



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE AVES RESIDENTES EN UN  
PARQUE URBANO: EL PARQUE ECOLÓGICO CUBITOS,  
HIDALGO, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**P R E S E N T A :  
RENDÓN HERNÁNDEZ GEORGINA**

**DIRECTOR DE TESIS: DRA. IRIANA ZURIA JORDAN**

**PACHUCA DE SOTO, HIDALGO**

**2008**

Gracias mamá y papá ya que desde pequeña  
me enseñaron a guardarle un profundo  
respeto a la naturaleza.

## **El Nido**

Mira ese árbol que a los cielos  
sus ramas eleva erguido;  
en ellas columpia un nido  
en que duermen tres polluelos.

Ese nido es un hogar;  
no lo rompas, no lo hieras:  
sé bueno y deja a las fieras,  
el vil placer de matar.

Juan de Dios Peza

**"No hay mal imposible de vencer, ni batalla difícil de ganar; solo se necesita voluntad y fe"**

Georgina Rendón

**"Aprender sin pensar es inútil, pensar sin aprender peligroso"**

Confucio

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad y la dicha de cumplir uno de mis objetivos. A mis pápas ya que con su apoyo y comprensión lo he logrado y gracias a ellos aprendí que aún entre los mayores problemas y adversidades, la solución nunca será rendirse. A mis hermanos Clau y Omar por soportarme y hacerme la vida más feliz aún.

Gracias a mis abuelitos que gracias a su experiencia me han inculcado principios que jamás olvidare. A mis tíos y primos que siempre me han apoyado en especial a Oscar por acompañarme al parque, a Chio por ser mi psicóloga personal y no cobrarme. A mi tío Manuel por la ayuda dentro de mi formación académica, a mi tía Chave, por ser una gran mujer ya que con su ejemplo me mostró a superar grandes obstáculos. A Lore y a Erubiel por siempre estar cerca de mí.

A la Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan por su tiempo y el apoyo para la realización de mi tesis y por despertar en mí un interés más profundo en las aves.

A mis profesores por transmitirme sus conocimientos.

Agradezco a mis sinodales por dedicarle su tiempo para la revisión de mi tesis:

Dr. Gerardo Sánchez Rojas

Dra. Claudia Elizabeth Moreno Ortega

M. en C. Manuel Gonzáles Ledesma (por el apoyo de identificación de mis plantitas)

Dr. Raúl Ortiz Pulido

Biol. Ricardo León Rico

Dr. Ignacio Esteban Castellanos Sturemark

A mis grandes amigas Edith que nunca olvidare los momentos que pasamos juntas por ser una chica genial, a Yaz por siempre estar a mi lado, Miriam por toda la ayuda académica y por tus buenos consejos, a Caro por tu amistad, a Carmen por ser tan honesta conmigo, a Nelly por ser una amiga discreta. A todos los de la séptima generación de biología por acompañarme en mi travesía por esta Universidad, por las fiestas organizadas y por brindarme lo más preciado en la vida "la amistad".

A mis compañeros de Laboratorio por hacerme más amena y por el apoyo en los momentos inclementes de nuestro laboratorio Adriana, Alejandra, Paola, Vanessa, Laura, Pilar, Elizabeth, Cristian, Edel, A todos mis demás amigos que aunque no estemos cerca siempre los recordare y han formado parte muy importante dentro de mi vida.

A SEMARNAT-CONACYT por el financiamiento otorgado para este trabajo como parte del proyecto denominado "EFECTOS DE URBANIZACIÓN SOBRE COMUNIDADES DE AVES Y MAMIFEROS EN LOS MUNICIPIOS DE PACHUCA DE SOTO Y MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO, MÉXICO: EL PARQUE ECOLÓGICO CUBITOS." (clave FOSEMARNAT-2004-01-195) Clave de registro SEMARNAT-CONACYT: S0010-04-01-00195- 01-480)

## RESUMEN

El crecimiento urbano está provocando la destrucción de muchas áreas naturales alrededor o dentro de las zonas urbanas, con la consecuente pérdida de biodiversidad. En la actualidad resulta necesario crear espacios en las zonas urbanas donde se conserve el hábitat natural para muchas especies de flora y fauna silvestre, y que estos hábitats sean viables y sustentables. Para lograrlo, se necesitan aún estudios a fondo, y a largo plazo, sobre la diversidad existente en los ecosistemas urbanos y acerca de la influencia que tienen los procesos de urbanización y el paisaje circundante sobre las poblaciones y comunidades de flora y fauna silvestre. El objetivo de este trabajo fue conocer cuáles son algunas de las especies de aves que anidan, y cuál es su éxito reproductivo, en un parque urbano, el Parque Ecológico Cubitos localizado en la ciudad de Pachuca, Hidalgo. Adicionalmente se obtuvo información general sobre la biología reproductiva de las especies anidantes (temporadas de anidación, ubicación de los nidos, sustrato preferido, altura del nido sobre el suelo y tamaño de nidada) y se evaluó la influencia de las actividades humanas sobre el éxito de anidación. El Parque Ecológico Cubitos es un área natural protegida de 92 hectáreas inmersa en la ciudad de Pachuca, la vegetación dominante es matorral xerófilo y cuenta con dos principales zonas de manejo, la de uso intensivo y la no manejada. La búsqueda de nidos se realizó desde junio del 2005 hasta diciembre 2006. Se encontraron nueve especies anidando en el parque: *Columbina inca*, *Pyrocephalus rubinus*, *Sayornis saya*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Toxostoma curvirostre*, *Pipilo fuscus*, *Icterus sp.*, *Carpodacus mexicanus* y *Passer domesticus*. Las especies con mayor número de nidos fueron *C. mexicanus* y *C. brunneicapillus*. Se encontró una mayor densidad de nidos en la zona de uso intensivo del parque, particularmente en el bosque de coníferas. *Columbina inca* y *P. rubinus* obtuvieron un éxito de anidación promedio del 100%, mientras que para *C. mexicanus* el éxito de anidación fue sólo del 17% y para *C. brunneicapillus* e *Icterus sp.* fue de 0% en esta zona de manejo. Para la zona no manejada *T. curvirostre* obtuvo el 66.7 % de éxito de anidación, para *C. brunneicapillus* fue tan sólo del 10.5% de éxito de anidación promedio y para *Columbina inca* tiene el 0% de éxito. En general, la principal causa de fracaso reproductivo para los nidos de aves durante el 2005 y el 2006 se debió a la lluvia, seguida por la perturbación humana, específicamente el robo de nidos. Los sitios con mayor disturbio por parte de los transeúntes fueron el bosque de coníferas y el jardín botánico, lo cual se refleja en los datos de fracaso reproductivo, ya que la zona con mayor fracaso por perturbación humana fue la zona de uso intensivo. El Parque Ecológico Cubitos puede ser un área natural importante para la conservación de las aves en la ciudad de Pachuca. Sin embargo, las poblaciones de muchas especies se encuentran amenazadas debido a la perturbación humana y la depredación de nidos. Una de las medidas que se podría adoptar para incrementar el éxito reproductivo es mayor vigilancia para minimizar el robo de nidos.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. ANTECEDENTES</b>	
II.1 Efectos de la urbanización sobre la avifauna	2
II.2 Importancia de las áreas urbanas	6
<b>III. OBJETIVOS</b>	10
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	
IV.1 Área de estudio	11
IV.2 Trabajo de campo	
IV.2.1 Aves que anidan en el Parque Ecológico Cubitos y patrones generales de anidación	15
IV.2.2 Biología reproductiva	
IV.2.2.1 Ubicación de nidos	15
IV.2.2.2 Seguimiento de nidos	17
IV.2.3 Éxito de anidación y causas de fracaso reproductivo	18
IV.2.4 Influencia de las actividades humanas	19
IV.2.5 Biología reproductiva por especie	20
<b>V. RESULTADOS</b>	
V.1 Aves que anidan en el Parque Ecológico Cubitos y patrones generales de anidación	21
V.1.1 Densidad de nidos activos en las diferentes zonas del Parque Ecológico Cubitos	24
V.1.2 Otros datos de la temporada de anidación 2005	28
V.1.3 Otros datos de la temporada de anidación 2006	30
V.2 Éxito de anidación y causas de fracaso reproductivo	32
V.3 Influencia de las actividades humanas	36
V.4 Biología reproductiva por especie	37
<b>VI. DISCUSIÓN</b>	
VI.1 Aves que anidan en el Parque Ecológico Cubitos y patrones Generales de anidación	49

VI.2 Éxito de anidación y causas de fracaso reproductivo	51
VI.3 Importancia de los parques urbanos para la conservación de aves	53
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>55</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>56</b>
Anexo 1. Nidos activos encontrados del 9 de junio al 31 de diciembre de 2005 en el Parque Ecológico Cubitos	63
Anexo 2. Nidos activos encontrados del 9 de junio al 31 de diciembre de 2006 en el Parque Ecológico Cubitos	64

## I. INTRODUCCIÓN

El ser humano ha estado presente en la Tierra aproximadamente 800,000 años, un breve lapso comparado con la edad del planeta; sin embargo, la población humana ha aumentado a un ritmo impresionante y ha ampliado su distribución al grado de poblar la mayor parte del mundo (Solomon *et al.*, 2001). El hombre ha alterado prácticamente todos los paisajes y los ha moldeado para satisfacer sus necesidades, lo cual ha traído como consecuencia la perturbación de los sistemas biológicos que nos mantienen (Solomon *et al.*, 2001).

En la actualidad, aproximadamente el 80% de la población humana vive en zonas urbanas (World Resources Institute, 1996). En los próximos años, el crecimiento urbano descontrolado provocará que muchas áreas naturales alrededor o dentro de las zonas urbanas sean destruidas, con la consecuente pérdida de biodiversidad (Turner, *et al.*, 2004). En México, el crecimiento poblacional es una de las causas principales del deterioro y la fragmentación de los ecosistemas. La alta densidad de habitantes en muchas zonas ha provocado la desaparición de hábitats nativos. Si consideramos que sólo el 8.6% del territorio nacional corresponde a áreas naturales protegidas (INEGI 2004), resulta indispensable contar con otras áreas, como las zonas urbanas, en donde se pueda lograr la conservación de algunas especies. Por lo tanto, es necesario crear espacios en las zonas urbanas donde se conserve el hábitat natural para muchas especies de flora y fauna silvestre, y que estos hábitats sean viables y sustentables. Para lograrlo, se necesitan aún estudios a fondo, y a largo plazo, sobre la diversidad existente en los ecosistemas urbanos y acerca de la influencia que tienen los procesos de urbanización y el paisaje circundante sobre poblaciones y comunidades de flora y fauna silvestre.

La valoración de la riqueza y diversidad de aves es importante, ya que las aves son buenas indicadores de las condiciones ecológicas de un lugar (Fernández-Juricic y Jokimâki, 2001). Sin embargo, conocer la riqueza y la diversidad de aves en un sistema urbano no es suficiente para poder determinar si las condiciones del lugar son las adecuadas para que las poblaciones se mantengan a largo plazo. Es necesario

determinar también cuáles poblaciones de aves pueden reproducirse, y cuál es el éxito reproductivo de estas aves. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue conocer cuáles son las especies de aves que anidan, y cuál es su éxito reproductivo, en un parque urbano, el Parque Ecológico Cubitos en la ciudad de Pachuca, Hidalgo.

## **II. ANTECEDENTES**

### **II.1. Efectos de la urbanización sobre la avifauna**

Se prevé que para el año 2025 la población humana en las zonas urbanas de los países en vías de desarrollo llegará a los 4,000 millones de habitantes (tres veces más que la población urbana esperada para los países desarrollados) (Marzluff, 2001). Esto provocará un gran impacto sobre los ecosistemas naturales y seminaturales ya que se modificará aún más la estructura física y biótica del hábitat original y se afectarán diversos procesos ecológicos y evolutivos que influyen en la composición y estructura de las comunidades de fauna y flora de estas áreas (Marín-Gómez, 2005).

Como resultado de la intervención antrópica, un paisaje urbano generalmente se presenta fragmentado en un mosaico de ambientes diferentes, los cuales, para el caso de Norte América y Europa, en donde se tienen estudios detallados, pueden ser ocupados por especies de hábitos generalistas, de altas densidades y que potencialmente pueden competir por recursos con las especies “menos generalistas”, de densidades poblacionales más bajas (Marín-Gómez, 2005).

Desde el punto de vista geográfico, la urbanización puede ser medida por uno o varios atributos, como el tipo y la densidad de casas, la distancia a otras áreas urbanas, y el tipo y densidad de caminos (Mcintyre *et al.*, 2000). Una de las maneras efectivas para estudiar los efectos de la urbanización sobre la biodiversidad es a través de un gradiente de urbanización (McDonnell y Pickett, 1990). Otra aproximación ha sido la aplicación de la teoría ecológica de islas (MacArthur y Wilson, 1967), principalmente en parques urbanos que difieren en tamaño o edad (Suhonen y Jokimâki, 1988; Jokimâki,



1999; Fernández-Juricic, 2000). Se han realizado diversos estudios para tratar de entender cuál es el efecto de la urbanización sobre la vida silvestre. Muchos de estos trabajos se han enfocado en las aves (Rosenberg *et al.*, 1987; Fernández-Juricic y Jokimâki, 2001).

En el Hemisferio Norte las aves han sido utilizadas para estudiar los efectos de la urbanización utilizando el gradiente urbano-rural, especialmente a partir de la década de 1990 (Blair, 1996, 2001; Clergeau *et al.*, 1998, 2001; Germaine *et al.*, 1998; Marzluff *et al.*, 2001). Blair (1996, 2001), basándose en sus estudios del gradiente urbano-rural en California, encontró que en sitios con disturbio moderado se incrementó la riqueza de especies, la diversidad y la biomasa de aves, aparentemente debido a un cambio en la composición de las comunidades de plantas por la introducción de especies ornamentales y cambios en la estructura de la vegetación. Sin embargo, muchas especies nativas fueron reemplazadas por especies introducidas. Los sitios con mayor urbanización presentaron una menor diversidad de aves en general. Los resultados sugieren que las distintas especies responden de forma diferente a los cambios de urbanización. Este autor clasificó a las aves en tres grandes grupos: las evasoras que son sensibles a perturbaciones del hábitat y prefieren sitios naturales, las adaptadas que son generalmente omnívoras y forrajean sobre el suelo, y las explotadoras que dependen de los recursos humanos y tienen grandes densidades de poblaciones en los sitios más urbanizados.

Por su parte, Germaine *et al.*, (1998) analizaron la relación entre la abundancia de las aves y 19 variables que describían tres patrones de uso de suelo (estructura del hábitat, composición florística y relaciones espaciales) en un gradiente de urbanización en Tucson, Arizona. La densidad de casas fue la variable que mejor explicó la variación en la riqueza de especies de aves introducidas. La distancia a las áreas con vegetación nativa fue la variable que mejor explicó la riqueza de especies de aves nativas.

Clergeau *et al.*, (1998) compararon la avifauna de dos ciudades, Québec (Canadá) y Rennes (Francia), para investigar las respuestas generales de la avifauna en ecosistemas urbanos. Estas dos ciudades tienen una estructura urbana similar lo

que les permitió realizar su investigación a lo largo de un gradiente de urbanización (centro de la ciudad-área residencial rural) en ambos sitios; sin embargo, las dos ciudades difieren en clima y en el paisaje circundante. Los autores encontraron que, en primavera, la diversidad de aves incrementó conforme disminuyó la urbanización. Los autores también encontraron que las densidades de *Passer domesticus* y *Sturnus vulgaris* fueron similares en ambas ciudades. Los autores concluyen que el paisaje circundante no determina la variación de las especies dentro de las ciudades. Mencionan que los ambientes urbanos deben considerarse como un nuevo sistema ecológico en lugar de un sistema degradado.

Clergeau *et al.* (2001) analizaron el comportamiento de las aves en las ciudades en zonas urbanas y periurbanas a diferentes escalas espaciales. Los autores encontraron que a escala biogeográfica, la riqueza de aves incrementó conforme disminuyó la latitud a la que se localizan las ciudades. A escalas regionales, los autores observaron que el número de habitantes y el área de la ciudad no afectaron la riqueza de especies de aves. A escala local, la riqueza de especies en parques de diferentes tamaños no cambió en relación a la distancia del parque al paisaje periurbano. Los autores concluyen que a las escalas local y regional las comunidades de aves en paisajes urbanos son independientes de la diversidad de aves en paisajes adyacentes, y que las características locales del parque (e.g., diversidad y densidad de vegetación, heterogeneidad del hábitat) fueron las más importantes para determinar la riqueza de las aves.

En la región Neotropical, el conocimiento de los efectos de la urbanización sobre las comunidades de aves es todavía pobre. Se han realizado algunos estudios en fragmentos de bosque y parques, principalmente en Brasil y Argentina (Feninger, 1983 en Leveau y Leveau, 2004), pero sólo en pocas ocasiones se han estudiado las aves a través de un gradiente urbano-rural (e.g., Ruzszyk *et al.*, 1987; Reynaud y Thioulouse, 2000; Leveau y Leveau, 2004).

Por ejemplo, Leveau y Leveau (2004) analizaron la abundancia y distribución de aves presentes en un gradiente urbano (en el centro, áreas suburbanas-dentro de la

ciudad pero menos urbanizadas, y periurbanas-barrios ubicados en la periferia de la ciudad) en la ciudad de Mar del Plata Argentina durante la época reproductiva. Los autores encontraron una similitud entre las especies de aves de sitios suburbanos y periurbanos. La riqueza, la diversidad y la abundancia de aves aumentaron en las áreas suburbanas y estuvieron significativamente correlacionadas con la proporción de árboles y arbustos y de césped. Las aves exóticas como *Columba livia* y *Passer domesticus* fueron más abundantes en los sitios más urbanizados.

