

## Éxito de anidación de *Turdus grayi* (Passeriformes: Turdidae) en el Centro Ecológico Recreativo “El Zapotal”, Chiapas, México

Ana Karen Chanona Pérez, Jorge Castellanos Albores, Mónica González Jaramillo & José Luis Rangel-Salazar

Departamento de 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, México; akchanona@ecosur.edu.mx, jorge1058@gmail.com, mogonzalezjaramillo@gmail.com, jlrange@ecosur.mx

Recibido 08-VII-2016. Corregido 25-IV-2017. Aceptado 26-V-2017.

**Abstract: Nesting success of *Turdus grayi* (Passeriformes: Turdidae) at “El Zapotal” Recreational Ecological Preserve, Chiapas, Mexico.** Nesting success has been a surrogate to assess environmental changes that affect the reproductive success of birds, and to analyze changes that influence natality. We analyzed the nesting success of *Turdus grayi* at “El Zapotal” Recreational Ecological Preserve, Central Chiapas. During the 2015 breeding season, we intensively searched for active nests and evaluated habitat characteristics. We located a total of 56 nests of which 27 (48.2 %) were successful and 29 (51.7 %) were unsuccessful. Most unsuccessful nests (19) were depredated, while 8 (27.6 %) were abandoned and 2 (6.9 %) parasitized. Nesting success was 46 %. Depredation was the main mechanism of nest failure, mostly during incubation. We identified operating variables at site and patch scales. Through analysis of binary logistic regression models for each scale, we predicted which variables increased the probability of nesting success. We also performed a multivariate logistic regression analysis to rule out possible interactions among variables. At nest scale we found that nest height, ranging 4.2 - 5.1 m had increased nesting success, while at patch scale, the probability of nest success was greater at sites with a tree density  $\geq 12$ . Our results indicated that the probability of nesting success did not show a relationship between scales. We suggest a decoupling between scales and mechanism. Thus, habitat changes occurring at local scale did not seem to interfere with the patch scale. Also, our results showed that variation in characteristics at nest scale could also influence depredation, when depredation had been presented at random, since nests with medium and high probability of being successful, failed also for this reason. Thus, in order to understand the factors, mechanisms and life history characteristics influencing nesting success, we suggest that in addition to the environmental variables, future studies should also consider the bird nesting behaviour. Rev. Biol. Trop. 65 (3): 925-938. Epub 2017 September 01.

**Key words:** nesting success, nest depredation, nesting site characteristics, scale decoupling, logistic regression.

El éxito de anidación es uno de los componentes del éxito reproductivo de las aves e indicador fundamental de la natalidad, y así de la dinámica poblacional (Beissinger & Westphal, 1998; Clark & Shutler, 1999; Jehle, Yackel-Adams, Savidge, & Skagen, 2004; Nur, Holmes, & Geupel, 2004; Török & Tóth, 1988). Asociado al éxito de anidación, un proceso clave es la selección del sitio de anidación (Martin & Rooper, 1988), ya que las características del hábitat influyen en la probabilidad del destino del nido: exitoso o fallo (Martin &

Rooper, 1988; Weidinger, 2002; Newmark & Stanley, 2011). Se han descrito características del hábitat como la altura, el sustrato del nido, la densidad de arbustos, los riesgos antropogénicos, la cobertura vegetal que influyen en la variación de la probabilidad de éxito de anidación (Prange, Gehrt, & Wiggers, 2003; Chalfoun & Schimidt, 2012). En función de la cobertura vegetal se ha propuesto que el ocultamiento de nidos es determinante en la selección del sitio de anidación, ya que los sitios con mayor cobertura vegetal disminuyen

la detectabilidad de los nidos y como consecuencia la depredación (Martin & Rooper, 1988; Lomáscolo, Monmay, Malizia, & Martin, 2010). A su vez, la depredación de nidos es considerada como el principal factor limitante de la anidación (Ricklefs, 1969; Martin, 1995; Clark & Shutler, 1999; Borgmann & Conway, 2015). Sin embargo, las características del sitio de anidación y su área circundante; i.e, parche, cambian en tiempo y espacio, y provocan variaciones en el éxito de anidación (Aguilar, Días, Oliveira de Ita, & Macedo, 2008; Anich, Worland, & Martin, 2013). De este modo, el destino de los nidos podría estar relacionado con la escala en que se evalúa.

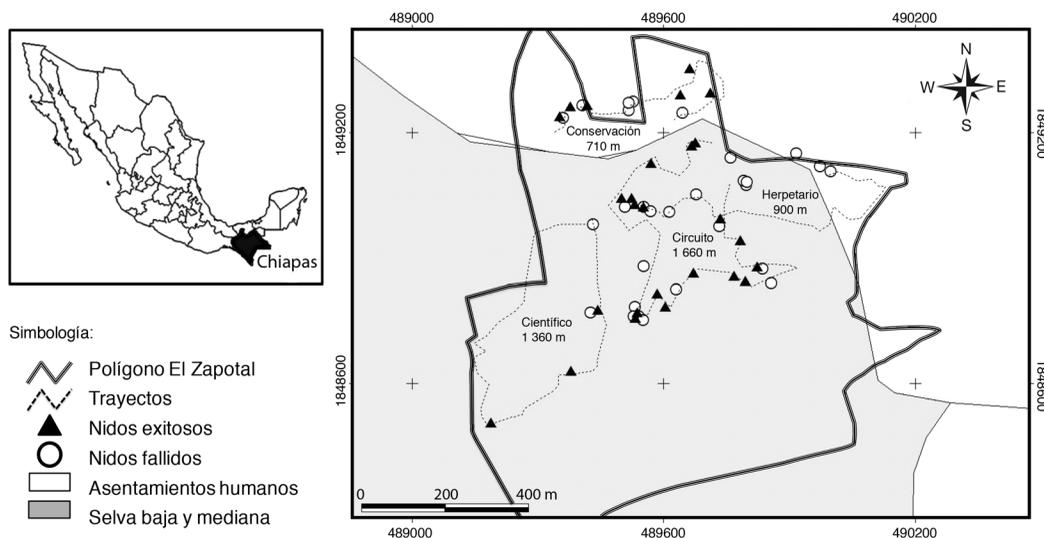
Las especies del género *Turdus* (e.g., *Turdus rufiventris*, *Turdus hortolorum*) tienen la capacidad de tolerar cambios ambientales y han sido consideradas como “especies modelo” para evaluar la dinámica poblacional (Lomáscolo et al., 2010; Zhou, Zhou, Kong, & Deng, 2011). Este es el caso de *Turdus grayi* (Rodríguez-Ruíz, Garza-Torres, Ríos-Muñoz, & Navarro-Sigüenza, 2011), una especie ampliamente distribuida en México, desde Nuevo León, Tamaulipas y toda la vertiente del Golfo, hasta la península de Yucatán, Oaxaca y Chiapas (Howell & Webb, 1995; Keeler, Yabsely, Gibss, McGraw, & Hernández, 2012). Su temporada reproductiva va de marzo a junio, construye nidos de copa y tiene un tamaño de nidada de dos a tres huevos. El periodo de anidación es de 32 días, incluyendo las etapas de: puesta (5 días), incubación (12 ó 13 días) y empollamiento (15 días) (Morton, 1971; Dyrce, 1983; Baicich & Harrison, 2005).

