Thrush (*Platycichla leucops*), with notes on incubation behavior. *Wilson Bulletin*. 117: 394-399.
- Martin TE. 1987. Artificial nest experiments: effects of nest appearance and type of predator. *The Condor*. 89(4): 925-928.
- Martin TE. 1992. Breeding productivity considerations: what are the appropriate habitat features for management? En: Hagan JM, Johnston DW. eds. *Ecology and Conservation of Neotropical Migrant Land Birds*. Washington: Smithsonian Institution Press, p. 455- 473.
- Martin TE. 1993. Nest predation and nest sites. *BioScience*. 43(8): 523-532.

- Martin TE. 1995. Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation and food. *Ecological Monographs*. 65:101-127.
- Martin TE, Rooper J. 1988. Nest predation and nest-site selection of a Western population of the Hermit Thrush. *The Condor*. 90:51-57.
- Martin TE, Martin PR, Olson CR, Heidinger BJ, Fontaine JJ. 2000. Parental care and clutch sizes in North and South American birds. *Science*. 287:1482-1485.
- Marzluff JM. 2001. Worldwide urbanization and its effects on birds. En: Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R. eds. *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 19-47.
- Mezquida TE. 2000. Ecología reproductiva de un ensamble de aves del desierto del Monte Central, Argentina. [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma de Madrid, 146p.
- Miller DA, Grand JB, Fondell TF, Anthony RM. 2007. Optimizing nest survival: Consequences of nest site selection for Canada geese. *The Condor*. 109(4): 769-780.
- Morton E. 1971. Nest predation affecting the breeding season of the Clay-Colored Robin, a tropical song bird. *Science*. 171(3974): 920-921.
- Navarro AG, Peterson AT. 2007. *Turdus grayi* (mirlo pardo) residencia permanente. Distribución potencial, escala 1:1000000. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, University of Kansas, Museum of Natural History, México. [consultada: 2016 Mayo 2]: www.conabio.gob.mx/información/gis/layouts/turd_graygw.png.
- Newmark WD, Stanley TR. 2011. Habitat fragmentation reduces nest survival in an Afrotropical bird community in a biodiversity hotspot. *PNAS*. 108(28): 11488-11493.
- Newton I. 1998. *Population limitation in birds*. San Diego: Academic Press.

- Nevoux M, Barbraud JC, Barbraud C. 2008. Breeding experience and demographic response to environmental variability in the white stork. *The Condor*. 110: 55-52.
- Nur N, Holmes AL, Geupel GR. 2004. Use of survival time analysis to analyze nesting success in birds: an example using loggerhead shrikes. *The Condor*. 106: 457-471.
- Prange S, Gehrt SD, Wiggers EP. 2003. Demographic factors contributing to high raccoon densities in urban landscapes. *Journal of Wildlife Management*. 67(2): 324-333.
- Reyes A, Souza, M. 1997. Listados florísticos de México XVII: Depresión Central de Chiapas.
- Ricklefs RE. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 9:1- 48.
- Ricklefs RE. 2000. Density dependence, evolutionary optimization and the diversification of avian life histories. *The Condor*. 102:9-22.
- Robinson TR, Robinson WD, Edwards EC. 2000. Breeding ecology and nest-site selection of song wrens in central Panama. *The Auk*. 117(2):345-354.
- Rodríguez-Ruíz ER, Garza-Torres HA, Ríos-Muñoz CA, Navarro-Sigüenza AG. 2011. The geographical distribution of Blue-gray Tanager (*Thraupis episcopus*) through antropogenically modified habitats in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82:989-996.
- Rotella JJ, Dinsmore, SJ, Shaffer TL. 2004. Modeling nest-survival data: a comparison of recently developed methods that can be implemented in MARK and SAS. *Animal Biodiversity and Conservation*. 27: 187-205.

- Ryder TB, Duraes R, Tori WP, Hidalgo JR, Loiselle BA, Blake JG. 2008. Nest survival for two species of manakins (Pipridae) in lowland Ecuador. *Journal of Avian Biology*. 39: 355-358.
- Shaffer LT. 2004. A unified approach analyzing nest success. *The Auk*. 121(2): 526-540.
- Schlaepfer MA, Runge MC, Sherman PW. 2002. Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology and Evolution*. 17: 474-480.
- Sofaer HR, Silett TS, Peluc SI, Morrison SA, Ghalambor CK. 2012. Differential effects of food availability and nest predation risk on avian reproductive strategies. *Behavioral Ecology*. [consultada 2016 marzo 15]; doi:10.1093/beheco/ars212.
- Thieme JL, Rodewald AD, Brown J, Anchor C, Gehrt SD. 2015. Linking grassland and early successional bird territory density to predator activity in urban parks. *Natural Areas Journal*. 35(4): 515-532.
- Thompson BC, Knadle GE, Brubaker DL, Brubaker KS. 2001. Nest success is not an adequate comparative estimate of avian reproduction. *Journal of Field Ornithology*. 72(4): 27-536.
- Török J, Tóth L. 1988. Density dependence in reproduction of the collared flycatcher (*Ficedula albicollis*) at high population levels. *Journal of Animal Ecology*. 57:251-258.
- Verhulst S. 1994. Supplementary food affects reproductive success in Pied Flycatchers (*Ficedula hypoleuca*). *The Auk*. 111:714-716.
- Weidinger K. 2002. Interactive effects of concealment, parental behavior and predators on the survival of open passerine nests. *Journal of Animal Ecology*. 71:424-437.

Yen CF, Klass EE, Kam YC. 1996. Variation in nesting success of the America robin, *Turdus migratorius*. *Zoological Studies*. 35:220-226.

Zhou D, Zhou C, Kong X, Deng W. 2011. Nest-site selection and nesting success of Grey-Backed Thrushes in Northeast China. *The Wilson Journal of Ornithology*. 123: 492-501.