Sin duda, la urbanización provoca la fragmentación del hábitat natural, y esto, en general, tiene como consecuencia una disminución de la abundancia de aves, ya que se ven disminuidas la reproducción y la inmigración, y se incrementan los niveles de depredación y parasitismo (Clergeau *et al.*, 1998; Fernández- Juricic y Jokimâki, 2001; Hoover *et al.*, 1995; Roberts y Norment, 1999; Roth y Johnson, 1993; Seitz y Zegers, 1993). Sin embargo, estas respuestas son específicas para cada especie. Por ejemplo, el éxito reproductivo de *Hylocichla mustelina* depende del área total de la zona en la que anida (Roth y Johnson, 1993). Caso contrario se presenta en *Zenaida macroura*, en la que se considera que no existe diferencia significativa en el éxito reproductivo en hábitats continuos y en bordes con influencia humana (Rivera-Milán, 1996). De igual manera, *Sitta europaea* no presentó diferencias en el éxito reproductivo en parches pequeños y fragmentos mayores a 200 ha, probablemente debido a que esta especie anida en cavidades y éstas son influenciadas por otros factores como la competencia por sitios de anidación o en recursos como el alimento (Matthysen y Adriaensen, 1998).

El conocimiento de los efectos de la urbanización sobre los ecosistemas podría ser una herramienta útil a escala local que permitiría a planificadores urbanos tener un papel decisivo en el mantenimiento o mejoramiento de la biodiversidad. A su vez, la percepción de los ciudadanos hacia la naturaleza urbana puede influenciar significativamente el manejo de la biodiversidad a una escala regional, nacional y aun global (Clergeau *et al.*, 2001).

## II.2 Importancia de las áreas verdes urbanas

Dentro de las áreas urbanas se pueden implementar áreas verdes que llegan a ser un refugio importante para muchas especies de flora y fauna silvestre y ayudan a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades (Jokimâki y Huhta, 2000; McIntyre *et al.*, 2000), ya que proporcionan muchos beneficios (Sorensen *et al.*, 1998). En primer lugar se observan beneficios ambientales, como una mejora en la calidad del aire de las ciudades, ya que aportan oxígeno a la atmósfera y evitan tolvaneras, pueden contribuir a la recarga de los mantos freáticos, ayudan en el control de inundaciones así como en la estabilización de suelos y la reducción de ruidos. Las áreas verdes dentro de las ciudades ayudan también a mejorar el clima en la ciudad, debido a que se puede ver disminuida la velocidad del viento hasta en un 60% o más en áreas residenciales con cobertura arbórea moderada, además de influir sobre el grado de radiación solar y la humedad (Sorensen *et al.*, 1998). El efecto de los árboles y todo tipo de vegetación permite también una reducción en el consumo de energía debido a que se experimenta menos calor en áreas con mayor vegetación. Por ejemplo, en centros urbanos con escasa o nula vegetación y extensas áreas pavimentadas, se observa un incremento en la temperatura lo que provoca lo que se conoce como el efecto de "isla de calor urbano", donde una ciudad se calienta rápidamente y mantiene las altas temperaturas aún durante la noche, ya que las superficies disipan el calor del sol muy lentamente. A medida que la temperatura de la ciudad se eleva, también lo hacen los contaminantes transportados por el viento y el smog, por lo que la vegetación ayuda también a disminuir estos efectos (Sorensen *et al.*, 1998).

En segundo lugar, se observan beneficios económicos directos a los humanos, por ejemplo, se pueden aprovechar los recursos de las áreas verdes urbanas como madera y algunos productos agrícolas, así como una variedad de productos forestales no maderables, como artesanales y miel de abeja. Los beneficios globales a la sociedad son significativos ya que los árboles y todo tipo de vegetación favorecen la salud mental y física de la población, y las áreas verdes en general funcionan como sitios de esparcimiento, descanso y educación, ya que permiten la convivencia cercana entre las

personas y la naturaleza, además de mejorar la estética de las ciudades (Miller y Hobbs, 2000; Sorensen *et al.*, 1998).

Algunas especies de fauna silvestre también se ven favorecidas con la presencia de áreas verdes dentro de las ciudades. Existen diversos trabajos que han analizado la importancia de los parques urbanos para las aves. En general se acepta que hábitats complejos, en cuanto a la estructura de la vegetación, pueden alojar a un mayor número de especies que presenten diferentes requerimientos de hábitat (Blair, 1996; Fernández-Juricic y Jokimâki, 2001).

Las principales causas que influyen en la avifauna en áreas verdes urbanas son los factores ambientales como la superficie del parque, seguido por la perturbación antrópica (ruido ambiental), y la distancia a la "fuente" de individuos (Blair, 1996; Gonzáles-Oreja, 2006). Por ejemplo, Fernández-Juricic y Jokimâki (2001) indican que los factores más importantes que determinan la distribución de especies de aves en los parques urbanos son el tamaño de los parques, la conectividad entre ellos, el efecto del borde, la estructura del hábitat y la perturbación por los humanos. Algunos autores no han encontrado efecto de la estructura de la vegetación sobre la riqueza de especies de aves (Blair, 1996; Gonzáles-Oreja, 2006), sin embargo otros autores mencionan que la estructura de la vegetación de los parques es determinante en la diversidad de aves (Blair 1996; Buzo-Franco y Hernández-Santín, 2004; Fernández-Juricic y Jokimâki, 2000). La vegetación introducida en los parques urbanos puede jugar un papel importante en la estructura de las comunidades de aves; por ejemplo el trueno (*Ligustrum japonicum*) es muy abundante en parques urbanos de Puebla y es aprovechado por algunas aves como los colibríes, quienes encuentran mayores cantidades de néctar en este tipo de vegetación exótica (Buzo-Franco y Hernández-Santín, 2004).

Muchas especies de aves tienen un intervalo de tolerancia muy amplio para soportar el estrés ambiental provocado por actividades antrópicas, y algunas son incluso capaces de adaptarse a ellas (Matthysen y Adriaensen, 1998), por lo que tienen preferencia por estas zonas como *Carpodacus mexicanus*, *Passer domesticus* y

*Columbina inca* (Blair, 1996; Clergeau *et al.*, 1998). En cambio, las especies nativas en general prefieren sitios donde no ha intervenido el hombre (Blair, 1996). Con respecto a esto se han realizado diversos estudios en Estados Unidos y todos coinciden en que los hábitats urbanizados pueden soportar una alta densidad de aves anidantes, sin embargo dominan las especies invasoras y las generalistas (Rosenberg *et al.*, 1987). Sin embargo, aún hay que comprender la relación entre factores tales como el alimento, la disponibilidad de los sitios convenientes para la anidación, la competencia intra e interespecífica y la depredación, ya que se han reconocido como factores importantes en la determinación de la selección del hábitat y de la estructura de las comunidades de aves en zonas urbanas (Jokimâki y Huhta, 2000).

Otro aspecto importante que debe considerarse en los estudios de aves en zonas urbanas es el éxito de anidación o éxito reproductivo de los organismos. La presencia de las aves en un área verde urbana no es garantía de que el sitio sea apropiado para la reproducción. Algunos hábitats dentro de las áreas urbanas pueden ser atractivos para ciertas especies de aves, sin embargo, si las aves no pueden reproducirse con éxito, estas áreas podrían estar funcionando como sumideros de individuos (Gates y Gysel, 1978). Por ejemplo, en las zonas urbanas las aves podrían verse atraídas a anidar en ciertas áreas como parques o camellones, pero al mismo tiempo estas áreas podrían atraer a depredadores de nidos, por lo que se observaría un bajo éxito reproductivo de las aves debido a la depredación. Obtener información de la biología reproductiva de las aves y su desempeño (e.g., éxito de anidación) es muy importante para poder identificar medidas adecuadas para la conservación de muchas especies (Green, 2004).

Como se mencionó anteriormente, el contacto con los humanos incrementa el riesgo de depredación y el parasitismo (Jokimâki y Huhta, 2000; Haskell *et al.*, 2001). Esto ha sido apoyado con experimentos con nidos artificiales en donde se ha demostrado que la depredación es más frecuente en pequeños parches de vegetación (Hoover *et al.*, 1995; Matthysen y Adriaensen, 1998; Braden, 1999). La competencia con otras aves, ya sea por la disponibilidad de recursos como el alimento o los sitios de

anidación son otros riesgos a los que están sometidos los nidos en parques urbanos (Simons y Simons, 1990).

En México, todavía hay pocos estudios de aves en zonas urbanizadas. Nosedal (1987) estudió la relación existente entre la capacidad de adaptación de las especies de aves, su modo de alimentación y el grado de urbanización en parques de la ciudad de México (Buzo-Franco y Hernández-Santín, 2004). En Puebla, Díaz Ordaz (2003) y Buzo Franco y Hernández Santín (2004) realizaron estudios de aves en ambientes urbanizados, principalmente en parques de la ciudad y su entorno. Estudiaron la relación entre la riqueza y la frecuencia de aparición de las especies, y distintas variables ambientales de los parques, como la estructura del hábitat (coberturas de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, y densidad relativa de árboles) y la perturbación antrópica del medio (cobertura de pavimento y niveles de ruido). En general, concluyeron que los parques grandes comparten características que les permiten alojar mayor número de especies, siendo el área del parque la más importante seguida del ruido provocado por los humanos (Buzo-Franco y Hernández-Santín, 2004).

La implementación de planes de manejo adecuados en los parques urbanos permitiría complementar las actividades recreativas de la población y la conservación de la vida silvestre y demás servicios que proporcionan a la comunidad (Miller y Hobbs, 2000). Estos planes de manejo son especialmente necesarios en los países en vías de desarrollo, donde los planes de desarrollo urbano muchas veces no contemplan la importancia de estas áreas verdes para poder tomar decisiones sobre la conservación de los organismos.

### **III. OBJETIVOS**

#### **Objetivo general**

-Determinar cuáles son las especies de aves que anidan en el Parque Ecológico Cubitos y obtener diferentes parámetros relacionados con su anidación.

#### **Objetivos particulares**

- Conocer los patrones generales de anidación (zona de anidación y densidad de nidos, ubicación de los nidos, sustrato preferido, altura del nido sobre el suelo, tamaño de nidada y temporada de anidación) mediante nidos activos e inactivos encontrados en el Parque Ecológico Cubitos.

- Determinar el éxito de anidación de las especies presentes en las diferentes zonas de manejo del parque (zona no manejada y zona de uso intensivo) e identificar las causas de fracaso reproductivo por medio de los nidos activos.

-Evaluar la influencia de las actividades humanas sobre el éxito de anidación (presencia de visitantes).



## IV. MATERIAL Y MÉTODOS

### IV.1 Área de estudio

El Parque Ecológico Cubitos es un área natural protegida que abarca 92 hectáreas y se localiza en la porción sur del estado de Hidalgo (Figura 1), entre los 20° 06'33'' y 20° 07'39'' de longitud norte y 98° 44'60'' y 98° 45'00'' de longitud oeste, abarcando los municipios de Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma (COEDE, 2004).

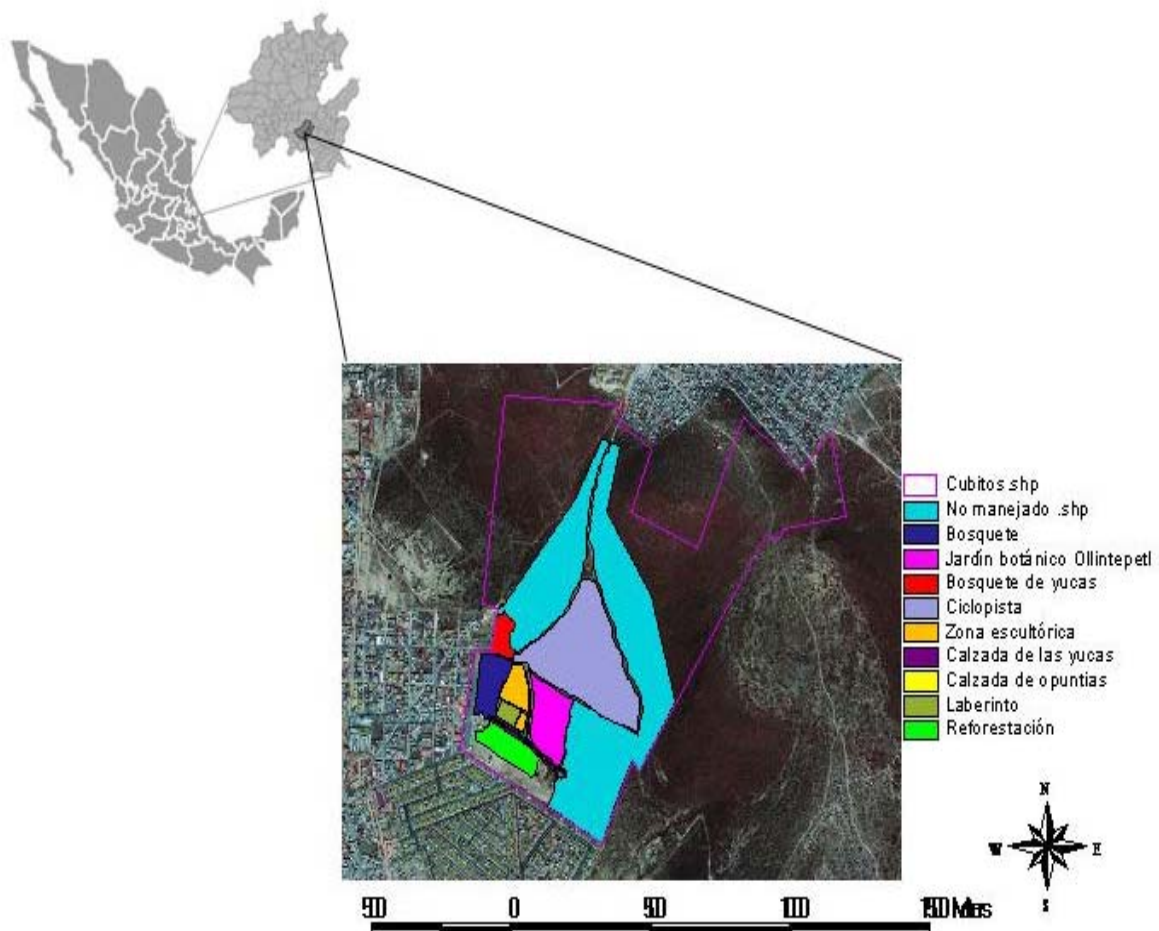


Figura 1. El "Parque Ecológico Cubitos" ubicado en los municipios de Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma, en la porción sur del Estado de Hidalgo. Se muestra el polígono del parque y las zonas que fueron muestreadas durante las temporadas de anidación de 2005 y 2006.

Se encuentra a una altitud de entre 2265 y 2420 msnm (COEDE, 2004). El parque está rodeado por la zona urbana de la ciudad de Pachuca por lo que resulta un excelente modelo para realizar estudios referentes a los efectos de la urbanización sobre la flora y fauna silvestres. El parque fue creado el 28 de marzo de 1994 y decretado como parque estatal en diciembre del 2002 (COEDE, 2004) “como resultado de la valoración ecológica de un sitio con alto valor paisajístico, definido por la riqueza de los elementos bióticos y abióticos y por la necesidad de ofrecer una alternativa de tipo recreativa y cultural a los habitantes de la ciudad de Pachuca” (COEDE, 2004).

Dentro del parque no se encuentra establecido ningún centro de población humana, sin embargo, se encuentra altamente influenciado por las colonias aledañas como Cubitos, La Raza, Fraccionamiento Bosques del Peñar y Adolfo López Mateos. La principal problemática involucra aspectos de erosión de suelo, presión demográfica y saqueo de recursos naturales, así como invasión de fauna nociva (COEDE, 2004).

El parque presenta un clima semi-seco templado con verano cálido. Anualmente la temperatura máxima se registra en los meses de abril y mayo con 16.2 °C y 16.3°C respectivamente, y la mínima en diciembre y enero con 12.1 °C (INEGI, 1993). En cuanto a la precipitación, los meses con más lluvia son junio con 66.6 mm y septiembre con 68.7 mm, mientras que diciembre registra los valores mínimos con 5.8 mm (INEGI, 1993). En el mes de enero se registra el mayor número de heladas, seguido de diciembre y febrero. Mayo presenta el valor más alto de granizadas seguido de junio (COEDE, 2004).

El principal tipo de vegetación en el parque es el matorral xerófilo que se encuentra subdividido en matorral micrófilo, matorral rosetófilo y matorral crasicale. El parque cuenta además con otros tipos de vegetación como pastizal, un bosque de coníferas, un bosque de yucas y un jardín botánico con cactáceas (COEDE, 2004). Entre la vegetación correspondiente al matorral xerófilo abundan especies como *Agave lechuguilla*, *Hechtia podantha*, *Coryphantha sp.*, *Stenocactus sp.*, *Senecios praecox*, *Yucca filifera*, *Opuntia streptacantha*, *Opuntia spinulifera*, *Opuntia robusta*, *Schinus molle*, entre otros (COEDE 2004).

Aunque se tiene una estimación sobre las especies de fauna que habitan en el parque, es necesario hacer estudios serios y con fundamentos. En cuanto a la mastofauna, se tienen registradas 17 especies de mamíferos (Alberto Rojas, datos no publicados) entre ellos se mencionan algunos posibles depredadores de nidos de las aves que habitan el parque como *Bassariscus astutus* (cacomixtle), *Spermophilus variegatus*, (ardilla), *Urocyon cinereoargenteus* (zorro gris), así como perros y gatos domésticos (Iriana Zuria, datos no publicados).