En este estudio analizamos el éxito de anidación de *Turdus grayi*, para lo cual: 1) estimamos la tasa de supervivencia diaria de los nidos, 2) determinamos cuál fue la etapa de más riesgo de fracaso del periodo de la anidación, y 3) identificamos las características del sitio de anidación a nivel de sitio y parche. De modo que retomamos la hipótesis de ocultamiento de nidos de Martin (1993) y evaluamos una posible relación positiva entre el éxito de anidación y el porcentaje de cobertura vegetal mediante modelos lineales generalizados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de febrero a junio 2015 en el Centro Ecológico Recreativo “El Zapotal” (CEREZ), ubicado en la región de la Depresión Central de Chiapas a 6 km al Suroeste de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México (16°43'03" N - 93°05'33" W) y su superficie es de 192 ha con un intervalo altitudinal de los 600 a 850 msnm. La temperatura media anual es de 24 °C, con precipitaciones medias anuales de 1000 mm (Fernández, 2010). El área presenta vegetación de selva mediana subperennifolia (con las especies dominantes *Brosimum alicastrum*, *Diospyros digyna*, *Manilkara zapota*) y selva baja caducifolia (con especies como *Alvaradoa amorphoides*, *Bursera simaruba*, *Jacquinia macrocarpa*). También alberga especies de fauna silvestre como *Crax rubra*, *Penelope purpurascens*, *Alouatta palliata mexicana* y *Dasyprocta mexicana* (Fernández, 2010). El CEREZ colinda con zonas que han tenido un cambio de uso de suelo de rural a urbano (Fernández, 2002; Mérida, 2000), motivo por el cual, en su interior existe la probabilidad de que se introduzca fauna doméstica. En el área también se encuentran las instalaciones del Zoológico Miguel Álvarez del Toro (ZooMAT). Las modificaciones ambientales podrían alterar a diferentes escalas la abundancia y diversidad de las aves (Rangel-Salazar, Enríquez, & Will, 2005).

**Localización, seguimiento y estimación de la tasa de supervivencia diaria de los nidos:** El estudio se basó en la distribución y densidad de los nidos de *Turdus grayi* observada en 2011 y 2012 (Chanona, 2013). También, se realizó búsqueda intensiva de nidos nuevos, en cuatro trayectos preestablecidos de aproximadamente 2 m de ancho, y en donde a partir de su línea central se delimitó una franja 6 m en ambos lados para la localización de los nidos. Las longitudes de los trayectos fueron las siguientes: 1) Científico (1360 m), 2) Circuito (1660 m), Herpetario (900 m) y 4) Conservación (710 m) (Fig. 1). Una vez ubicados los nidos, se consideró el inicio del periodo



**Fig. 1.** Centro Ecológico Recreativo El Zapotal (CEREZ) y nidos de *Turdus grayi*.

Los triángulos indican los nidos exitosos y los círculos los nidos fallidos.

**Fig. 1.** El Zapotal Ecological Preserve (CEREZ) and nests of *Turdus grayi*.

Triangles were successful nests while circles were unsuccessful nests.

reproductivo, al momento en que se localizó un nido con el primer huevo. Los nidos localizados fueron seguidos e inspeccionados por la mañana cada 3 ó 4 días, mediante un espejo cóncavo sujeto a un tubo extensible y cuando los padres se encontraban ausentes. Se consideró un nido exitoso cuando al menos uno de los polluelos realizó su primer vuelo (volantón), y un nido fallido cuando el nido fue abandonado después de su construcción, o si los huevos o polluelos desaparecieron antes de completar el periodo de anidación (King, Trutwin, Hunter, & Varner, 2013; Rangel-Salazar, Martin, Marshall, & Elnor, 2008). Con los días de anidación y el destino de los nidos, estimamos el éxito de anidación a través de la tasa de supervivencia diaria (TSD) de los nidos con el método de Mayfield (1975):  $TSD = 1 - (\text{número de nidos fallidos} / \text{total de días de exposición})$ .

Los días de exposición fueron el total de días que cada nido estuvo en observación (Mayfield, 1975; Jehle et al., 2004). Consideramos nidos activos aquellos que tenían al menos un huevo. En el caso de un nido construido y ocupado inicialmente por *T. grayi* fue

imposible la inspección del contenido ya que después fue ocupado por *Crotophaga sulcirostris*. Este nido lo excluimos y analizamos únicamente 47 nidos (i.e., 56 totales – 8 abandonados – 1 ocupado). Para la estimación del éxito de anidación del periodo de anidación (4 días de puesta, 13 de incubación y 15 de empujamiento), elevamos la TSD a la potencia de los días del periodo de anidación de *T. grayi* en el CEREZ (éxito de anidación =  $(TSD)^{32}$ ) (Jehle et al., 2004).

**Características del hábitat de anidación:** Los datos de cada nido fueron: 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 (m), (iv) diámetro a la altura del pecho (DAP) ( $\geq 7$  cm), (v) distancia del nido hasta el tallo de la planta, (vi) porcentaje de la cobertura de la planta donde se encuentra el nido y (vii) número de ramas que sostenían al nido. Concluido el periodo de anidación se delimitaron parcelas circulares de 0.05 ha (12.5 m) alrededor de cada nido, con el fin de registrar los siguientes datos del hábitat: (viii)

densidad de plantas, (ix) altura de los estratos, (x) área basal y (xi) suma basal. También medimos la frecuencia de personas cerca de los sitios de anidación, la distancia a viviendas, caminos y cuerpos de agua y de manera cualitativa la presencia o ausencia de riesgos naturales (e.g., derrumbes, inundaciones, incendios y lluvias y vientos destructivos) (Bibby, Burgess, & Hill, 1992; Ralph et al., 1996; Knutson, Gray, & Meier, 2007).

Debido a las diferencias entre las unidades de medida de las variables, los datos colectados en campo fueron estandarizados para evitar efectos de sesgo por los valores absolutos de cada variable (Guisande, Vaamonde, & Barreiro, 2011). Además, derivamos la variable “riesgos antropogénicos” mediante un índice aditivo para agrupar las variables de distancia de las viviendas, los caminos más la frecuencia de personas. Posteriormente, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para identificar los conjuntos de variables que formaron patrones de agrupación. Con el ACP determinamos los componentes formados a partir de las variables originales, lo que nos permitió diferenciar cómo el total de variables se separó significativamente en dos componentes principales que denominamos: 1) escala de sitio de anidación (local), y 2) escala alrededor del nido (parche del nido); por lo que los análisis y el modelaje subsecuentes, se realizaron para cada una de las dos escalas (Cuadro 1).

Además, generamos un modelo lineal generalizado (GLM) mediante un análisis de regresión logística binaria, donde consideramos nido exitoso y fallido (1 y 0, respectivamente) como la variable categórica dependiente. Para determinar las variables a incluir en los modelos de regresión logística y obtener sus ecuaciones, seleccionamos el procedimiento “introducir” con las variables que tuvieron un coeficiente de correlación  $R > 0.50$  y  $P < 0.05$ , y aquellas variables con una  $P < 0.20$ , pero que tuvieron un valor biológico y teórico congruente al propósito de la investigación (Harrell, Lee, & Mark, 1996). Simultáneamente, realizamos un análisis de regresión logística multivariante para descartar posibles interacciones

CUADRO 1  
Variables consideradas a escala local y parche del nido para el análisis de los sitios de anidación de *Turdus grayi* en el CEREZ

TABLE 1  
Variables considered to local and patch scale of the nest for the analysis of nesting sites of *Turdus grayi* at the CEREZ

| 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) ( $\geq 7$ cm) | Cinta diamétrica     | cm                   | 17.68  | 21.3                | 1.2                       |
|                 | Distancia del nido al tallo                         | Cinta diamétrica     | m                    | 1.61   | 2                   | 1.24                      |
|                 | Cobertura   | Densiómetro          | porcentaje           | 76.95  | 9.32                | 0.12                      |
|                 | Área basal  | $A = \pi * D^2 / 4$  | m <sup>2</sup> / ha  | 595.17 | 1 407.7             | 2.3                       |
| Parche del nido | Frecuencia de personas                              | conteo de individuos | individuos           |        |                     |                           |
|                 | Distancia a caminos                                 | Cinta diamétrica     | m                    | 3.4    | 2.2                 | 1.5                       |
|                 | Distancia a viviendas                               | Cinta diamétrica     | m                    | 6.2    | 12.5                | 2.01                      |
|                 | Distancia a cuerpos de agua                         | Cinta diamétrica     | m                    | 8      | 5.5                 | 0.68                      |
|                 | Riesgos antropogénicos                              |                      |                      | 1.34   | 0.82                | 0.61                      |
|                 | Densidad de plantas                                 | Conteo de individuos | individuos           | 10.25  | 3.02                | 0.29                      |

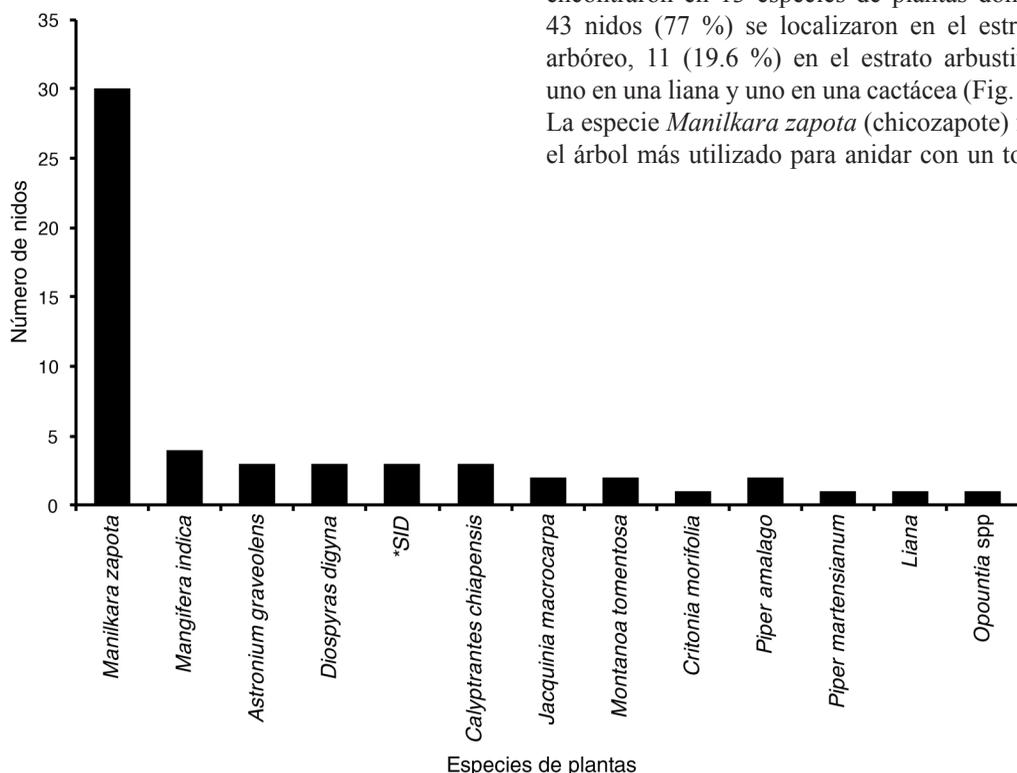
o confusión entre las variables (Guisande, Vaamonde, & Barreiro, 2011).