En cuanto a la avifauna, el COEDE cuenta con un listado preliminar donde se tienen registradas 23 especies de aves, incluyendo tres especies amenazadas y dos con protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2001(SEMARNAT 2001). Actualmente se realiza un estudio y monitoreo de las aves residentes y migratorias mediante observaciones y captura y marcaje de individuos utilizando redes de niebla. Los resultados preliminares de este monitoreo indican que el número de especies que habitan el parque es de más de 60 (Iriana Zuria, datos no publicados).

El parque está dividido en dos principales zonas de manejo (Figura 1) (COEDE 2004):- Zona de uso intensivo: cuyo objetivo es el facilitar el desarrollo de infraestructura para las actividades de recreación, educación ambiental y programas que armonicen con el medio ambiente. En esta zona se permite el acceso al público y, en general, la vegetación dominante no es la original. A su vez, esta zona se encuentra dividida en:

- Arboretum o bosquete de coníferas: presenta un área de 1.7 ha y está compuesto principalmente por pinos y otros árboles introducidos con el fin de evaluar la adaptabilidad de las especies a un clima diferente a su hábitat natural y asegurar que las reforestaciones que se hagan en la región con estas especies sean las adecuadas. Esta zona contiene andadores.
- Laberinto y zona escultórica: presenta un área de 1.5 ha y presenta también árboles y arbustos introducidos y andadores.
- Jardín botánico "Ollintepetl": esta zona presenta un área aproximada de 2.7 ha y permite preservar el patrimonio florístico y etnobotánico local y regional, constituyéndose en un elemento determinante para la conservación y la

creación de una cultura ecológica. Contiene principalmente cactáceas y plantas suculentas provenientes de las regiones semiáridas del Valle de México, Valle del Mezquital y afluentes del Río Amajac, Metztitlán y Moctezuma, además del estado de Querétaro. Esta zona contiene andadores.

- Ciclopista: comprende una zona que se encuentra rodeada de una pequeña ciclopista que permite a los visitantes realizar sus actividades deportivas al aire libre. En esta zona se encuentran especies nativas del estado de Hidalgo, cactáceas y agaves principalmente. El área ocupada por la ciclopista es de 9.2 ha.
  - Zona de reforestación: es una zona a la entrada del parque en donde la vegetación original había sido eliminada. Actualmente se está reforestando con plantas nativas y abarca un área de 1.7 ha.
  - Calzada de las yucas: ocupa 0.4 ha y cuenta con yucas, algunas con más de 300 años de vida, que fueron trasladadas de varias partes del estado.
  - Calzada de las opuntias: abarca 0.2 ha de área y muestra especies existentes en el estado de Hidalgo, principalmente opuntias y agaves.
  - Bosquete de yucas: ocupa un área de 0.7 ha y está compuesto por *Yucca filifera*, *Dasyllirion acrotriche*, *Yucca elephantides* y *Agave salmiana*, entre otros, y contiene andadores.
- Zona no manejada o de uso restringido: el principal objetivo es la conservación de especies nativas, raras o en peligro de extinción y asegurar los eventos reproductivos de la flora y fauna. Se ubica principalmente entre los cerros de Cubitos y Zopilote y presenta una gran variedad de plantas como yucas, agaves y cactáceas, entre otras. En esta zona el acceso al público no está permitido (COEDE 2004). Esta zona cuenta con un área aproximada de 67.0 ha.

El presente estudio se limitó a las siguientes zonas del parque: Zona manejada (Arboretum o bosquete de coníferas, bosquete de yucas, jardín botánico, calzada de las yucas, ciclopista, calzada de las opuntias, zona de reforestación) y una porción de la zona no manejada (25.3 hectáreas mostradas en azul en la Figura 1).

## **IV.2 Trabajo de campo**

### **IV.2.1 Aves que anidan en el Parque Ecológico Cubitos y patrones generales de anidación**

El trabajo de campo se llevó a cabo del 9 junio de 2005 al 31 de diciembre de 2006. Para conocer cuáles son las especies de aves que anidan en el parque se realizaron observaciones sobre la conducta de los individuos y se buscaron nidos en las zonas del parque antes mencionadas (Figura 1). Para los datos de biología reproductiva, sólo se consideraron aquellas especies para las cuales se encontraron nidos en el parque durante el periodo de muestreo. Los detalles del muestreo, localización y seguimiento de nidos se presentan en la siguiente sección.

Todos los nidos se referenciaron geográficamente utilizando un Garmin GPS 12 Personal Navigator. Posteriormente los datos se incluyeron en un sistema de información geográfica, utilizando ArcView (ver. 3.2, ESRI) y una imagen de satélite (IKONOS-2, Noviembre 2004, 1-m de resolución). Utilizando ArcView se calcularon las áreas totales de cada zona del parque. Se calculó también la longitud total de los caminos y andadores pertenecientes a cada zona. Se elaboraron mapas para calcular la densidad de nidos por zona, la densidad de andadores, las distancias entre nidos y la distancia a los andadores y caminos.

### **IV.2.2 Biología reproductiva**

#### **IV.2.2.1 Ubicación de nidos**

La búsqueda de nidos se realizó desde el 9 de junio de 2005 hasta el 31 de diciembre de 2006. El esfuerzo de muestreo (número de horas totales de búsqueda activa de nidos y número de horas de búsqueda activa de nidos por hectárea) se muestra en la Figura 2. En general, las observaciones se realizaron entre las 9:00 y las 16:00 hrs., durante tres días por semana en promedio.

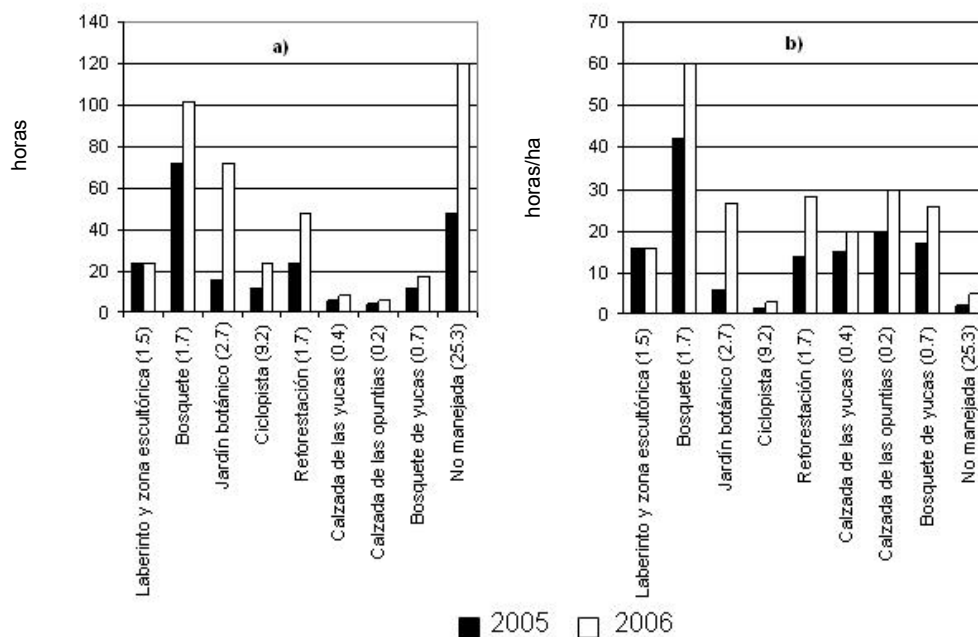


Figura 2. Esfuerzo de muestreo para las diferentes zonas del Parque Ecológico Cubitos del 9 de junio de 2005 al 31 de diciembre de 2006. a) Esfuerzo de muestreo medido como el número total de horas de búsqueda activa de nidos. b) Esfuerzo de muestreo normalizado por el área muestreada (número de horas de búsqueda activa de nidos/hectárea). Al lado de cada zona y entre paréntesis se muestra el área revisada en ha.

Con el fin de ubicar los nidos, se buscó en cada planta (árboles y arbustos, incluyendo a las cactáceas), de las áreas antes mencionadas, la existencia de nidos. Para determinar si un nido estaba activo o inactivo se realizaron observaciones de actividad (presencia de los adultos, actividades de construcción o reparación de nidos) en cada uno en tres visitas posteriores a la fecha en que se encontró el nido. Para determinar la especie en el caso de los nidos inactivos se utilizaron guías de campo (Ralph *et al.*, 1996). Para diferenciar los nidos inactivos de temporadas anteriores de los nidos activos, se consideró la estructura y composición del nido. Por ejemplo, los nidos activos se encuentran forrados de material fino, como pasto, plumas y pelo. Los nidos inactivos se encuentran más deteriorados y generalmente no se encuentran forrados de material fino. Durante el 2006 sólo se revisaron los nidos activos.

La ubicación de nidos activos también se realizó haciendo observaciones de adultos que transportaban materiales para la construcción del nido en el pico o las patas, además de observaciones en las fuentes potenciales de material de nidificación (Ralph *et al.*, 1996). Una vez ubicado un adulto (principalmente hembras) con material para la construcción del nido, éste se siguió con ayuda de binoculares, para localizar el sitio donde se encontraba el nido. En aves terrestres, principalmente las hembras son las que construyen el nido, incuban los huevos y atienden a los polluelos (Ralph *et al.*, 1996).

Se realizaron también observaciones de las conductas de cortejo, vocalizaciones y sitios de percha. Las observaciones de conducta de los adultos ayudaron a localizar nidos activos. Otra técnica para la localización de nidos fue por medio del llamado de los polluelos dirigido hacia sus padres y por las visitas que realizaron los adultos al nido llevando alimento (Ralph *et al.*, 1996).

#### **IV.2.2.2 Seguimiento de nidos**

Una vez detectados, los nidos activos se observaron desde una distancia de aproximadamente 15 m, con el objetivo de no interferir con las actividades reproductivas (Ralph *et al.*, 1996). El nido se observó durante un periodo de tiempo suficiente para observar la llegada o salida de los adultos del nido, lo cual permitió identificar a la especie. Posteriormente se revisó el nido para registrar la presencia de huevos o polluelos. Estas observaciones se hicieron cuando los adultos estuvieron fuera del nido para no interferir con la puesta de huevos o con actividades de anidación. Para la búsqueda y el seguimiento de nidos situados en lugares altos se utilizó un espejo sujeto al extremo de una antena larga y una escalera.

Para cada nido encontrado se registraron los siguientes datos: número asignado al nido, considerando el orden en el que fueron encontrados; zona en la que se ubicó el nido; fecha de ubicación; si el nido estaba activo o inactivo; especie; actividad del adulto (construcción o incubación); contenido del nido (el número de huevos, pollos o

volantones). Se incluyó también la composición del nido (material empleado para la construcción del nido), altura sobre el nivel del suelo, y el diámetro interior y exterior del nido. Además, se registraron los siguientes datos por nido: características de la planta sustrato, como especie de la planta, su altura, diámetro a la altura del pecho, que en el caso de las cactáceas se tomó a una altura de 5 cm el diámetro correspondiente al tronco principal, número de ramas que soportan al nido y su diámetro, altura del nido, distancia del nido al centro y al borde de la planta (Ralph *et al.*, 1996), y finalmente, la distancia del nido al sendero más cercano. En caso de no poder identificar a la planta sustrato en el campo, se colectó una muestra para realizar la determinación en el Herbario del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH, con la ayuda del M. en C. Manuel González Ledesma. Todas las medidas fueron tomadas en centímetros con utilizando una cinta métrica o una regla. En base a las observaciones realizadas, y a la bibliografía consultada, se construyeron los calendarios de anidación para las especies más comunes que anidan en el parque.

#### **IV.2.3 Éxito de anidación y causas de fracaso reproductivo**

Una vez ubicados, los nidos activos se revisaron cada dos o tres días para seguir su desarrollo, a partir del día en el que fueron encontrados hasta el día en que quedaron inactivos (Ralph *et al.*, 1996). Los nidos se revisaron lo más rápido posible con el fin de no interferir con las actividades reproductivas. Cada vez que se revisó un nido se registraron los siguientes datos: fecha de inspección, número de huevos, pollos o volantones y estado general de la nidada. A partir de las observaciones mencionadas se obtuvieron los siguientes datos: fecha de la puesta del primer huevo, fecha en que se completó la puesta, fecha de eclosión, fecha de emplumado de los pollos, fecha en que abandonaron el nido, o fracaso del nido y causa del fracaso según sea el caso. Existen diversas maneras de calcular el éxito reproductivo (revisado por Green, 2004). En este trabajo se calcularon dos medidas de éxito reproductivo, el éxito de eclosión y el éxito de emplumaje (éxito de anidación) de los nidos activos. El éxito de eclosión se calculó como el porcentaje de huevos de la nidada que lograron eclosionar (Gore y



Kinnison, 1991). El éxito de emplumaje, se calculó como el porcentaje de pollos que llegaron a la etapa de emplumaje (volantones) del total del número de huevos en la nidada (Gates y Gysel, 1978).

Se calculó también el porcentaje de fracaso reproductivo tomando en consideración el total de los nidos con fracaso y, de ser posible, se identificaron las causas de fracaso. Para identificar las causas de fracaso se realizaron observaciones sobre el estado del nido y su contenido. Se consideraron las siguientes categorías: a) nidos destruidos por lluvia, generalmente se encontraron destruidos sobre el sustrato o en el suelo con los huevos o pollos dentro o cerca; b) nidos destruidos por un depredador, los nidos generalmente se encontraron en buen estado o deteriorados, pero sin el contenido y en ocasiones con la presencia de excretas, pelos y huellas del depredador alrededor del nido; c) fracaso por perturbación humana, incluye casos en que los nidos desaparecieron completamente y no se observó ningún rastro del nido en el sustrato o alrededor, o cuando la rama donde se encontraba el nido desapareció por poda; d) interferencia interespecífica, cuando un nido fue abandonado poco después de la intervención de un adulto de otra especie; y e) fracaso por causas desconocidas (Green, 2004).

#### **IV.2.4 Influencia de las actividades humanas**

La presencia humana tiene influencia sobre las poblaciones de aves que habitan un determinado lugar, ya que las especies reaccionan diferencialmente a la perturbación, y esto puede determinar la diversidad de aves de un sitio (Fernández–Juricic *et al.*, 2001). Para determinar la influencia de los visitantes del parque sobre las aves anidantes, se determinó la distancia a la cual el o los adultos sobre el nido respondieron a un disturbio, en este caso la presencia de una persona. Estas observaciones se realizaron de la siguiente manera: se localizó al adulto sobre el nido y el observador caminó despacio (siempre a la misma velocidad) hacia el nido, registrando la distancia a la cual el adulto dejó el nido mediante un distanciómetro. Para realizar estas observaciones, la ropa del observador durante las visitas siempre fue la

misma, considerando colores no llamativos que pudieran alterar la conducta de las aves o llamar la atención de los depredadores.

Se evaluó también el grado de disturbio definido como a la presencia de visitantes en las diferentes zonas del parque. Para ello se contó el número de visitantes a diferentes horas del día y dentro de las diferentes zonas del parque durante dos días consecutivos (11 y 12 de julio del 2006). El conteo se realizó durante dos horas consecutivas para cada zona, empezando desde las 08:00 hrs. y hasta las 18:00 hrs. que es el horario en que el parque se encuentra abierto al público.

#### **IV.2.5 Biología reproductiva por especie**

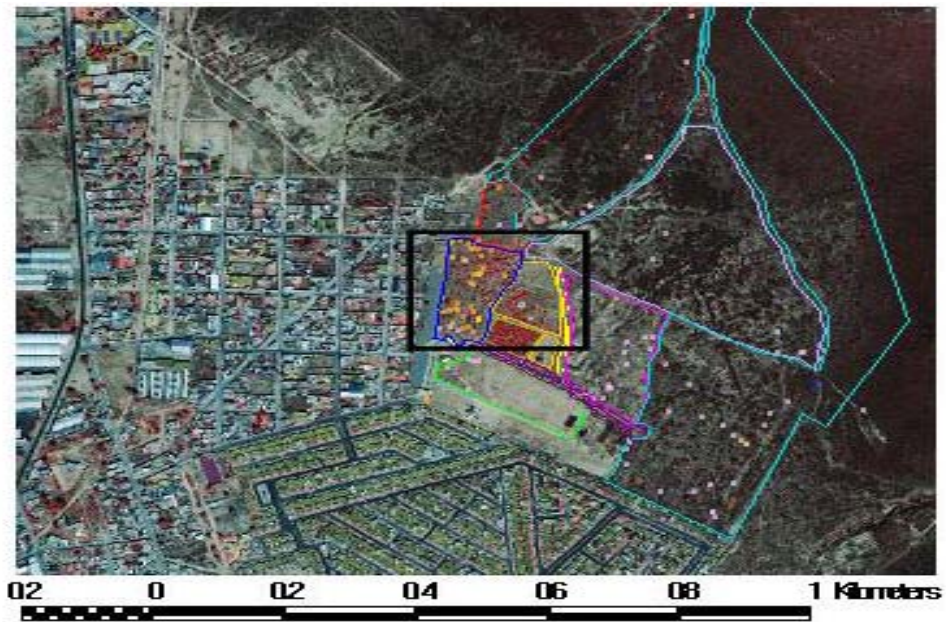
En esta sección se presentan por separado los datos de biología reproductiva obtenidos para las siete especies más comunes. Los datos se presentan con el siguiente formato: nombre de la familia; nombre de la especie seguido por el nombre común (tomado de Escalante *et al.*, 1996); sustrato o plantas en donde se encontraron los nidos; características del nido; observaciones sobre los huevos y pollos; las causas de fracaso observadas; y observaciones sobre la temporada de anidación que incluyen las fechas en que se observaron actividades de cortejo, construcción del nido, eclosión, etc. Estos últimos se contrastan con los datos reportados en la bibliografía.