Para la selección de los modelos finales se utilizó el Criterio de Información de Akaike (AIC) y además se evaluó cada modelo mediante: (i) la valoración de la prueba diagnóstica, (ii) la prueba de Hosmer-Lemeshow y (iii) las medidas globales de bondad de ajuste (Aguayo & Lora, 2007). En seguida, se realizaron análisis de linealidad de la función logit y estimamos la probabilidad de éxito que cada nido obtuvo en su sitio. Finalmente, a partir de estas probabilidades realizamos: una categorización en tres niveles de éxito (baja, media y alta), un gráfico de dispersión, y analizamos la posible relación entre las dos escalas espaciales. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con IBM-SPSS versión 21.0.

## RESULTADOS

Encontramos un total de 56 nidos de *Turdus grayi*, de los cuales 27 nidos (48.2%) fueron exitosos y produjeron un total de 65 polluelos. Los 29 nidos restantes (51.7%) fueron fallidos, de los cuales 19 (65.5 %) fueron depredados (ver métodos), 8 (27.6 %) abandonados y 2 (6.9 %) nidos parasitados por *Molothrus aeneus* y *Crotophaga sulcirostris*. Los días acumulados para la estimación de exposición fueron 843.5. La tasa de supervivencia diaria de los nidos fue de 0.97 y la tasa de éxito de anidación fue 46 %. Durante la etapa de puesta, los nidos depredados fueron siete (35 %), en la etapa de incubación ocurrió la mayor cantidad 11 (55 %), y el nido restante (5 %) en la etapa de empollamiento.

**Características del hábitat:** Los nidos se encontraron en 13 especies de plantas donde, 43 nidos (77 %) se localizaron en el estrato arbóreo, 11 (19.6 %) en el estrato arbustivo, uno en una liana y uno en una cactácea (Fig. 2). La especie *Manilkara zapota* (chicozapote) fue el árbol más utilizado para anidar con un total



**Fig. 2.** Especies de plantas (\*árboles) utilizados por *Turdus grayi* para anidar en el Centro Ecológico Recreativo El Zapotal (CEREZ), Chiapas, México. Árboles sin identificar (\*SID).

**Fig. 2.** Plant species (trees) used by *Turdus grayi* at El Zapotal Ecological Preserve (CEREZ), Chiapas, México. (\*SID) Unidentifying trees.

de 30 nidos (69.8 %). 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. Con éstas variables, el modelo global clasificó adecuadamente en un 67 % a los nidos exitosos, ya que los Coeficientes de Variación de éstas variables mostraron una alta variabilidad (Cuadro 1). A pesar de esto las variables intervinieron sólo de manera aditiva y descartamos interacciones entre éstas. 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 o el fallo de la anidación (OR = 7 951.6). Respecto al destino de los nidos (Éxito-Fallo; Cuadro 3), las probabilidades obtenidas no se distribuyeron de manera proporcional, del total registramos 11 nidos (19.6 %) con probabilidades bajas de éxito y fallo, 42 nidos (75 %) para las probabilidades medias, y los tres nidos (5.4 %) restantes en la categoría de probabilidad alta. La más alta probabilidad registrada en esta última categoría fue del 76 %. Sin embargo, al utilizar los valores óptimos de campo la probabilidad se incrementó hasta el 92 % (Cuadro 2).

A escala de parche del nido, las variables que determinamos para el mejor modelo fueron: los riesgos naturales, distancia a cuerpos de agua, riesgos antropogénicos y la densidad de plantas. También estas variables intervinieron de forma aditiva sin presentar interacciones, aunque con un alto coeficiente de variabilidad; por lo cual y en el mejor de los casos, el modelo global clasificó a los nidos exitosos con un ajuste de 74.1 %. En este modelo, la densidad de plantas fue la variable que explicó el mayor cambio en órdenes de magnitud en el resultado final de los nidos (OR = 1.25; Cuadro 2). En relación al destino de los nidos, en este caso las probabilidades si presentaron distribuciones proporcionales con 19 nidos (33.9 %) en la categoría baja, 20 nidos (35.7 %) en la categoría media y 17 nidos (30.4%) en la alta (Cuadro 3). La probabilidad más alta de éxito fue de 89%, aunque con los valores óptimos esta probabilidad se incrementó al 90 % (Cuadro 2).

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

TABLE 2  
Models obtained of the nesting success of *Turdus grayi* with the predictive variables selected at two scales

| Escala | Modelo     | Valores                       | Ecuación  | OR*                                 | AIC    | Probabilidad |
|--------|------------|-------------------------------|---|-------------------------------------|--------|--------------|
| Local  | Nulo       |                               | Z = Constante   |                                     | 77.561 |              |
|        | Global     |                               | Z = -0.99(X1) + 7.47(X2) - 18.11(X3) + 8.98(X4)   | (0.99), (1 759.5), (0), (7951.6)    | 71.321 | 7 %          |
|        | Simulación | Máximos<br>Mínimos<br>Óptimos | Z = -0.99(X1) + 7.47(1) - 18.11(1) + 8.98(1)<br>Z = -0.99(X1) + 7.47(0.013) - 18.11(0) + 8.98(0)<br>Z = -0.99(X1) + 7.47(0.062) - 18.11(0.08) + 8.98(0.049)                         |                                     |        | 29 %<br>92 % |
| Parche | Nulo       |                               | Z = Constante   |                                     | 77.561 |              |
|        | Global     |                               | Z = -0.79(X1) - 1.45(X5) - 1.19(X6) - .51(X7) + 23(X8)  | (0.79), (0.23), (0.3), (0.5), (1.3) | 63.581 | 56 %         |
|        | Simulación | Máximos<br>Mínimos<br>Óptimos | Z = -0.79(X1) - 1.45(1) - 1.19(0.04) - .51(3.039) + 23(18)<br>Z = -0.79(X1) - 1.45(0) - 1.19(.927) - .51(0.07) + 23(5)<br>Z = -0.79(X1) - 1.45(0) - 1.19(.927) - .51(0.07) + 23(18) |                                     |        | 31 %<br>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 = 6.5 m, 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: razón de probabilidades (Odds ratios), los coeficientes se presentan según el orden de la ecuación.