## V. RESULTADOS

### V.1 Aves que anidan en el Parque Ecológico Cubitos y patrones generales de anidación

De junio de 2005 a diciembre de 2006 se encontró un total de 185 nidos, 88 de los cuales estuvieron activos. Estos nidos pertenecieron a ocho especies de aves. Las especies con mayor número de nidos fueron *Carpodacus mexicanus* (familia Fringillidae) y *Campylorhynchus brunneicapillus* (familia Troglodytidae) (Figuras 3 y 4). Las otras especies que se observaron anidando en el parque son: *Columbina inca* (familia Columbidae), *Pyrocephalus rubinus* y *Sayornis saya* (familia Tyrannidae), *Toxostoma curvirostre* (familia Mimidae), *Pipilo fuscus* (familia Emberizidae), *Icterus sp.* (familia Icteridae) y *Passer domesticus* (familia Passeridae). Otras especies que podrían estar anidando en el parque, pero para las cuales no se encontraron nidos, son *Cyananthus latirostris*, *Eugenes fulgens*, *Calothorax lucifer* (familia Trochilidae), *Picoides scalaris*, *Melanerpes aurifrons* (familia Picidae), *Lanius ludovicianus* (familia Laniidae), *Hirundo rustica* (familia Hirundinidae), *Phainopepla nitens* (familia Ptilonotidae), *Spizella atrogularis* (familia Emberizidae) (Iriana Zuria, datos no publicados).

El bosque fue la zona del parque con mayor número de nidos encontrados, seguida por la zona no manejada (Figura 3). En general, se encontró un mayor número de nidos en la zona de uso intensivo que en el área muestreada de la zona no manejada (Tabla I).



- Nómada.sp
  - Bosque
  - Jardín botánico Olintepel
  - Bosque de yucas
  - Odepieta
  - Zona ecológica
  - Calzadade las yucas
  - Calzadade las quitias
  - Laberinto
  - Reforestación
- *Colubina inca*
  - *Pycropterus rubinus*
  - *Sayornis saya*
  - *Campylorhynchus bumeicapillus*
  - *Toxoloma curvirostre*
  - *Pipilo fuscus*
  - *Icterus sp.*
  - *Capodacus mexicanus*
  - *Passer domesticus*
  - *Especies no determinadas*

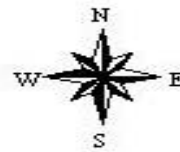


Figura 3. Nidos activos encontrados en las distintas zonas del Parque Ecológico Cubitos en el 2005 y el 2006. En el recuadro se muestra una ampliación del bosque.

Tabla I. Total de nidos (activos e inactivos) encontrados del 9 de junio de 2005 al 31 de diciembre de 2006 en la zona de uso intensivo y la zona no manejada (zona de uso restringido) del Parque Ecológico Cubitos.

ESPECIE	ZONA DE USO INTENSIVO	ZONA NO MANEJADA
<i>Columbina inca</i>	4	1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	3	0
<i>Sayornis saya</i>	1	0
<i>Campylorhynchus brunneicapillus.</i>	39	28
<i>Toxostoma curvirostre</i>	0	3
<i>Pipilo fuscus</i>	2	0
<i>Icterus sp.</i>	2	0
<i>Carpodacus mexicanus</i>	46	0
<i>Passer domesticus</i>	1	0
Especie no determinada	41	13
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>45</b>

De los 39 nidos de *C. brunneicapillus* encontrados en la zona de uso intensivo, la mayoría (33 nidos) se encontraron inactivos. Dentro de esta misma zona se encontraron 46 nidos de *C. mexicanus*, 44 de los cuales estuvieron activos. No se logró determinar la especie a la que pertenecían 41 nidos encontrados en esta zona (Tabla I).

Con respecto a la zona no manejada, entre las especies anidantes más abundantes se encontró *C. brunneicapillus* con 28 nidos, 15 de los cuales estuvieron activos. Se encontraron además tres nidos de *T. curvirostre*, todos activos, y uno de *C. inca* inactivo (Tabla I).

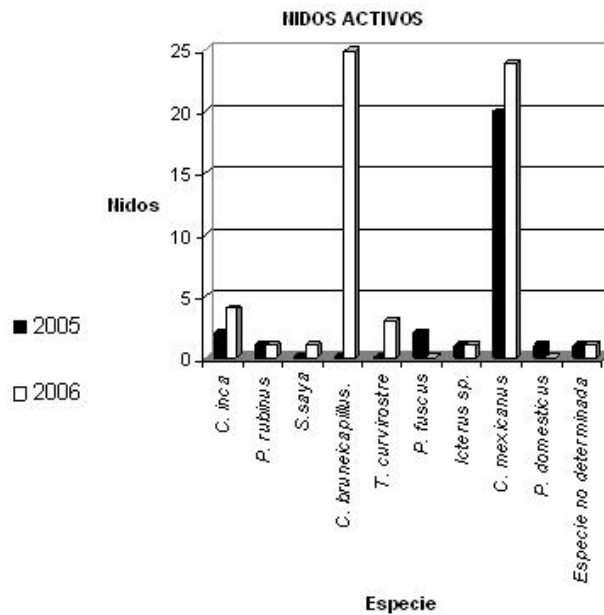


Figura 4. Número total de nidos activos (88) encontrados en el Parque Ecológico Cubitos durante las temporadas de anidación de 2005 (9 junio -31 de diciembre) y el 2006 (1 de enero - 31 de diciembre).

#### V.1.1. Densidad de nidos activos en las diferentes zonas del Parque Ecológico Cubitos

Las densidades de nidos activos (#nidos/hectárea) se muestran en la Tabla II. En general para ambos años, se encontró una mayor densidad de nidos en la zona de uso intensivo del parque. En el 2005 el bosque de coníferas fue el sitio que presentó mayor densidad de nidos activos, seguido por la calzada de las yucas y el jardín botánico. En el 2006, el bosque de coníferas fue nuevamente la zona que presentó una mayor densidad de nidos activos. A pesar de haber encontrado 28 nidos activos en la zona no manejada durante el 2006, la densidad fue baja ya que esta zona abarca una gran área. Se encontraron pocos nidos activos en las demás zonas del parque (Tabla II).

Tabla II. Densidades (nidos/hectárea) de los nidos activos durante las temporadas de anidación de 2005 (9 junio -31 de diciembre) y el 2006 (1 de enero - 31 de diciembre) para cada una de las zonas del Parque Ecológico Cubitos.

Zona	Densidad 2005 (nidos/ha)	Densidad 2006 (nidos/ha)
Laberinto y zona escultórica	0.00	0.67
Bosquete	15.29	13.53
Jardín botánico	0.37	0.37
Ciclopista	0.00	0.00
Reforestación	0.00	2.35
Calzada de las yucas	2.50	2.50
Calzada de las opuntias	0.00	0.00
Bosquete de yucas	0.00	2.86
No manejada	0.00	0.42

Debido a que el esfuerzo de muestreo no fue igual en todas las áreas (Figura 2), se calculó un índice de densidad normalizando los datos de densidad de nidos por el esfuerzo de muestreo, es decir, dividiendo la densidad de nidos en cada área (nidos/hectárea) entre el esfuerzo de muestreo (horas de búsqueda por hectárea). Los índices de densidad para cada una de las zonas del parque para el 2005 y el 2006 se muestran en la Figura 5. El bosquete fue la zona del parque que presentó un mayor índice de densidad para ambos años, seguido por la calzada de las yucas.

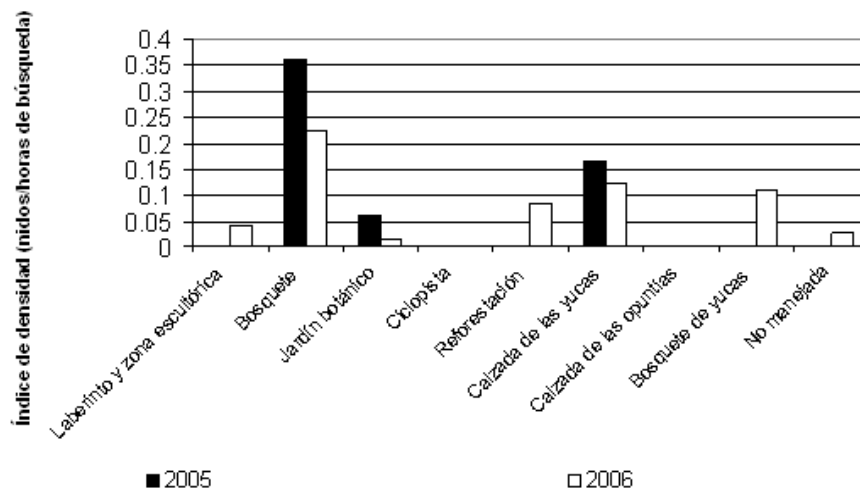


Figura 5. Índices de densidad (nidos/hora de búsqueda) en las diferentes zonas del Parque Ecológico Cubitos.

En la Tabla III se presentan las densidades de nidos activos por especie. La especie que presentó la mayor densidad de nidos activos fue *C. mexicanus* con poco más de un nido por hectárea en la zona de uso intensivo. Se calculó también un índice de densidad dividiendo los datos de densidad de nidos activos entre el esfuerzo de muestreo para cada especie (Figura 6). La especie que presentó un mayor índice de densidad fue *C. brunneicapillus* durante el 2006 y principalmente en la zona no manejada del parque. *C. mexicanus* presentó también un alto índice de densidad, pero únicamente en la zona de uso intensivo del parque.



Tabla III. Densidades de los nidos activos durante las temporadas de anidación de 2005 (9 junio -31 de diciembre) y el 2006 (1 de enero - 31 de diciembre) para cada una de las zonas (zona de uso intensivo y zona no manejada) del Parque Ecológico Cubitos.

Especie	2005 (nidos/ha)		2006 (nidos/ha)	
	USO INTENSIVO	NO MANEJADA	USO INTENSIVO	NO MANEJADA
<i>Columbina inca</i>	0.11	0.00	0.11	0.01
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0.06	0.00	0.06	0.00
<i>Sayornis saya</i>	0.00	0.00	0.06	0.00
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0.00	0.00	0.33	0.28
<i>Toxostoma curvirostre</i>	0.00	0.00	0.00	0.04
<i>Pipilo fuscus</i>	0.11	0.00	0.00	0.00
<i>Icterus sp.</i>	0.06	0.00	0.06	0.00
<i>Carpodacus mexicanus</i>	1.10	0.00	1.38	0.00
<i>Passer domesticus</i>	0.06	0.00	0.00	0.00
Especie no determinada	0.06	0.00	0.06	0.00

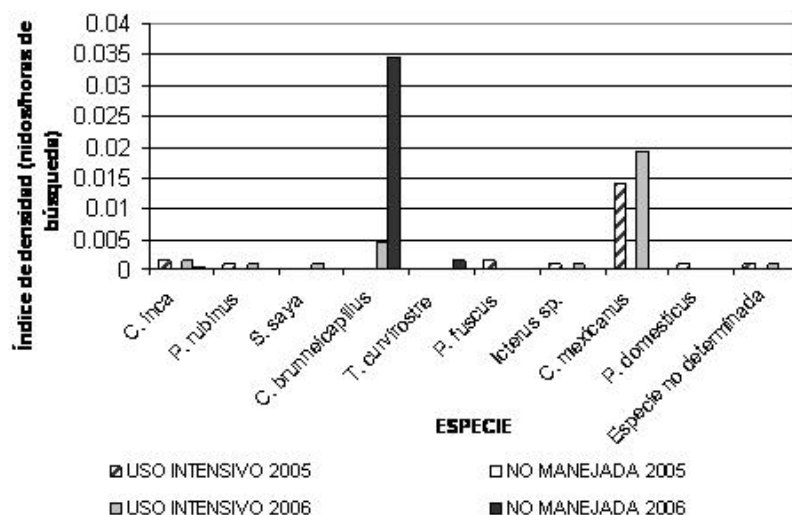


Figura 6. Índice de densidad de nidos activos para cada zona del parque y especie se calculó dividiendo los nidos de cada especie entre el número de horas empleadas por hectárea durante las temporadas de anidación de 2005 y 2006 para cada una de las zonas.

### V.1.2 Otros datos de la temporada de anidación 2005

Del 9 de junio al 31 de diciembre de 2005 se encontraron un total de 125 nidos de siete especies diferentes (Tabla IV). Únicamente se encontraron 28 nidos activos. La especie con mayor número de nidos activos fue *C. mexicanus* (Figura 7). El mayor número de nidos inactivos encontrados fue de *C. brunneicapillus*. Durante el 2005 se encontró un mayor número de nidos en la zona de uso intensivo (Figura 7). El bosque fue el área de esta zona en donde se encontraron más nidos (47 nidos, 25 de los cuales estuvieron activos), la mayoría de estos nidos (18 nidos) fueron de *C. mexicanus*. En el jardín botánico se encontraron 40 nidos en total, de los cuales sólo un nido estuvo activo perteneciente a *C. mexicanus*. La mayoría (26 nidos) de éstos fueron nidos inactivos pertenecientes a *C. brunneicapillus*. En la calzada de las yucas se observó un nido activo de *C. mexicanus* de los 11 nidos encontrados; para los 10 restantes (inactivos) no se pudo determinar la especie a la que pertenecían. En la zona de reforestación sólo se encontraron cuatro nidos, todos inactivos, principalmente de *C. brunneicapillus* (dos nidos) y los otros no fueron identificados. En la zona no manejada sólo se encontraron 22 nidos durante el 2005, todos inactivos, principalmente de *C. brunneicapillus* (nueve nidos) y los restantes no se identificaron debido a que estaban muy deteriorados. Esta área, como ya se mencionó, no se estudió con la misma intensidad que las otras áreas.

Tabla IV. Nidos activos e inactivos encontrados del 9 de junio de 2005 al 31 de diciembre de 2005 en el Parque Ecológico Cubitos.

<b>Especie</b>	<b>Nidos activos</b>	<b>Nidos inactivos</b>	<b>Especie parásita</b>
<i>Columbina inca</i>	2	0	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	1	
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	42	
<i>Pipilo fuscus</i>	2	0	
<i>Icterus sp.</i>	1	0	<i>Molothrus ater</i>
<i>Carpodacus mexicanus</i>	20	2	
<i>Passer domesticus</i>	1	0	
Especie no determinada	1	52	
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>97</b>	

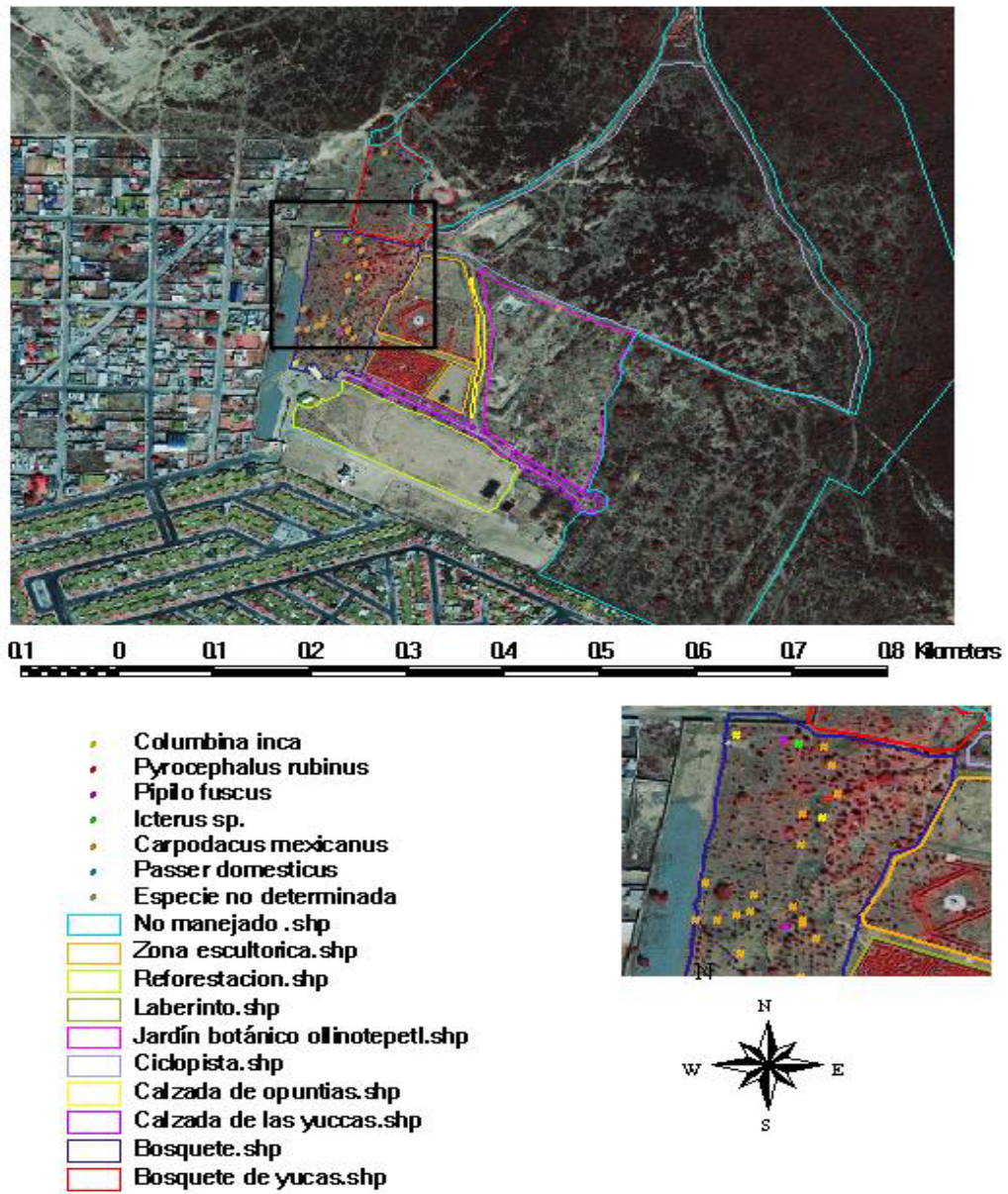


Figura 7. Nidos activos encontrados en el Parque Ecológico Cubitos durante el 2005. En el recuadro se muestra una ampliación del bosquete.