CUADRO 3

Probabilidades del destino de los nidos de *Turdus grayi* a escala local y de parche

TABLE 3

Destinations probabilities of the nest of *Turdus grayi* at the local and patch scales

| Escala local |       |                   |                   | Escala parche del nido |                   |                   |                   |
|--------------|-------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Categoría    | Nido  | Probabilidad *    |                   | Categoría              | Nido              | Probabilidad *    |                   |
|              |       | Destino del Nido  |                   |                        |                   | Destino del Nido  |                   |
|              |       | <i>Exitoso</i>    | Fallido           |                        |                   | <i>Exitoso</i>    | Fallido           |
| Baja         | 17    |                   | 0.01 <sup>P</sup> | Baja                   | 12                |                   | 0.07 <sup>P</sup> |
|              | 52    |                   | 0.07 <sup>E</sup> |                        | 49                |                   | 0.08 <sup>S</sup> |
|              | 30    | 0.16              |                   |                        | 52                |                   | 0.09 <sup>E</sup> |
|              | 34    |                   | 0.22 <sup>P</sup> |                        | 53                | 0.12              |                   |
|              | 4     |                   | 0.23 <sup>I</sup> |                        | 7                 |                   | 0.14 <sup>A</sup> |
|              | 28    | 0.26              |                   |                        | 44                |                   | 0.14 <sup>A</sup> |
|              | 16    |                   | 0.28 <sup>P</sup> |                        | 26                |                   | 0.15 <sup>A</sup> |
|              | 47    |                   | 0.31 <sup>I</sup> |                        | 45                |                   | 0.21 <sup>I</sup> |
|              | 54    | 0.32              |                   |                        | 46                |                   | 0.22 <sup>I</sup> |
|              | 14    |                   | 0.32 <sup>I</sup> |                        | 8                 |                   | 0.23 <sup>A</sup> |
|              | 37    |                   | 0.33 <sup>A</sup> |                        | 4                 |                   | 0.26 <sup>I</sup> |
|              | 44    |                   | 0.34 <sup>A</sup> |                        | 2                 | 0.26              |                   |
|              | Media | 22                |                   |                        | 0.35 <sup>P</sup> | 6                 |                   |
| 29           |       |                   | 0.36 <sup>S</sup> | 14                     |                   | 0.27 <sup>I</sup> |                   |
| 24           |       | 0.36              |                   | 30                     | 0.28              |                   |                   |
| 15           |       | 0.40              |                   | 18                     | 0.29              |                   |                   |
| 5            |       |                   | 0.43 <sup>A</sup> | 5                      |                   | 0.30 <sup>A</sup> |                   |
| 56           |       | 0.44              |                   | 16                     |                   | 0.31 <sup>P</sup> |                   |
| 33           |       | 0.48              |                   | 35                     |                   | 0.33 <sup>P</sup> |                   |
| 53           |       | 0.48              |                   | 3                      | 0.34              |                   |                   |
| 13           |       | 0.48              |                   | 27                     |                   | 0.37 <sup>P</sup> |                   |
| 27           |       |                   | 0.48 <sup>P</sup> | 37                     |                   | 0.40 <sup>A</sup> |                   |
| 40           |       | 0.50              |                   | 29                     |                   | 0.42 <sup>S</sup> |                   |
| 12           |       |                   | 0.50 <sup>P</sup> | 17                     |                   | 0.43 <sup>P</sup> |                   |
| 51           |       |                   | 0.50 <sup>I</sup> | 56                     | 0.44              |                   |                   |
| 25           |       | 0.51              |                   | 15                     | 0.47              |                   |                   |
| 38           |       | 0.51              |                   | 50                     | 0.48              |                   |                   |
| 46           |       |                   | 0.51 <sup>I</sup> | 31                     |                   | 0.49 <sup>I</sup> |                   |
| 49           |       |                   | 0.52 <sup>S</sup> | 36                     |                   | 0.49 <sup>I</sup> |                   |
| 48           |       |                   | 0.53 <sup>A</sup> | 10                     | 0.51              |                   |                   |
| 36           |       |                   | 0.53 <sup>I</sup> | 55                     |                   | 0.51 <sup>I</sup> |                   |
| 31           |       |                   | 0.53 <sup>I</sup> | 43                     | 0.53              |                   |                   |
| 7            |       | 0.53 <sup>A</sup> | 22                |                        | 0.53 <sup>P</sup> |                   |                   |
| 45           |       | 0.54 <sup>I</sup> | 1                 | 0.56                   |                   |                   |                   |
| 8            |       | 0.54 <sup>A</sup> | 54                | 0.56                   |                   |                   |                   |
| 6            |       | 0.55 <sup>I</sup> | 20                | 0.57                   |                   |                   |                   |
| 55           |       | 0.55 <sup>I</sup> | 47                |                        | 0.59 <sup>I</sup> |                   |                   |
| 19           | 0.57  |                   | 40                | 0.61                   |                   |                   |                   |
| 43           | 0.60  |                   | 19                | 0.66                   |                   |                   |                   |
| 21           | 0.60  |                   | 28                | 0.67                   |                   |                   |                   |
|              |       |                   | Alta              |                        |                   |                   |                   |

CUADRO 3 (Continuación) / TABLE 3 (Continued)

| Escala local |      |                |                   | Escala parche del nido |      |                |                   |
|--------------|------|----------------|-------------------|------------------------|------|----------------|-------------------|
| Categoría    | Nido | Probabilidad * |                   | Categoría              | Nido | Probabilidad * |                   |
|              |      | Exitoso        | Fallido           |                        |      | Exitoso        | Fallido           |
| Alta         | 50   | 0.60           |                   |                        | 23   | 0.67           |                   |
|              | 23   | 0.61           |                   |                        | 42   | 0.67           |                   |
|              | 26   |                | 0.61 <sup>A</sup> |                        | 51   |                | 0.68 <sup>I</sup> |
|              | 35   |                | 0.62 <sup>P</sup> |                        | 13   | 0.68           |                   |
|              | 42   | 0.62           |                   |                        | 21   | 0.72           |                   |
|              | 1    | 0.62           |                   |                        | 9    |                | 0.72 <sup>I</sup> |
|              | 10   | 0.63           |                   |                        | 39   | 0.73           |                   |
|              | 2    | 0.63           |                   |                        | 34   |                | 0.73 <sup>P</sup> |
|              | 11   | 0.63           |                   |                        | 32   | 0.75           |                   |
|              | 18   | 0.63           |                   |                        | 33   | 0.76           |                   |
|              | 41   |                | 0.63 <sup>A</sup> |                        | 48   |                | 0.78 <sup>A</sup> |
|              | 39   | 0.64           |                   |                        | 24   | 0.80           |                   |
|              | 3    | 0.66           |                   |                        | 25   | 0.85           |                   |
|              | 9    |                | 0.69 <sup>I</sup> |                        | 11   | 0.89           |                   |
|              | 32   | 0.69           |                   |                        | 41   |                | 0.93 <sup>A</sup> |
|              | 20   | 0.76           |                   |                        | 38   | 0.96           |                   |

Superíndices que indican el momento y causa de la depredación del nido donde: A=Abandono; S=Parasitado; P=Puesta; I=Incubación; E=Empollamiento.