### V.1.3 Otros datos de la temporada de anidación 2006

Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2006 se encontraron 60 nidos activos en total, correspondientes a siete especies diferentes. Las especies con mayor número de nidos fueron *C. brunneicapillus* y *C. mexicanus* con 25 nidos de cada uno (Tabla V). Al igual que en el 2005, durante el 2006 se encontró un mayor número de nidos en la zona de uso intensivo (Figura 8). En el bosque se encontraron 24 nidos, de los cuales 20 fueron de *C. mexicanus*, uno de *C. inca*, uno de *P. rubinus*, uno de *Icterus sp.* y uno de *S. saya*. En el jardín botánico sólo se pudo observar un nido perteneciente a *C. inca*. En la calzada de las yucas y la zona escultórica se encontraron dos nidos de *C. mexicanus*. A la entrada del parque se observaron tres nidos activos de *C. mexicanus*. Para el bosque de las yucas se encontraron dos nidos pertenecientes a *C. brunneicapillus*. En la zona de reforestación se observaron cinco nidos, cuatro de ellos de *C. brunneicapillus* y uno para el cual no se pudo identificar la especie. En la zona no manejada se encontraron 24 nidos activos de los cuales 19 fueron de *C. brunneicapillus*, tres de *T. curvirostre* y uno de *C. inca*.

Tabla V. Nidos activos encontrados del 1 de enero al 31 de diciembre de 2006 en el Parque Ecológico Cubitos.

<b>Especie</b>	<b>Nidos activos</b>
<i>Columbina inca</i>	3
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1
<i>Sayornis saya</i>	1
<i>Campylorhynchus brunneicapillus.</i>	25
<i>Toxostoma curvirostre</i>	3
<i>Icterus sp.</i>	1
<i>Carpodacus mexicanus</i>	25
Especie no determinada	1
<b>Total</b>	<b>60</b>

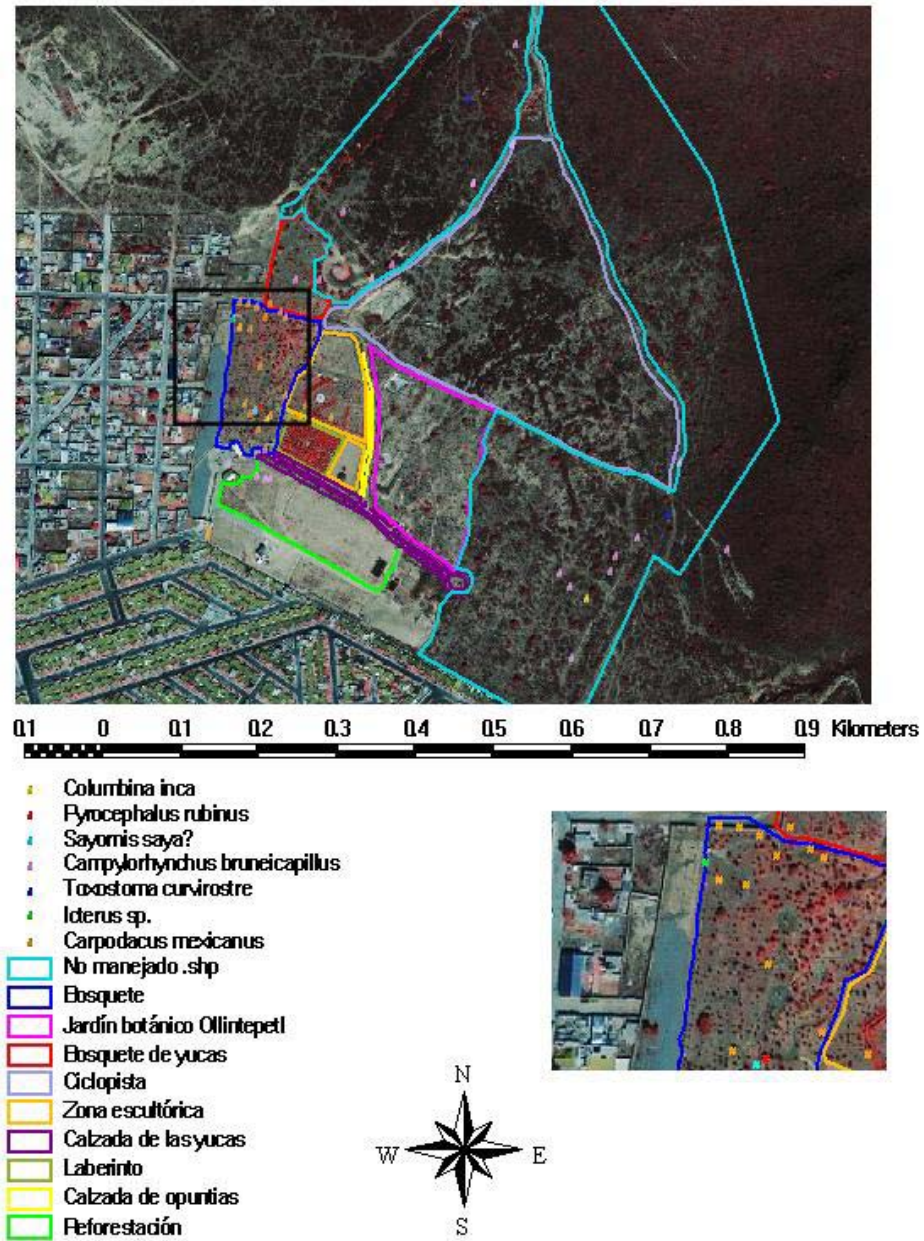


Figura 8. Nidos activos encontrados en el Parque Ecológico Cubitos durante el 2006. En el recuadro se muestra una ampliación del bosquete.

## V.2 Éxito de anidación y causas de fracaso reproductivo

De los 28 nidos activos encontrados durante el 2005, se pudo seguir el desarrollo de 22 nidos (ver Anexo 1). De los 60 nidos activos encontrados durante el 2006, se pudo seguir el desarrollo de 50 nidos (ver Anexo 2). En la Tabla VI se muestra el éxito de eclosión y de anidación (éxito de emplumaje) para los nidos a los que se les dio seguimiento y para los cuales se tenían los datos completos (68 nidos con los datos completos de los 72 nidos a los que se les dio el seguimiento). *P. fuscus* obtuvo el mayor éxito de eclosión, seguido por *T. curvirostre*, mientras que *C. brunneicapillus* y *C. mexicanus* obtuvieron valores muy bajos. *C. brunneicapillus* obtuvo un éxito reproductivo del 100% sólo en dos nidos (ver Anexos 1 y 2), mientras que *C. mexicanus* sólo logró un éxito reproductivo del 100% en seis de los 35 nidos localizados.

Tabla VI. Promedio del éxito de eclosión y promedio del éxito de anidación (éxito de emplumaje) para los nidos activos encontrados en el Parque Ecológico Cubitos (junio 2005- diciembre 2006). Se muestra el intervalo del tamaño de nidada encontrado en este estudio así como el tamaño de nidada reportado en la literatura.

Familia	Especie	*Éxito de eclosión (%)	♣ Éxito de anidación (%)	Número de nidos	Intervalo del tamaño de nidada	Tamaño de nidada reportado
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	50.0	50.0	2	2	2 (Mueller, 2004)
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	50.0	50.0	2	1-3	2-5 (Wolf y Jones, 2000)
	<i>Sayornis saya</i>	00.0	00.0	1	-	-
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	14.3	9.5	21	2-4	1-5 (Proudfoot et al., 2000)
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	66.7	66.7	3	2-3	2-5 (Tweit, 1996)
Emberizidae	<i>Pipilo fuscus</i>	100.0	50.0	2	2	2-4 (Johnson y Haight, 1996.)
Icteridae	<i>Icterus sp.</i>	00.0	00.0	2	2	1-5 (Flood, 2002)
Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	31.4	17.1	35	1-3	1-6 (Hill, 1993)

\*El éxito de eclosión se calculó como el porcentaje del total de huevos de la nidada que llegaron a eclosionar. ♣El éxito de anidación se calculó como el porcentaje de pollos que llegaron a la etapa de emplumaje (volantones) del total del número de huevos en la nidada.

En la zona de uso intensivo el éxito de anidación varió entre especies (Tabla VII). *C. inca* y *P. rubinus* obtuvieron un éxito de anidación promedio del 100%, mientras que para *C. mexicanus* el éxito de anidación fue sólo del 17%. En la zona no manejada la especie con el porcentaje más alto de éxito de eclosión y de anidación fue *T. curvirostre* (Tabla VII).

Tabla VII. Promedio del éxito de eclosión y del éxito de anidación para los nidos a los que se les dio seguimiento en la zona de uso intensivo y la zona no manejada (junio 2005 - diciembre 2006).

<b>Zona de uso intensivo</b>			
Especie	Éxito de eclosión (%)	Éxito de anidación (%)	Num. de nidos
<i>Columbina inca</i>	100.0	100.0	1
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	100.0	100.0	2
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	00.0	00.0	2
<i>Pipilo fuscus</i>	100.0	50.0	2
<i>Icterus sp.</i>	00.0	00.0	2
<i>Carpodacus mexicanus</i>	31.4	17.1	35
<b>Zona no manejada</b>			
Especie	Éxito de eclosión (%)	Éxito de anidación (%)	Núm. de nidos
<i>Columbina inca</i>	00.0	00.0	1
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	15.8	10.5	21



En general, la principal causa de fracaso reproductivo para los nidos de aves durante el 2005 y el 2006 se debió a la lluvia, seguida por la perturbación humana. En varios casos no se pudo determinar la causa del fracaso (Figura 9). En la zona de uso intensivo la principal causa de fracaso fue la lluvia y se registraron algunos casos de fracaso por perturbación humana, principalmente el robo de nidos. Se registró un caso de interferencia interespecífica, ya que un individuo de *T. curvirostre* destruyó un nido de *C. mexicanus* (ver sección V.4). En la zona no manejada la principal causa de fracaso fue la lluvia (Figuras 10 y 11). En el único sitio en donde se registró perturbación por parte de humanos fue en el bosque de la zona de uso intensivo (Figura 11).

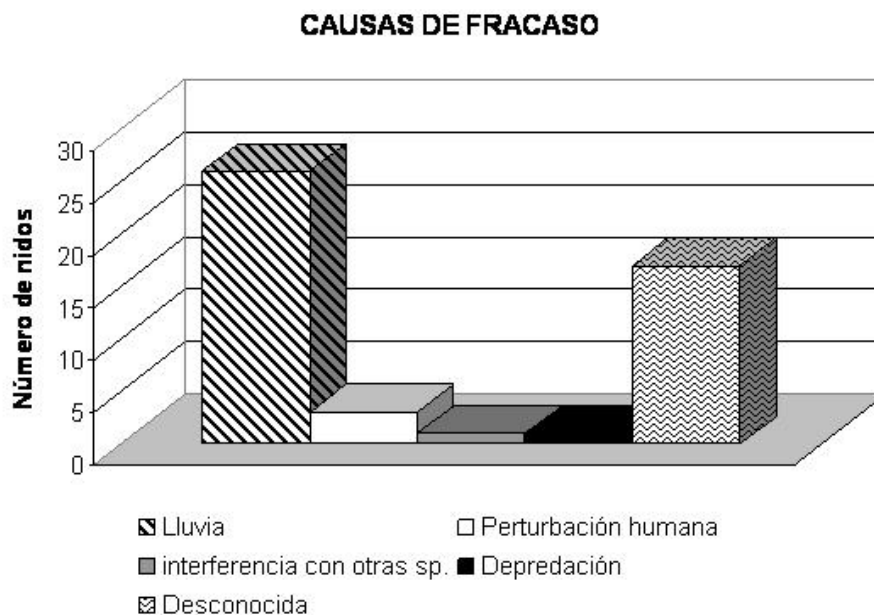


Figura 9. Causas de fracaso reproductivo para los nidos activos encontrados en el Parque Ecológico Cubitos del 9 junio de 2005 al 31 de diciembre de 2006.



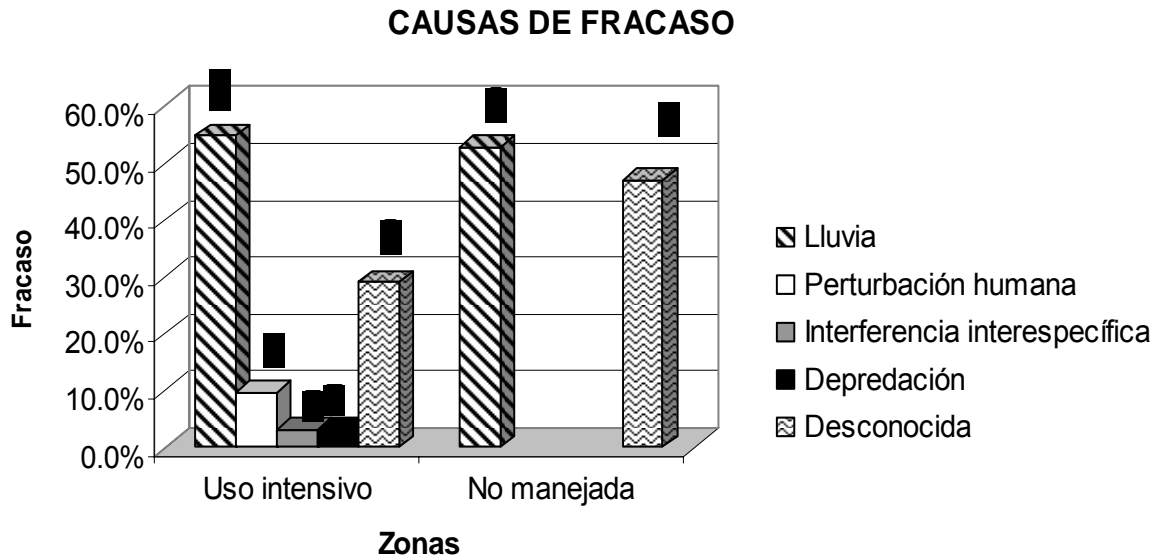


Figura 10. Porcentaje de fracaso reproductivo de nidos activos clasificados por zonas de manejo en el Parque Ecológico Cubitos del 9 junio de 2005 al 31 de diciembre de 2006.

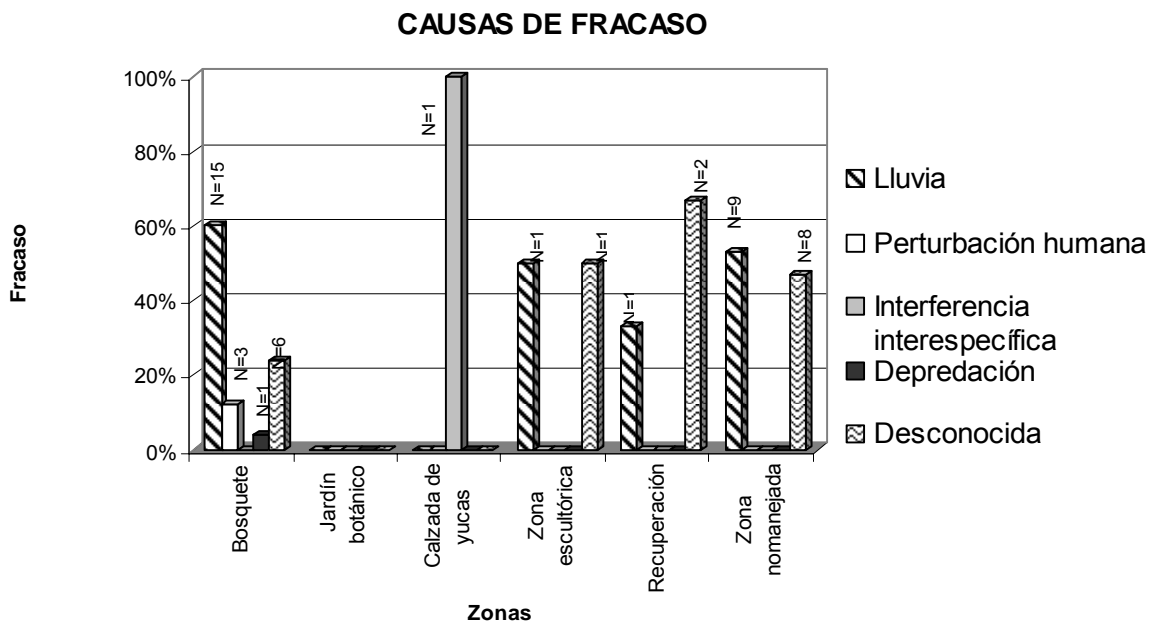


Figura 11. Porcentaje de fracaso reproductivo de nidos activos por zona encontrados en el Parque Ecológico Cubitos del 9 junio de 2005 al 31 de diciembre de 2006.