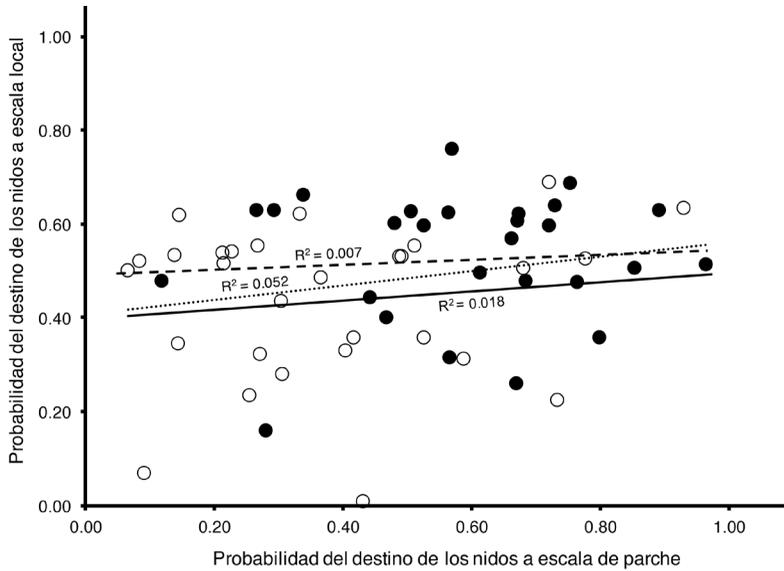
Al evaluar una posible relación entre la escala de nido y de parche en el éxito de anidación de *T. grayi*, la gráfica de dispersión y la línea de ajuste ( $R^2 = 0.052$ ;  $P > 0.09$ ) no mostraron relación alguna entre las dos escalas espaciales (Fig. 3). De hecho, la independencia entre escalas se observó en nidos que tuvieron alta probabilidad de éxito, sin embargo, fueron fallidos y casos contrastantes, donde en una escala, un nido tuvo baja probabilidad de éxito y éste mismo tuvo una alta probabilidad en la otra (Fig. 4).

## DISCUSIÓN

Comprender las características ambientales que influyen y determinan la variación en las tasas demográficas de una población (i.e., éxito de anidación) es fundamental para predecir la probabilidad de persistencia de las especies de aves en ambientes con presiones periurbanas, como El CEREZ. En nuestra

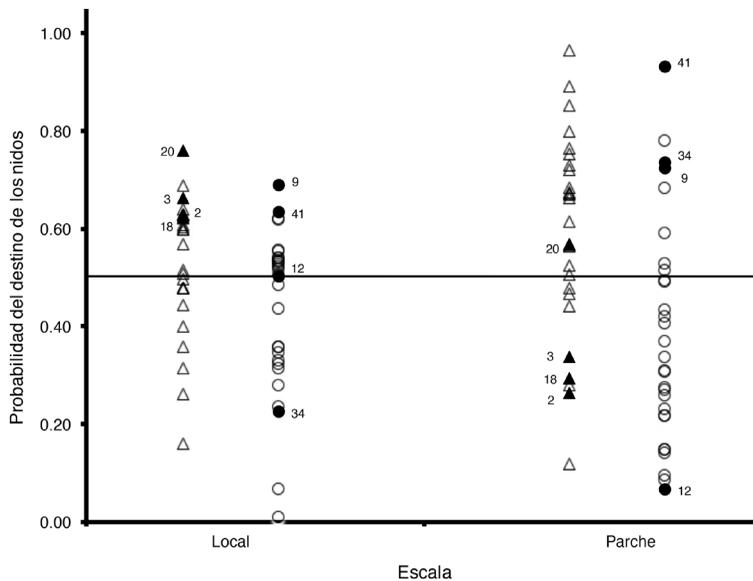
investigación, encontramos que el éxito de anidación de *Turdus grayi* varió dependiendo de las características ambientales circundantes. Así, la altura del nido y la densidad de árboles fueron fundamentales para el éxito de anidación, aunque la depredación fue la causa determinante que afectó negativamente el éxito de anidación de *T. grayi*.

La depredación suele ser más alta en los nidos de copa de aves terrestres y con crías altriciales (Lack, 1968; Martin, 1998; Ricklefs, 1969). Sin embargo, no vimos a todas las especies depredadoras de los nidos; sólo observamos a *Ortalis vetula* depredando huevos. En otros estudios hay evidencia que especies de aves como *Piana cayana* y *Quiscalus mexicanus* (también se encuentran en el CEREZ) son depredadores de nidos de *T. grayi* (Dyrce, 1983). Identificamos que la etapa de incubación fue la más probable de fracasar en el periodo de anidación; lo que coincide con otros estudios (Mikula, Hromada, Albrecht,



**Fig. 3.** Dispersión de las probabilidades del destino de los nidos (Triángulos = éxitos y Círculos = fallidos) de *Turdus grayi* a escala local y parche. La línea punteada es el ajuste entre las dos escalas. La línea negra es el ajuste a escala local y la línea con guiones el ajuste a escala parche del nido.

**Fig. 3.** Dispersion probabilities of the nest fate (Triangles = successful and Circles = unsuccessful) of *Turdus grayi* at local and patch scales. The dotted line is the fit between the two scales. The solid line is the fit at the local scale and the dashed line is the fit at patch scale.



**Fig. 4.** Probabilidades del destino de cada nido (Triángulos = éxitos y Círculos = fallidos) a dos escalas. Los números de las figuras en negro representan casos con probabilidades contrastantes de nidos. La línea negra sólida es la probabilidad de éxito de  $\pm 50\%$ .

**Fig. 4.** Nest fate dispersions probabilities (Triangles = successful and Circles = unsuccessful) of *Turdus grayi* at local and patch scales. The numbers of figures in black represent the contrasting cases of probabilities of nests. The solid black line is the probability of success of  $\pm 50\%$ .

& Tryjanowski, 2014; Morton, 1971; Zhou et al., 2011). El fracaso de los nidos en la incubación, podría estar relacionado con un mayor riesgo de depredación que se da por la sincronía entre esta fase reproductiva y una mayor demanda de alimentos durante el cuidado parental. La mayor presencia y actividad de los padres en los nidos provoca que sea más fácil su ubicación por los depredadores, como ocurrió con *O. vetula*. En sí, el incremento del cuidado parental en este periodo podría ser determinante (Morton, 1971; Conway & Martin, 2000; Molina, Maldonado, Oliverás de Itá, & Rojas-Soto, 2008). Nuestros resultados sugieren que la etapa de incubación es la de mayor sensibilidad para que ésta especie anide exitosamente. Sin embargo, por la limitación del tamaño de muestra nuestros resultados podrían ser considerados el preámbulo para estudios posteriores.

El éxito de anidación estimada de *T. grayi* (46 %) fue consistente con lo reportado para las aves Passeriformes (8 - 57 %) de los bosques tropicales (Robinson, Robinson, & Edwards, 2000). En especies de origen Neotropical como *Turdus migratorius* fue de 53.6 % (Yen, Klass, & Kam, 1996), el 16.9 % para *Turdus assimilis* y el 10.2 % para *T. grayi* (Lindell, O'Connor, & Cohen, 2011). El éxito de anidación que obtuvimos fue mayor a la estimada por Lindell et al. (2011) quienes registraron un total de 90 nidos y esto podría deberse a las diferentes condiciones ambientales y de vegetación entre los sitios de estudio.

En nuestro estudio, el modelo óptimo a escala local predijo a la altura como variable determinante del éxito de anidación, ya que los nidos localizados de 4.2 a 5.1 m de altura tuvieron una probabilidad más alta de ser exitosos, mientras que aquellos nidos construidos a una altura menor a este intervalo tendieron a fracasar cuando tuvieron más riesgo de ser depredados (Dyrcz, 1983). La altura de construcción del nido ha sido considerada como una estrategia evolutiva ante los depredadores (Latif, Heath, & Rotenberry, 2012). En relación a la cobertura vegetal esta variable no intervino significativamente en el modelo a escala local,

debido a que al medirla dejamos de lado la influencia y el efecto del tamaño de la copa del árbol donde *T. grayi* anidó, por lo que los porcentajes de cobertura altos con coeficientes de variación bajos, de manera tal que podríamos haber cometido sesgo y sobreestimamos estos. Se ha sugerido que la manera en que se mide y estima una variable de campo podría sesgar el rechazo de una hipótesis (Borgmann & Conway, 2015). No obstante lo anterior, a escala de parche de nido la variable densidad de plantas podría indicar de manera indirecta el efecto de la cobertura vegetal. Lo que sugiere que la relación que proponemos en nuestra predicción está presente. Sin embargo, en sentido estricto al no medir la cobertura de la vegetación circundante al nido, no podemos ser concluyentes de manera directa y soportar una posible relación directamente proporcional entre la cobertura de la vegetación y el éxito de anidación. Por lo que sugerimos que en futuros estudios se someta a prueba ésta relación con su hipótesis respectiva, mediante el control de las variables de manera experimental.

A pesar de que *T. grayi* tolera cambios en el ambiente y tiende a forrajear en zonas con influencia antropogénica (Stotz, Fitzpatrick, Parker III, & Moskovits, 1996; Álvarez, Medellín, Oliveras de Ita, Gómez de Silva, & Sánchez, 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 mostró que las probabilidades de éxito de anidación aumentaron cuando los riesgos antropogénicos disminuyeron. 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 antropogénicas que ocurren en el hábitat, ocasionan un incremento en el número de depredadores, y la disminución de la calidad de sitios de anidación (Ditchkoff, Saalfeld, & Gibson, 2006; Lomáscolo et al., 2010; Rangel-Salazar et al., 2008).

La distribución heterogénea de las probabilidades del destino de los nidos a escala local, sugiere que *T. grayi* dirige la construcción del nido en función de condiciones mínimas que le aseguren el éxito de anidación (75 % se concentró en probabilidades medias), confirmando que la altura (4.2 a 5.1 m) fue la variable que determinó el éxito de anidación. En contraste, en la escala de parche del nido, las probabilidades se distribuyeron homogéneamente, sugiriendo una condición aleatoria de las variables ambientales circundantes. En ambas escalas el análisis al interior de las categorías de probabilidades, se dio una serie de cambios contrastantes del destino de los nidos conforme aumentó la probabilidad. Así, mientras que en la categoría de probabilidad baja hay más porcentaje de nidos fallidos, en la intermedia se presentó de manera aleatoria y en la categoría alta, el resultado cambió a favor de los nidos exitosos. Lo que indica que entre más favorables fueron las condiciones de un nido, la probabilidad de éxito aumentó. Sin embargo, una probabilidad alta no necesariamente fue garantía de éxito. Por ejemplo, en ambas escalas observamos que a pesar de que un nido tuviera una probabilidad alta de ser exitoso, este falló y la causa del fallo fue la depredación. En si, el destino de un nido fallido fue equivalente a depredado. La falta de una relación entre las dos escalas, sugiere que los cambios que ocurren en las variables que intervienen en el modelo global a escala local, fueron independientes y parecen no interferir con las variables de la otra escala; a pesar de que la escala más fina está físicamente contenida en la escala más gruesa. Lo que indicaría que no existió concordancia de escalas y los efectos no se acoplan entre escalas.

Este desacoplamiento de las escalas podría ocurrir cuando las probabilidades del destino de los nidos (éxito-fallo), presentan patrones diferentes o contrarios (Jordano & Herrera, 1995; Schupp & Fuentes, 1995). La importancia del desacoplamiento radica en que es un mecanismo que podría actuar como filtro demográfico de forma secuencial a lo largo de un proceso (García, Chacoff, Herrera, & Amico, 2009). En la anidación podría ser fundamental para

completar el ciclo de las diferentes etapas del éxito de anidación de *T. grayi* y otras especies de aves. Independientemente de las escalas, la alternancia de las probabilidades podría ser un indicio de que *T. Grayi* ha desarrollado una respuesta evolutiva en sus rasgos de historia de vida (anidación), lo cual le ha permitido presentar tolerancia a las variaciones ambientales (Chase, 2002; Rodewald, 2002; Knutson et al., 2007). Considerando lo anterior, recomendamos que estudios futuros evalúen el comportamiento de anidación de las aves (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 por su apoyo brindado en campo. A Carlos Guichard y Gerardo Cartas, por permitirnos realizar nuestro estudio en el CEREZ, 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. A los revisores por sus valiosos comentarios para el manuscrito.