### V.3 Influencia de las actividades humanas

El área más visitada del parque fue el jardín botánico con un total de 46 peatones durante el tiempo en que se llevaron a cabo las observaciones, seguida por el bosque con un total de 25 peatones. En la zona no manejada se contabilizaron 23 peatones y sólo cuatro peatones en la zona interior de la ciclista (Figura 12). Las horas donde se encontró una mayor actividad fueron de 08:00 a 10:00 hrs y de 12:00 a 14:00 hrs. (Figura 12)

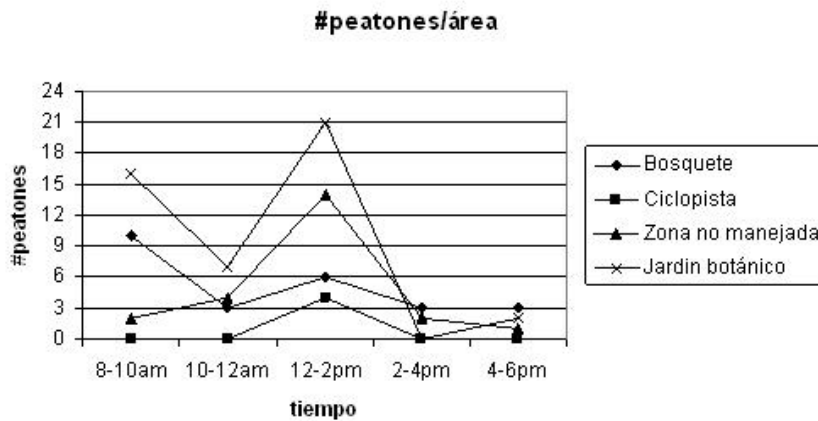


Figura 12. Número de peatones por áreas.

Las zonas que presentaron la mayor densidad de caminos y andadores fueron el bosque de coníferas (936 m/ha) y el jardín botánico (531 m/ha). En general, la zona de uso intensivo tuvo un promedio de 460 metros de caminos y andadores por hectárea, mientras que la zona no manejada sólo presentó aproximadamente 27 metros de caminos y andadores por hectárea.

En base a estos resultados se puede decir que los sitios con mayor disturbio por parte de los transeúntes fueron el bosque de coníferas y el jardín botánico. Esto se refleja en los datos de fracaso reproductivo, ya que la zona con mayor fracaso por perturbación humana fue la zona de uso intensivo (Figura 10).

## V.4 Biología reproductiva por especie

En esta sección se presentan por separado los datos de biología reproductiva obtenidos para las siete especies más comunes. Los datos se presentan con el siguiente formato: nombre de la familia; nombre de la especie seguido por el nombre común (tomado de Escalante *et al.*, 1996); sustrato o plantas en donde se encontraron los nidos; características del nido; observaciones sobre los huevos y pollos; las causas de fracaso observadas; y observaciones sobre la temporada de anidación que incluyen las fechas en que se observaron actividades de cortejo, construcción del nido, eclosión, etc. Estos últimos se contrastan con los datos reportados en la bibliografía.

### Familia Columbidae

#### ***Columbina inca* - Tórtola cola larga**

- Sustrato

Se encontraron nidos sobre *Cupressus guadalupensis* (cedro de Guadalupe), *Cylindropuntia imbricata* (cardón), *Pinus sp.* y *Schinus molle* (pirul). Estos árboles presentaron una altura promedio de 352.5 cm (190.0 cm a 510.0 cm). El promedio del d.a.p. del sustrato fue de 12.0 cm ( 9.3 cm -13.0 cm).

- Nido

Los nidos presentaron forma de copa y estuvieron contruidos con ramas delgadas secas de diferentes especies. El diámetro interior promedio del nido fue de 5.1 cm y el diámetro externo fue de 7.0 cm. La altura promedio a la que se encontraron los nidos fue de 210.0 cm (220.0 cm -300.0 cm). La distancia hacia el camino más cercano varió entre 182.0 cm y 3160.0 cm.

- Huevos

Sólo se pudo observar el contenido y seguir el desarrollo de un nido, el cual contenía dos huevos. Los huevos presentaban una coloración blanca opaca.

- Pollos

Se le dio seguimiento a un nido hasta que los pollos llegaron a la etapa de volantones. Los pollos eclosionaron después de doce días de incubación.

- Causas de fracaso

Para *C. inca* las principales causas de fracaso reproductivo se debieron a las altas precipitaciones y al parecer hubo un caso de depredación por roedores.

- Temporada de anidación

Aunque no se observaron adultos en actividades de cortejo, los nidos en construcción se observaron desde abril (Tabla VIII). En agosto se capturó una hembra con parche de anidación (Iriana Zuria, datos no publicados), lo que indica que la temporada de anidación probablemente se extiende hasta septiembre u octubre. Esto coincide con lo reportado en la bibliografía para Norteamérica (Mueller, 2004).

- Otras observaciones

Los adultos de *C. inca* reaccionaron a la presencia de un humano a una distancia promedio de 100.0 cm. Los adultos reaccionaban abandonando el nido y colocándose en un árbol vecino, al mismo tiempo que emitían sonidos de alerta. En algunas ocasiones la hembra no abandonó el nido en ningún momento, aún cuando el observador se encontraba justo junto al nido.

## **Familia Tyrannidae**

### ***Pyrocephalus rubinus* - Mosquero cardenal**

- Sustrato

El sustrato en los que se encontraron los dos nidos fue *Pinus cembroides* (piñón). Los árboles presentaron una altura promedio de 345.0 cm (210.0 cm y 480.0 cm). El d.a.p. promedio de fue de 11.5 cm (9.0-14.0 cm).

- Nido

Los nidos presentaron forma de copa y estuvieron elaborados con ramas delgadas secas en el interior, forrados por plumas y material sintético como algodón y tela; el exterior también presentó ramas secas además de hierba semiseca. El diámetro interior del nido al que se le dio seguimiento fue de 6.0 cm y el diámetro exterior fue de 7.0 cm. La altura promedio a la que se encontraron los nidos fue de 165.0 cm con un intervalo de (150.0 cm -180.0 cm). La distancia al camino más cercano se encontró entre los 60.0 cm - 527.0 cm.

- Huevos

Uno de los nidos contenía tres huevos y el otro se encontró sólo con uno, sin embargo este nido fue abandonado. Los huevos tenían coloración blanquizca con forma elíptica, con un extremo más ancho que presentaba manchas grandes y pequeñas color café obscuro.

- Pollos

No se tienen datos debido a que a los nidos no se les dio seguimiento inmediatamente después de la puesta de los huevos. Sólo se registró que la incubación dura más de nueve días.

- Causas de fracaso reproductivo

La causa de fracaso registrada se debió a la precipitación pluvial.

- Temporada de anidación

No se observaron adultos en actividades de cortejo. Los nidos en construcción sólo se encontraron en el mes de junio (Tabla VIII). Se capturó una hembra con parche de anidación en junio (Iriana Zuria, datos no publicados) Estos datos indican que la temporada de anidación en el parque se extiende por lo menos desde marzo hasta principios de agosto. Wolf y Jones (2000) reportan que la temporada de anidación en Norteamérica se extiende de abril a junio.

- Otras observaciones

La distancia promedio a la cual reaccionaba la hembra a la presencia humana fue de 81.5 cm. A esta distancia la hembra abandonó el nido y se colocó en un sitio cercano al nido desde donde podía observar el nido al mismo tiempo que emitía sonidos de alerta.

## **Familia Troglodytidae**

### ***Campylorhynchus brunneicapillus* - Matraca del desierto**

- Sustrato

Se encontraron 75 nidos en *Cylindropuntia imbricata*, tres en *Y. filifera*, dos en *Ligustrum japonicum* (trueno) y dos en *Opuntia* sp. El promedio de la altura de la planta para los nidos activos e inactivos fue de 210.0 cm (100.0 cm- 600.0 cm). El diámetro a

la altura del pecho promedio para las plantas que sirvieron como sustrato fue de 37.9 cm (intervalo 5.0 – 1302.0 cm).

- Nido

Los nidos tuvieron forma de copa alargada y estuvieron forrados por dentro con lana, algodón, pelo y materiales sintéticos. Por fuera el nido consistió en ramas delgadas secas con un arreglo no muy uniforme quedando ramas sueltas no entrelazadas. El diámetro interior de los nidos fue de 5.0 - 7.0 cm y el diámetro exterior fue 8.1-15.0 cm. El promedio de altura de los nidos fue de 171.2 cm (intervalo: 98.0 - 530.0 cm). La distancia del nido al camino o vereda más cercana para los nidos varió desde 90.0 cm hasta 11314.0 cm.

- Huevos

Los nidos activos que se encontraron pertenecieron todos a la temporada de anidación de 2006. Se encontraron cinco nidos con un tamaño de nidada de tres huevos, un nido con dos huevos y otro con cuatro huevos. Para los nidos restantes no se registró ningún huevo. Los huevos presentaban forma elíptica, de color salmón lustroso con pequeñas manchas cafés rojizas.

- Pollos

A tres de los nidos se les dio seguimiento y se observó que la incubación duró de 10 a 11 días. Después de 7 a 11 días los pollos de plumaje y después de siete días más abandonaron el nido.

- Causas de fracaso

La única causa de fracaso que se logró registrar para los nidos de *C. bruneicapillus* fue la lluvia (57.1% de los nidos destruidos).

- Temporada de anidación

No se observaron actividades de cortejo. Los nidos en construcción se encontraron desde marzo hasta agosto (Tabla VIII). Se capturaron dos hembras con parche de anidación en los meses de junio y julio (Iriana Zuria, datos no publicados), por lo que la temporada de anidación en el parque podría extenderse hasta agosto. Proudfoot *et al.* (2000) reportan que la temporada de anidación en Norteamérica se extiende de marzo hasta principios de junio.

- Otras observaciones

La distancia a la que reaccionaban los individuos de *C. brunneicapillus* no se logró determinar ya que en las visitas realizadas no se encontraban los adultos en los nidos. Se observó que los adultos reconstruyen las entradas de los nidos de temporadas anteriores, ya que durante el 2006 todos los nidos activos fueron reconstruidos sobre los nidos viejos, sin embargo sólo fueron elegidos los nidos menos dañados de las temporadas anteriores. Cada pareja construye o reconstruye más de un nido, pero sólo utilizan uno para anidar.

## **Familia Mimidae**

### ***Toxostoma curvirostre* - Cuitlacoche pico curvo**

- Sustrato

Los tres nidos encontrados se encontraron en *C. imbricada*. El promedio de la altura de la planta fue de 189.7 cm (184.0 cm - 201.0 cm). El diámetro promedio tomado a 5 cm del suelo (ver métodos) fue de 15.7 cm (intervalo 15.3 - 16.1 cm).

- Nido

Los nidos tuvieron forma de copa y estuvieron forrados por dentro de algodón, pelo y materiales sintéticos. La parte exterior estuvo compuesta por ramas delgadas secas, y la estructura principal presentó espinas y ramas de *Coryphanta sp.* El diámetro interior de los nidos fueron de 6.0 -7.0 cm y el diámetro exterior fue de 7.0 – 9.0 cm. La altura promedio del nido fue de 157.3 cm (intervalo: 155.0 cm - 162.0 cm) sobre el nivel del suelo. Los nidos fueron construidos cerca del tronco principal de la planta. La distancia al camino más cercano para los nidos varió entre 400.0 cm y 1335.0 cm.

- Huevos

El tamaño de nidada fue de 2 a 3 huevos. Los huevos presentaron un color blanco lustroso con forma elíptica sin presencia de manchas.

- Pollos

Para el nido observado la incubación duró 10 días, y once días después de la eclosión los pollos se convirtieron en volantones.

- Causas de fracaso reproductivo

No se logró determinar la causa de fracaso.

- Temporada de anidación

No se observaron adultos en actividades de cortejo, pero los nidos en construcción se observaron de marzo a mayo (Tabla VIII). En junio se capturaron tres hembras con parche de anidación (Iriana Zuria, datos no publicados), con lo que podemos deducir que la temporada de anidación en el parque probablemente va desde marzo hasta agosto. Tweit (1996) reporta que la temporada de anidación es muy variable y depende de la temperatura y temporada de lluvias pero puede extenderse desde enero hasta julio en Norteamérica.

- Otras observaciones

La distancia a la que reaccionaban las hembras en presencia de un humano no se logró determinar ya que no se encontraban presentes las hembras en el nido. En una misma planta se observaron dos nidos de la misma especie, sólo que un nido estaba inactivo y al parecer, los nidos se contruyeron de forma sucesiva. Posteriormente en una misma planta de *C. imbricata* se encontró un nido más de *C. brunneicapillus*, después de que terminó la anidación de *T. curvirostre*.

## **Familia Emberizidae**

### ***Pipilo fuscus* - Toquí pardo**

- Sustrato

Se encontraron dos nidos, uno sobre *Ligustrum japonicum* (trueno) y el otro sobre *Schinus molle* (pirul). El primero midió 245.0 cm de altura y presentó un diámetro a la altura del pecho de 21.0 cm. La altura del pirul fue de 620.0 cm con un d. a. p. de 51.0 cm.

- Nido

Los nidos estuvieron forrados con abundante pelo además de materiales sintéticos y plumas en menor proporción. La estructura externa estuvo compuesta por ramas secas delgadas. El diámetro interior de los nidos encontrados fue de 6.2 cm y 8.0 cm y el diámetro externo fue de 7.3 cm y 9.5 cm respectivamente. La altura de los nidos fue de



184.0 cm para el caso del nido sobre *L. japonicum* y de 345.0 cm para *S. molle*. Los nidos se encontraron a una distancia del nido al camino más cercano entre 120.0 cm y 246.0 cm.

- Huevos

El tamaño de la nidada para ambos casos fue de dos huevos por nido. Los huevos presentaron coloración grisácea con pequeñas manchas de color marrón.

- Pollos

A los dos nidos encontrados se les dio seguimiento desde la incubación y se observó que esta etapa dura más de ocho días, tres días después de que nacen los polluelos abren los ojos y presentan plumaje de color gris claro; luego de siete días más los volantones abandonaron el nido.

- Causas de fracaso reproductivo

El nido con fracaso fue resultado de la perturbación humana.

- Temporada de anidación

No se observaron adultos cortejando. Se encontraron nidos en construcción en el mes de septiembre (Tabla VIII). En mayo se capturó una hembra con parche de anidación (Iriana Zuria, datos no publicados) con lo que podemos pensar que la temporada de anidación en el parque probablemente abarca desde el mes de mayo hasta septiembre. Johnson y Haight (1996) reportan que la temporada de anidación en Norteamérica se extiende desde abril hasta septiembre.

- Otras observaciones

Ante la presencia de humanos, la hembra que observaba a lo lejos arribó al nido al mismo tiempo que emitía sonidos de alerta. Esto provocó que los volantones abandonaran el nido permanentemente, por consiguiente no se determinó la distancia de perturbación por parte de los humanos.

## Familia Icteridae

### *Icterus sp.* – Bolsero

- Sustrato

Un nido se encontró en una palma que no pudo identificarse. El segundo fue encontrado en un conjunto de plantas herbáceas, entre ellas una enredadera. La altura del sustrato fue de 44.0 cm para el primer caso y de 210.0 cm para el segundo con un diámetro a la altura del pecho de 200.0 para la palma. Para las herbáceas no se pudo obtener el d. a. p.

- Nido

La forma del nido era de copa y estuvo compuesto por pelo y lana rodeado por ramas largas secas y gruesas en abundancia, además de hierbas; adicionalmente presentaron ramas de pirul (*S. molle*). Las medidas promedio registradas para los nidos fueron de 7.5 cm de diámetro interno y de 14.3 cm de diámetro externo. La altura del nido encontrado en la palma fue de 53.0 cm y de 170.0 cm del encontrado en las herbáceas. Los nidos se encontraban separados con una distancia de 542.0 cm. El nido en la palma se encontraba a 230.0 cm de distancia al camino más cercano y para el segundo caso a 258.0 cm.

- Huevos

Los nidos se encontraban con dos huevos de *Icterus sp.* y uno de los nidos, el encontrado en la palma, estaba parasitado por *Molothrus sp.* (3 huevos). Los huevos de *Icterus sp.* presentaron forma elipsoide, con coloración blanca y midieron 24.1 cm de longitud y 18.2 cm de ancho en la parte más amplia del huevo. Por su parte los huevos de *Molothrus sp.* tenían forma elipsoide con un extremo más ancho, con coloración blanquecina y con manchas pequeñas cafés y midieron 22.1 cm de longitud por 17.7 cm de ancho en la parte más amplia.

- Pollos

A ningún nido no se le dio seguimiento por lo cual no se reportan polluelos.

- Causas de fracaso reproductivo

Al parecer, el nido fue abandonado debido a causas desconocidas, probablemente por el parasitismo.

- Temporada de anidación

Los nidos se registraron en el mes de junio, pero no se les dio seguimiento.

- Otras observaciones

Debido a que solo se encontraron los nidos inactivos no se logró determinar la distancia a la que respondían los adultos en presencia de un humano.