## RESUMEN

El éxito de anidación ha sido un indicador para evaluar los cambios ambientales que afectan el éxito reproductivo de aves, ya que permite analizar cambios que ocurren en la natalidad. En el presente estudio analizamos el éxito de anidación de *Turdus grayi* en el Centro Ecológico Recreativo "El Zapotal", Chiapas. Durante la temporada reproductiva del 2015, evaluamos las características del hábitat, presentes en los sitios de anidación a través de la búsqueda intensiva de nidos. Localizamos 56 nidos de los cuales, 27 (48.2 %) fueron exitosos y 29 (51.7 %) fueron fallidos. La mayoría de los nidos no exitosos (19) fueron depredados mientras que 8 (27.6 %) fueron abandonados y 2 (6.9 %) parasitados. El éxito de anidación fue de 46 %. La depredación fue el principal factor del fallo de los nidos. La incubación fue la etapa más susceptible a la depredación.

Identificamos que las variables del sitio de anidación operaron a dos escalas espaciales: local y parche del nido. A través del análisis de regresión logística binaria se obtuvo un modelo para cada escala, el cual predijo qué variables incrementaron la probabilidad de éxito de anidación. Además realizamos un análisis de regresión logística multivariante para descartar posibles interacciones entre las variables. A escala local encontramos 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  $\geq 12$  árboles. Los análisis indicaron que la probabilidad de éxito de anidación no presentó una relación entre la escala local y parche del nido. Lo que sugiere un desacoplamiento de escalas y mecanismos. Por lo cual los cambios que ocurren en las variables que intervienen a escala local parecen no interferir en la escala de parche del nido. Los resultados obtenidos mostraron que la variación en las características de los sitios de anidación podría influir en la depredación además de que la depredación podría haberse presentado de manera aleatoria ya que los nidos que presentaron probabilidades medias y altas de ser exitosos fallaron por esta causa. De este modo, con el fin de comprender los factores, mecanismos y características de historia de vida que influyen en el éxito de anidación, sugerimos que además de las variables ambientales, los estudios futuros deberán considerar el comportamiento de las aves anidantes.

**Palabras clave:** éxito de anidación, depredación de nidos, características del sitio de anidación, desacoplamiento de escalas, regresión.

## REFERENCIAS

- Aguayo, C. M., & Lora, M. E. (2007). *Cómo hacer una Regresión Logística binaria "paso a paso" (II): análisis multivariante*. Recuperado de: [http://www.fabis.org/html/archivos/docuwe/regresion\\_logistica\\_2r.pdf](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(3), 570-582.
- Baichich, P. J., & Harrison, C. J. O. (2005). *Nests, eggs, and nestlings of North American birds*. Nueva Jersey, USA: Princenton University Press.
- Becker, H. P., Dittmann, T., Ludwigs, D. J., Limmer, B., Ludwing, C. S., Bauch, C., ... Wendeln, H. (2008). Timing of initial arrival at the breeding site predicts age at first reproduction in a long-lived migratory bird. *PNAS*, 105(34), 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*, 62(3), 821-841.
- Bibby, J. C., Burgess, N. D., & Hill, A. D. (1992). *Bird census techniques*. London, England: 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(4), 646-660.
- Chalfoun, A. D., & Schimidt, K. A. (2012). Adaptive breeding-habitat selection: Is it for the birds? *The Auk*, 129(4), 589-599.
- Chanona, A. K. (2013). *La red de anidación de aves en la Reserva El Zapotal Chiapas, México* (Tesis inédita 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(2), 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.
- Dyrez, A. (1983). Breeding ecology of the Clay-colored robin *Turdus grayi* in lowland Panama. *IBIS*, 125(3), 287-304.
- Fernández, M. Y. (2002). *Áreas naturales en ciudades y su conservación: El caso de la avifauna de El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas* (Tesis inédita de maestría). El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- Fernández, M. Y. (2010). *Percepciones ambientales sobre una reserva ecológica urbana, El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas* (Tesis inédita de doctorado). El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa, Tabasco, México.

- García, D., Chacoff, N. P., Herrera, J. M., & Amico, G. C. (2009). La escala espacial de las interacciones planta-animal. En R. Medel, M. A. Aizen, & R. Zamora (Eds.), *Ecología y evolución de interacciones planta-animal: conceptos y aplicaciones* (pp. 133- 156). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Guisande, 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*. New York, USA: 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.
- Jordano, P., & Herrera, C. M. (1995). Shuffling the offspring: uncoupling and spatial discordance of multiple stages in vertebrate seed dispersal. *Ecoscience*, 2, 230-237.
- 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(4), 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., & Rotenberry, J. T. (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, London: 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(3), 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 of Ornithology*, 122(4), 674-680.
- Martin, T. E. (1993). Nest predation and nest sites. *BioScience*, 43(8), 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(2), 656-670.
- 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.
- Mayfield, H. F. (1975). Suggests for calculating nest success. *Wilson Bulletin*, 87(4), 456-466.
- Mérida, M. A. (2000). *Cien años de evolución urbana en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (1892-1992)* (Tesis inédita de maestría). Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, México.
- 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, 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(2), 32-34.
- Morton, E. (1971). Nest predation affecting the breeding season of the Clay-Colored Robin, a tropical song bird. *Science*, 171(3974), 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(28), 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(2), 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 M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial, & L. Ruiz-Montoya

- (Eds.), *La Diversidad Biológica en Chiapas* (pp. 265-296). México: Plaza y Valdés.
- 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 franztzii*) in Chiapas, México. *The Auk*, 125(2), 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(3), 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(3), 634-640.
- Rodríguez-Ruiz, E. R., Garza-Torres, H. A., Ríos-Muñoz, C. A., & Navarro-Sigüenza, A. G. (2011). The geographical distribution of Blue-gray Tanager (*Thraupis episcopus*) through anthropogenically modified habitats in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 989-996.
- Schupp, E. W., & Fuentes, M. (1995). Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant population ecology. *Ecoscience*, 2, 267-275.
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, W. J., Parker III, A. T., & Moskovits, K. D. (1996). *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago, Illinois: 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 behavior 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(3), 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(3), 492-501.