## **Familia Fringillidae**

### ***Carpodacus mexicanus* - Pinzón mexicano**

- Sustrato

Se identificaron tres nidos en *Cupressus macrocarpa* (cedro limón), 30 nidos en *Cupressus guadalupensis*, dos en *Y. filifera*, dos en *Pinus cembroides*, uno en *Pinus torreyana*, *Pinus piniceana* (piñonero llorón), *Cylindropuntia imbricata* y cinco en árboles no identificados. Los nidos fueron construidos en plantas con una altura promedio de 512.47 cm, siendo el valor máximo de 760.0 cm y el mínimo de 200.0 cm. El diámetro a la altura del pecho promedio de los sustratos fue de 13.71 cm (intervalo de 3.2 -21 cm).

- Nido

Los nidos siempre presentaron forma de copa y estuvieron adornados con semillas maduras de *S. molle* para la temporada del 2005. En el 2006 sólo uno de los nidos se observó adornado con semillas de *S. molle*. El interior los nidos estaba forrado con lana, plumas y pelo. La estructura externa estaba constituida de ramas delgadas secas y hierba verde. Los nidos se presentaron en la periferia de la planta, o cerca del tronco. El diámetro interior de los nidos osciló entre los 4.0 y 5.0 cm y el diámetro externo fue de 6.5 a 7.3 cm aproximadamente. La altura promedio del nido fue de 308.29 cm, con un intervalo de 68.0 cm a 560.0 cm sobre el nivel del suelo. Se midió la distancia al camino más cercano para los nidos y se observó que los nidos fueron construidos desde 100.0 cm hasta 985.0 cm del camino. Aproximadamente la construcción del nido tuvo una duración de 10 días.

- Huevos

El tamaño de nidada fue de uno a tres por nido para el 2005 y para el 2006 de cero hasta cinco huevos (en un nido). Los huevos eran de color blanco en las primeras

etapas y con el paso del tiempo fueron cambiando a azul claro. Presentaron también puntos y líneas negras delgadas distribuidas en un polo del huevo.

- Pollos

La incubación duró entre siete y 12 días. En tres nidos se observó que los pollos abandonaron el nido 13 días después. En un nido con cuatro pollos se observó que tardaron 19 días para que todos los pollos abandonar el nido.

- Causas de fracaso reproductivo

La principal causa de fracaso fue la precipitación (60.61%), seguida por perturbación humana (6.06%) y por último la competencia con otra especie (3.03%); para el 30.30% de los nidos no se logró determinar la causa de fracaso.

- Temporada de anidación

Se observó una pareja cortejando en el mes de mayo. La construcción de nidos se registró desde el mes de junio hasta septiembre (Tabla VIII). En enero y en septiembre se capturaron hembras con parche de anidación (Iriana Zuria, datos no publicados), por lo que la temporada de anidación podría abarcar desde enero hasta octubre. En la bibliografía se reporta que la actividad reproductiva se extiende desde abril a junio para Norteamérica (Hill, 1993).

- Otras observaciones

La distancia promedio a la que reaccionaban la hembra ante un humano fue de 120.8 cm. Durante la construcción de uno de los nidos se aproximó un *T. curvirostre*. El macho transportaba material para la construcción del nido, y cuando se percató de la presencia del *T. curvirostre*, soltó la rama revoloteando cerca del nido. La hembra que se encontraba en el nido voló hacia una rama cercana y empezó a emitir sonidos de alerta. Transcurridos tres minutos aproximadamente el *T. curvirostre* destruyó el nido y luego lo abandonó. La pareja de *C. mexicanus* huyó del sitio. En visitas posteriores no se registró actividad en el nido.

Tabla VIII. Calendario de anidación para seis especies que anidan en el Parque Ecológico Cubitos durante el 2005 y el 2006.

<b><i>Columbina inca</i></b>	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CORTEJO												
CONSTRUCCIÓN NIDO				■		■						
PARCHE DE ANIDACIÓN								■				
INCUBACIÓN				■		■						
CUIDADO PARENTAL						■						
TEMPORADA DE ANIDACIÓN			X X	■	■	■	■	■	■	X X X X		

<b><i>Pyrocephalus rubinus</i></b>	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CORTEJO												
CONSTRUCCIÓN NIDO						■						
PARCHE DE ANIDACIÓN						■						
INCUBACIÓN						■						
CUIDADO PARENTAL						■						
TEMPORADA DE ANIDACIÓN					X X X	■	X X X					

<b><i>Campylorhynchus brunneicapillus</i></b>	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CORTEJO												
CONSTRUCCIÓN NIDO				■		■		■				
PARCHE DE ANIDACIÓN				■		■		■				
INCUBACIÓN				■		■						
CUIDADO PARENTAL				■		■						
TEMPORADA DE ANIDACIÓN			X X	■	■	■	■	■	X X X X			

<i>Toxostoma curvirostre</i>	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CORTEJO												
CONSTRUCCIÓN NIDO												
PARCHE DE ANIDACIÓN												
INCUBACIÓN												
CUIDADO PARENTAL												
TEMPORADA DE ANIDACIÓN		X	X	X								

<i>Pipilo fuscus</i>	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CORTEJO												
CONSTRUCCIÓN NIDO												
PARCHE DE ANIDACIÓN												
INCUBACIÓN												
CUIDADO PARENTAL												
TEMPORADA DE ANIDACIÓN				X	X	X						

<i>Carpodacus mexicanus</i>	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CORTEJO												
CONSTRUCCIÓN NIDO												
PARCHE DE ANIDACIÓN												
INCUBACIÓN												
CUIDADO PARENTAL												
TEMPORADA DE ANIDACIÓN	X	X									X	X

Los datos de cortejo, construcción del nido, parche de anidación, incubación y cuidado parental corresponden a observaciones directas en el parque. La temporada de anidación se estimó a partir de los datos observados y datos reportados en la bibliografía; los cuadros sombreados corresponden a observaciones hechas en campo en el PEC y los cuadros marcados con una X corresponden a datos reportados en la bibliografía (Hill, 1993; Johnson y Haight, 1996; Tweit, 1996; Proudfoot, 2000; Wolf y Jones, 2000; Flood, 2002; Mueller, 2004).

## VI. DISCUSIÓN

### VI.1. Aves que anidan en el Parque Ecológico Cubitos y patrones generales de anidación

De las 44 especies de aves residentes reportadas para el parque (Zuria com. pers.), en este trabajo sólo se encontraron nidos de ocho especies, que corresponden al 18.2 % del total, y sólo estuvieron representadas siete familias de las 21 reportadas para el parque. Se considera que algunas especies de aves pueden evitar anidar en hábitats fragmentados y perturbados, aunque pueden estar presentes en esas zonas (Roth y Johnson, 1993; Hoover *et al.*, 1995; Matthysen y Adriaensen, 1998; Marzluff, 2001). En el caso del Parque Ecológico Cubitos, la estructura y ubicación de las diferentes zonas, la diversidad de especies de plantas y el grado de perturbación, pueden determinar cuáles especies pueden anidar en él. Es necesario realizar más estudios enfocados a conocer cuáles otras especies anidan en el parque y cuál es su éxito de anidación. De esta manera pueden localizarse e identificarse zonas que funcionen como fuente o sumidero de individuos (Gates y Gysel, 1978; Zuria *et al.*, 2007).

Una de las dificultades del muestreo se debió a la extensión del parque y a la falta de rutas de acceso en algunos sitios, por lo que el estudio se vio limitado a las zonas de mayor accesibilidad. Por ejemplo, la densidad de la vegetación en la zona no manejada hizo muy difícil el desplazamiento y en consecuencia sólo se pudieron muestrear 25 de las 67 hectáreas que comprende. Se presentaron otros problemas que dificultaron también el encuentro de nidos. Por ejemplo, no se logró encontrar nidos de algunas especies como *Thryomanes bewickii*, a pesar de saber que se reproduce en el parque (Iriana Zuria, comunicación personal), y esto pudo deberse al hábito de esta especie de esconder los nidos dentro de matorrales densos y espinosos.

A pesar de que el esfuerzo de muestreo no fue igual en todas las áreas (Figura 2), el índice de densidad calculado al normalizar los datos de densidad de nidos por el esfuerzo de muestreo (Figura 5), muestra que el bosque fue la zona del parque que presentó un mayor índice de densidad para ambos años, seguido por la calzada de las

yucas. El área no manejada presentó un índice muy bajo de densidad, a pesar de haber invertido muchas horas de esfuerzo en esta zona (120 horas de búsqueda de nidos durante el 2006; Figura 2).

La alta densidad de nidos (de hasta 15 nidos/ha, Tabla II) en la zona de uso intensivo, particularmente en el bosque de coníferas, es comparable con valores considerados como altos por otros autores. Por ejemplo, Young (1948) reporta 9.6 nidos/acre (24 nidos/ha) en promedio, con un intervalo de 0.2 nidos/acre (0.5 nidos/ha) hasta 7.4 nidos/acre (18.5 nidos /ha) en un estudio realizado en una zona urbana de Wisconsin durante la primavera y verano de 1947. Rivera-Milán (1996) reportó ocho nidos/ha de colúmbidos como valor más alto de densidad de nidos en Puerto Rico, de febrero de 1987 a junio de 1992.

La alta densidad de nidos en la zona de uso intensivo puede deberse a que la especie que presentó el mayor número de nidos activos en esta zona fue *C. mexicanus*. Se ha documentado que *C. mexicanus* es una de las especies más adaptables a la perturbación humana (Hill, 1993; Buzo-Franco y Hernández-Santín, 2004) y generalmente anida en árboles que se encuentran en parques y jardines aunque también aprovecha las construcciones humanas. Es posible que la presencia de árboles introducidos en el bosque de coníferas haya favoreció la presencia de esta especie ya que en promedio se observó más de un nido por hectárea (Tabla III). Las densidades de nidos de *C. mexicanus* encontradas en el Parque Ecológico Cubitos 1.10 nidos/ha para el 2005 y 1.38 nidos /ha para el 2006, son superiores a las reportadas por otros autores como Kozma y Mathews (1997), que reportan densidades de entre 0.58 y 0.80 nidos/ha para ambientes cercanos a arroyos en Norteamérica.

En general, las especies que anidan en árboles están mejor adaptadas a la urbanización, probablemente debido a que los sitios de nidificación están más disponibles por la plantación de árboles ornamentales en las áreas residenciales (Lim y Sodhi, 2004). De forma similar, las especies que anidan en cavidades artificiales y que aprovechan los recursos que proveen las zonas urbanizadas, como *P. domesticus* y ciertas especies de golondrinas, se ven beneficiadas porque usan estructuras humanas



para anidar. Por el contrario, las especies que nidifican en el suelo o en la vegetación herbácea se ven dramáticamente afectadas por la urbanización (Mcintyre *et al.*, 2000). En este estudio no se observó ninguna especie que anida en el suelo, probablemente debido a que las áreas que se estudiaron con mayor intensidad, fueron también las más perturbadas.

Se encontraron también muchos nidos de *C. bruneicapillus*, que presentó el índice de densidad más alto (Figura 6), principalmente en la zona no manejada del parque que presenta matorral xerófilo. Se sabe que una misma pareja puede construir varios nidos en su territorio, algunos de los cuales son llamados nidos secundarios, ya que no anida ni realiza ninguna actividad reproductiva en ellos, y los utiliza con el fin de confundir a sus depredadores (Proudfoot *et al.*, 2000). Los nidos de *C. bruneicapillus* fueron también los más resistentes a las lluvias ya que no sufrieron desperfectos mientras que los nidos de las otras especies fueron destruidos. Por tanto, muchos de los nidos inactivos encontrados pudieron ser nidos de temporadas anteriores de esta especie. *C. mexicanus* fue la segunda especie con mayor índice de densidad (Figura 6), sin embargo, como ya se mencionó, las mayores densidades se observaron en la zona de uso intensivo.

## **VI.2. Éxito de anidación y causas de fracaso reproductivo**

La principal causa de fracaso reproductivo registrada en el Parque Ecológico Cubitos fue la lluvia. En general, la temporada de anidación de muchas especies corresponde con los meses de mayor precipitación en la zona, de junio a septiembre (INEGI, 1993). La lluvia y los fuertes vientos destruyeron nidos, y en ocasiones se observó que los cascarones podían romperse con las gotas de lluvia, como en *C. mexicanus*. Otros trabajos también han reportado altos niveles de precipitación pluvial como causa de fracaso reproductivo de nidos (e.g., DeSante, 1987; Díaz-Valenzuela y Lara-Rodríguez, 2005). Sin embargo, muchas especies son capaces de anidar dos o tres veces en una temporada reproductiva después de la destrucción del nido. Es probable que en el Parque Ecológico Cubitos algunas especies hayan anidado de

nuevo después de que el nido fuera destruido por la lluvia. Por ejemplo, se sabe que *C. brunneicapillus* (Proudfoot *et al.*, 2000), *T. curvirostre* (Tweit, 1996), *P. fuscus* (Johnson *et al.*, 1996) y *C. mexicanus* (Hill, 1993) pueden anidar varias veces en una misma temporada reproductiva.

En la zona de uso intensivo, particularmente en el bosque de coníferas, se observó también fracaso de nidos debido a la perturbación humana. Esta zona del parque es una de las zonas con mayor perturbación debido a la presencia de andadores y veredas que son usadas por los visitantes del parque. Además en esta zona se encuentran constantemente los trabajadores del parque haciendo labores de jardinería. El fracaso reproductivo en esta zona se debió principalmente al robo de polluelos y la destrucción del nido por actividades de poda, que destruye el sustrato de los nidos, además de que al reducirse la vegetación, aumenta la visibilidad del nido, lo que puede provocar depredación (Gawlik y Bildstein, 1990; With, 1994). Sin embargo, a pesar de la perturbación humana, el bosque fue la zona de anidación preferida por algunas especies como *C. mexicanus*, que ya se mencionó como una especie muy adaptable a la perturbación.

Se registraron pocos eventos de depredación de nidos, y sólo en la zona de uso intensivo. Aunque no se pudo registrar la identidad de los depredadores en este estudio, es probable que los responsables sean la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y/o perros y gatos domésticos, que son depredadores comunes en el parque (Tirado Avilés, com. pers.). Es probable que la depredación de nidos haya sido más intensa que lo reportado en este estudio. Algunos de los nidos que fracasaron y que se catalogaron con causa desconocida pudieron haber sido nidos depredados. En muchos estudios realizados en zonas urbanizadas se ha reportado que aumenta la depredación de nidos debido a la introducción de depredadores domésticos (Hoover *et al.*, 1995; Faaborg *et al.*, 1998; Jokimâki y Huhta, 2000; Haskell *et al.*, 2001; Forrest y Clair, 2006).

El conocimiento de la riqueza y la composición de las comunidades de aves en las zonas urbanas es importante, sin embargo, conocer la riqueza y la diversidad de

aves no es suficiente para poder determinar si las condiciones del lugar son las adecuadas para que las poblaciones se mantengan a largo plazo. Es necesario determinar también cuáles poblaciones de aves pueden reproducirse, y cuál es el éxito reproductivo de estas aves. Sólo el 34% de un total de 218 artículos revisados por Marzluff y Sallabanks (1998) miden algún componente del éxito reproductivo de las aves y sólo una fracción de éstos muestran los peligros a los que se enfrentan las especies y las formas de reducir los impactos del humano. En vista del crecimiento urbano acelerado en nuestro país, resulta necesario llevar a cabo estudios de biología reproductiva de las aves que permitan determinar los requerimientos de cada una de las especies para lograr su conservación.

### **VI.3. Importancia de las áreas verdes urbanas para la conservación de aves**

Muchas especies nativas son capaces de explotar los ambientes que las ciudades proporcionan y adaptarse a los cambios de paisaje (Mills *et al.*, 1984). Por ejemplo, *C. mexicanus*, *P. domesticus*, *C. inca*, *Columba livia* y *Quiscalus mexicanus* son especies comunes en las zonas urbanas. Estas especies comparten ciertas características que les permiten explotar y aprovechar aquellos recursos facilitados por el hombre, lo cual puede estar ligado a su alimentación ya que estas aves son omnívoras o granívoras (Jokimaki y Suhonen, 1998; Buzo-Franco y Hernández-Santín, 2004). Sin embargo, para poder contar con una mayor diversidad de aves, las ciudades requieren áreas verdes extensas, que contengan la vegetación nativa del lugar que atraiga a un mayor número de especies de aves. Se requieren estudios de biología reproductiva en áreas urbanas y perturbadas, así como programas de monitoreo que tengan aplicación en el diseño y manejo de los parques urbanos y otras áreas verdes, y que permitan aumentar la calidad del hábitat de las aves. Para lograr la conservación de muchas especies, las áreas verdes urbanas deben ser sitios que permitan el éxito reproductivo de los individuos y que puedan convertirse en fuente de individuos para otras zonas en las ciudades. Se requieren también estudios más profundos (i.e., genética de poblaciones) para conocer si en los parques urbanos, y en particular en el

Parque Ecológico Cubitos, se tienen problemas genéticos como endogamia, deriva génica o aislamiento de las poblaciones.

El Parque Ecológico Cubitos puede ser un área natural importante para la conservación de las aves en la ciudad de Pachuca debido que es el área verde más grande dentro de la ciudad. Sin embargo, las poblaciones de muchas especies podrían estar amenazadas debido a la depredación de nidos y la perturbación humana, como el robo de nidos y el estrés provocado por los visitantes y trabajadores del parque. Uno de las medidas que se podrían adoptar para incrementar el éxito reproductivo es mayor vigilancia para minimizar los efectos de la perturbación humana. Por otro lado, las actividades de jardinería deben limitarse durante los meses en que las aves se reproducen en el parque.

## VII. CONCLUSIONES

- Se encontraron anidando nueve especies de aves en el Parque Ecológico Cubitos durante el 2005 y el 2006: *Columbina inca*, *Pyrocephalus rubinus*, *Sayornis saya*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Toxostoma curvirostre*, *Pipilo fuscus*, *Icterus sp.*, *Carpodacus mexicanus* y *Passer domesticus*. Las especies con mayor número de nidos fueron *C. mexicanus* y *C. brunneicapillus*.
- Se encontró una mayor densidad de nidos en la zona de uso intensivo del parque, particularmente en el bosque de coníferas.
- *Columbina inca* y *Pyrocephalus rubinus* obtuvieron un éxito de anidación promedio del 100%, mientras que para *Carpodacus mexicanus* el éxito de anidación fue sólo del 17%.
- En general, la principal causa de fracaso reproductivo para los nidos de aves durante el 2005 y el 2006 se debió a la lluvia, seguida por la perturbación humana.
- Los sitios con mayor disturbio por parte de los transeúntes fueron el bosque de coníferas y el jardín botánico, lo cual se refleja en los datos de fracaso reproductivo, ya que la zona con mayor fracaso por perturbación humana fue la zona de uso intensivo.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Blair, R. B. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, 6: 506-519.
- Blair, R. B. 2001. Creating a homogeneous avifauna. 459-486 p. en: L. M. Leveau, y C. M. Leveau (eds). *Comunidades de aves en un gradiente urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina*. Hornero (B. Aires) [online]. ene./ago. 2004, vol.19, no.1 [citado 12 Abril 2007], p.13-21. On line: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S007334072004000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S007334072004000100003&lng=es&nrm=iso). ISSN 0073-3407.
- Bowman, R., y G. E. Woolfenden. 2001. Nest success and the timing of nest failure of Florida Scrub-Jays in suburban and wildland habitats. 383-399 p. en: J. M. Marzluff, R. Bowman, y R. Donnelly (eds), *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic, Norwell.
- Braden, G. T. 1999. Does nest placement affect the fate or productivity of California gnatcatcher nests. *The Auk*, 116: 984-993.
- Buzo-Franco, D., y L. Hernández-Santín. 2004. *Dinámica espacial y temporal de la comunidad de aves en los parques urbanos de Puebla y su entorno*. Tesis de Licenciatura en Biología. México. Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas, Puebla, 94 p.
- Clergeau, P., J. P. Savard, G. Mennenchez, y G. Falardeau. 1998. Bird abundance and diversity along an urban-rural gradient: a comparative study between two cities on different continents. *The Condor*, 100: 413-425.
- Clergeau, P., J. Jokimâki, y J. P. L. Savard. 2001. Are urban bird communities influenced by the bird diversity of adjacent landscapes? *Journal of Applied Ecology*, 38: 1122-1134.
- COEDE. 2004. Programa de Manejo del Área Natural Protegida Estatal Parque Ecológico Cubitos.
- DeSante, D. F., y G. R. Geupel. 1987. Landbird productivity in central coastal California: the relationship to annual rainfall, and a reproductive failure in 1986 *The Condor*, 89: 636-653.

- Díaz-Ordaz, A. A. de la F. 2003. Estudio de la estructura de las comunidades de aves en los parques urbanos de Puebla y su entorno. Tesis Licenciatura en Biología. México. Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas, Puebla.
- Díaz-Valenzuela, R., y N. Z. Lara-Rodríguez. 2005. Biología reproductiva y seguimiento de nidos del colibrí cola hendida *Doricha eliza* (De Lattre y Lesson 1839) en Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana.
- Escalante, P., A. M. Sada, y J. Robles-Gil. 1996. Listado de nombres comunes de aves de México. CONABIO, Sierra Madre, 32 p.
- Faaberg, J., F. R. Thompson III, S. K. Robinson, T. M. Donovan, D. R. Witehead, y D. Brawn. 2001. Understanding fragmented midwestern landscape: The future. 193-208 p. en: J. M. Marzluff, R. Bowman, y R. Donnelly (eds), Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Kluwer Academic, Norwell.
- Feninger, O. 1983. Estudios cuantitativos sobre aves en áreas urbanas de Buenos Aires con densa población urbana. Hornero, Número Extraordinario:174-191.
- Fernández-Juricic, E. 2000. Local and regional effects of pedestrians on forest birds in a fragmented Landscape. *The Condor*, 102: 247-255.
- Fernández-Juricic, E., y J. Jokimäki. 2001. A habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: case studies from southern and northern Europe. *Biodiversity and Conservation*, 10: 2023-2043.
- Flood, N. J. 2002. Scott's Oriole (*Icterus parisorum*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/608> doi:bna.608
- Forrest, A., y C. C. St. Clair. 2006. Effects of dog leash laws and habitat type on avian and small mammal communities in urban parks. *Urban Ecosystems*, 9: 51-66.
- Gates, J. E. y L. W. Gysel. 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology*, 59: 871-883.

- Gawlik, D. E., y K. L. Bildstein 1990. Reproductive success and nesting habitat of loggerhead shrikes in north-central South Carolina. *Wilson Bulletin*, 102: 37-48.
- Germaine, S. S., S. S. Rosenstock, R. E. Schweinsburg, y W. S. Richardson. 1998. Relationships among breeding birds, habitat, and residential development in Greater Tucson, Arizona. *Ecological Applications*, 8: 680-691.
- Gonzáles-Oreja, J. A. 2003. Aplicación de análisis multivariados al estudio de las relaciones entre las aves y sus hábitats: un ejemplo con paseriformes montanos no forestales. *Ardeola*, 50: 47-58.
- Gore, J. A. y M. J. Kinnison. 1991. Hatching success in roof and ground colonies of Least Terns. *Condor*, 93: 759-762.
- Green, R. E. 2004. Breeding Biology. 57-83 p. en: W. J. Sutherland, I. Newton y R. E. Green (eds). *Bird Ecology and Conservation. A Handbook of Techniques*. Oxford Biology, EUA.
- Hadidan, J., J. Sauer, C. Stuarth, P. Hanly, S. Droege, C. Williams, J. Huff, y G. Didden 1997. A city breeding bird survey for Washington, D. C. *Urban Ecosystems*, 1: 87-102.
- Haskell, D. G., A. M. Knupp, y M. C. Schneider. 2001. Nest predator abundance and urbanization. 243-258 p. en: J. M. Marzluff, R. Bowman, y R. Donnelly (eds). *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Kluwer Academia. EUA.
- Hill, G. E. 1993. House Finch (*Carpodacus mexicanus*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the *Birds of North America Online*: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/046> doi:bna.46.
- Hoover, J. P., M. C. Brittingham, y L. J. Goodrich. 1995. Effects of forest patch size on nesting success of Wood thrushes. *The Auk*, 112:146-155.
- INEGI. 1993. Pachuca de Soto estado de Hidalgo Cuaderno Estadístico Municipal, México.
- INEGI. 2004. [citado 23 Junio 2006]. On line: <http://www.inegi.gob.mx>.
- Johnson, R. R., y L. T. Haight. 1996. Canyon Towhee (*Pipilo fuscus*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology;



Retrieved from the Birds of North America Online:  
<http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/264doi:bna.264>.

- Jokimâki J. 1999. Occurrence of breeding bird species in urban parks: effects of park structure and broad-scale variables. *Urban Ecosystems*, 3:21-34.
- Jokimâki, J., y E. Huhta. 2000. Artificial nest predation and abundance of birds along an urban gradient. *The Condor*, 102:838-847.
- Kozma, J. M., y N. E. Mathews. 1997. Breeding bird communities and nest selection in Chihuahuan desert habitats South-central New Mexico. *Wilson Bulletin*, 109: 424-436.
- Leveau, L. M., y C. M. Leveau. Comunidades de aves en un gradiente urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Hornero (B. Aires)*. [online]. ene./ago. 2004, vol.19, no.1 [citado 12 Abril 2007], p.13-21. Online: <http://www.scielo.org.ar/pdf/horner/v19n1/v19n1a03.pdf>. ISSN 0073-3407.
- Lim H. C., y N. S. Sodhi. 2004. Responses of avian guilds to urbanization in a tropical city. *Landscape and Urban Planning*, 66:199-215.
- MacArthur, R. H., y E. O. Wilson. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Marín-Gómez, O. H. 2005. Avifauna del campus de la Universidad del Quindío. *Boletín SAO*, 15: 42-60.
- Matthysen, E., y F. Adriaensen. 1998. Forest size and isolation have no effect on reproductive success of eurasian nuthatches (*Sitta europaea*). *The Auk*, 115: 955-963.
- Marzluff, J. M. 2001. Worldwide urbanization and its effects on birds. p. 19-21 en: J. M. Marzluff, R. Bowman, y R. Donnelly (eds), *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic, Norwell.
- Marzluff, J. M., y R. Sallabanks. 1998. Past approaches and future directions for avian conservation biology. p. 5-14. en: J. M. Marzluff y R. Sallabanks [eds], *Avian conservation: research and management*. Island Press, Nueva York.
- Marzluff, J. M., R. Bowman, y R. Donnelly. 2001. A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. 1-17 p. en: J. M. Marzluff, R.

- Bowman, y R. Donnelly (eds), Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Kluwer Academic, Norwell.
- McDonnell, M. J., y S. T. A. Pickett. 1990. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology*, 71: 1232-1237.
  - McIntyre, N. E., K. Knowles-Yáñez, y D. Hope. 2000. Urban ecology as an interdisciplinary field: differences in the use of “urban” between the social and natural sciences. *Urban Ecosystems*, 4: 5-24.
  - Miller, J. R., y N. T. Hobbs. 2000. Recreational trails, human activity, and nest predation in lowland riparian areas. *Landscape and Urban Planning*, 50: 227-236.
  - Mills, G. S., J. B. Dunning, y J. M. Bates. 1989. Effects of urbanization on breeding bird community structure in southwestern desert habitats. *Condor*, 91: 416-428.
  - Mueller, A. J. 2004. Inca Dove (*Columbina inca*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/028> doi:bna.28.
  - Proudfoot, G. A., D. A. Sherry, y S. Johnson. 2000. Cactus Wren (*Campylorhynchus brunneicapillus*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/558> doi:bna.558.
  - Ralph, C. J., G. H. Geupel, P. Pyle, T. E. Martín, D. F. DeSante, y B. Mila. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Department of Agriculture. Estados Unidos, 44 p.
  - Rivera-Milán, F. F. 1996. Nest density and success of columbids in Puerto Rico, *The Condor*, 98: 100-113.
  - Reynaud, R. A. y J. Thioulouse. 2000. Identification of birds as biological markers along a neotropical urban-rural gradient (Cayenne, French Guiana), using co-inertia analysis. *Journal of Environmental Management*, 59: 121-140.

- Roberts, C. y C. J. Norment. 1999. Effects of plot size and habitat characteristics on breeding success of scarlet tanagers. *The Auk*, 116: 73-82.
- Rosenberg, K. V., S. B. Terrill, y G. H. Rosenberg. 1987. Value of suburban habitats to desert riparian birds. *Wilson Bulletin*, 99: 642-654.
- Roth, R. R., y R. K. Johnson. 1993. Long-term dynamics of a wood thrush population breeding in a forest fragment. *The Auk*, 110: 37-48.
- Ruzsczyk, A., J. J. S. Rodrigues, T. M. T. Roberts, M. M. A. Bendati, R. S. del Pino, J. C. V. Marques, y M. T. Q. Melo. 1987. Distribution patterns of eight bird species in the urbanization gradient of Porto Alegre, Brazil. *Ciência e Cultura*, 39: 14-19.
- Seitz, L. C., y D. A. Zegers. 1993. An experimental study of nest predation in adjacent deciduous, coniferous and successional habitats. *The Condor*, 95: 297-304.
- Simons, L. S., y L. H. Simons. 1990. Experimental studies of nest-destroying behavior by Cactus wrens. *The Condor*, 92: 855- 860.
- Solomon, E. P., L. R. Berg, y D. W. Martin. 2001. *Biología*. Ed McGraw Hill Interamericana. México, 1237 p.
- Sorensen, M., V. Barzetti, K. Keipi, y J. Williams. 1998. Manejo de las áreas verdes urbanas. Documento de trabajo No. ENV-109. División del Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible. Banco Interamericano de Desarrollo. EUA.
- Suhonen J., y J. Jokimâki. 1988. A biogeographical comparison of the breeding bird species assemblages in twenty finnish urban parks. *Ornis Fennica*, 65: 76-83.
- Turner, W. R., T. Nakamura, y M. Dinetti. 2004. Global urbanization and the separation of humans from Nature. *Bioscience*, 6: 585-590.
- Tweit, R. C. 1996. Curve-billed Thrasher (*Toxostoma curvirostre*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/235> doi:bna.235.

- With, K. A. 1994. The hazards of nesting near shrubs for a grassland bird, the McCown's Longspur. *The Condor*, 96: 1009-1019.
- Wolf, B. O., y S. L. Jones. 2000. Vermilion Flycatcher (*Pyrocephalus rubinus*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/484> doi:bna.484
- World Resources Institute. 1996. *World Resources 1996-1997*. Oxford University Press, Oxford.
- Young, H. 1948. A comparative study of nesting birds in a five-acre park. *Wilson Bull*, 4:36-47.
- Zuria, I., J. E. Gates, e I. Castellanos. 2007. Artificial nest predation in hedgerows and scrub forest in a human-dominated landscape of Central, Mexico. *Acta Oecologica* 31: 158-167.

Anexo 1. Nidos activos encontrados del 9 junio al 31 de diciembre de 2005 en el Parque Ecológico Cubitos.

Número de nido	Especie	Número de huevos	Número de pollos	Número de volantones	Éxito de eclosión (%)	Éxito de anidación (%)	Causa del fracaso
N006	<i>Columbina inca</i>	2	2	2	100	100	
N001	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	3	3	3	100	100	
N119	<i>Pipilo fuscus</i>	2	2	0	100	0	Perturbación humana
N124	<i>Pipilo fuscus</i>	2	2	2	100	100	
N016	<i>Icterus sp.</i>	3	0	0	0	0	Desconocida
N104	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	0	0	0	0	Lluvia
N105	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	3	3	100	100	
N106	<i>Carpodacus mexicanus</i>	?	0	0	0	0	Lluvia
N107	<i>Carpodacus mexicanus</i>	?	0	0	0	0	Lluvia
N108	<i>Carpodacus mexicanus</i>	1?	0	0	0	0	Lluvia
N109	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	3	0	100	0	Perturbación humana
N111	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	Lluvia
N112	<i>Carpodacus mexicanus</i>	2	0	0	0	0	Lluvia
N113	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	Lluvia
N114	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	0	0	0	0	Lluvia
N115	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	Perturbación humana
N116	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	Lluvia
N117	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	Lluvia
N118	<i>Carpodacus mexicanus</i>	2	0	0	0	0	Lluvia
N120	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	Lluvia
N121	<i>Carpodacus mexicanus</i>	2	2	0	100	0	Lluvia
N122	<i>Carpodacus mexicanus</i>	2	2	2	100	100	

Anexo 2. Nidos activos encontrados del 1 de enero al 31 de diciembre de 2006 en el Parque Ecológico Cubitos.

Número de nido	Especie	Número de huevos	Número de pollos	Número de volantones	Éxito de eclosión (%)	Éxito de anidación (%)	Causa del fracaso
N133	<i>Columbina inca</i>	2	0	0	0	0	Lluvia
N157	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1	0	0	0	0	Lluvia
N126	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N130	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N131	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N132	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	2	0	0	0	0	Lluvia
N134	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	3	3	3	100	100	
N135	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N136	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	4	4	0	100	0	Desconocida
N137	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N138	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N139	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	3	0	0	0	0	Desconocida
N140	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N141	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N142	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N143	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	3	3	3	100	100	Desconocida
N144	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	3	0	0	0	0	Lluvia
N145	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N146	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N147	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	3	0	0	0	0	Lluvia
N148	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N150	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N151	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N176	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	?	1	1	?	?	Lluvia
N178	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	?	?	2	?	?	Desconocida

N128	<i>Toxostoma curvirostre</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N129	<i>Toxostoma curvirostre</i>	2	2	2	100	100	
N149	<i>Toxostoma curvirostre</i>	3	3	3	100	100	
N183	<i>Icterus sp.</i>	2	0	0	0	0	Desconocida
N125	<i>Carpodacus mexicanus</i>	?	0	0	0	0	Competencia
N152	<i>Carpodacus mexicanus</i>	4	4	0	100	0	Lluvia
N155	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	0	0	0	0	Desconocida
N156	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	3	3	100	100	
N158	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	0	0	0	0	Desconocida
N159	<i>Carpodacus mexicanus</i>	4	4	4	100	100	
N160	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	0	0	0	0	Desconocida
N161	<i>Carpodacus mexicanus</i>	2	0	0	0	0	Desconocida
N162	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N163	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	0	0	0	0	Desconocida
N164	<i>Carpodacus mexicanus</i>	5	5	5	100	100	
N166	<i>Carpodacus mexicanus</i>	?	?	4	?	?	
N167	<i>Carpodacus mexicanus</i>	4	0	0	0	0	Desconocida
N168	<i>Carpodacus mexicanus</i>	4	4	4	100	100	
N169	<i>Carpodacus mexicanus</i>	3	0	0	0	0	Lluvia
N171	<i>Carpodacus mexicanus</i>	4	1	0	100	0	Lluvia
N174	<i>Carpodacus mexicanus</i>	4	0	0	0	0	Desconocida
N175	<i>Carpodacus mexicanus</i>	?	2	2	?	?	
N179	<i>Carpodacus mexicanus</i>	2	2	0	100	0	Lluvia
N180	<i>Carpodacus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	Desconocida
N182	Especie no determinada	?	?	4	?	?	