



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**DEPREDACIÓN DE NIDOS DE LAS AVES DEL VALLE
DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS, PUEBLA.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A

JESÚS ORTEGA ESQUINCA

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA

México

MARZO DE 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.


Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 04 de diciembre del 2006, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del alumno **Ortega Esquinca Jesús** con número de cuenta **84132778** con la tesis titulada: **"Depredación de nidos de las aves del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla"** bajo la dirección de la **Dra. Ma. del Coro Arizmendi Arriaga**.

Presidente: Dr. Adolfo G. Navarro Sigüenza
Vocal: Dr. Jorge H. Vega Rivera
Secretario: Dra. Ma. del Coro Arizmendi Arriaga
Suplente: Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
Suplente: Dra. Katherine Renton

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a, 19 de febrero del 2007


Dr. Juan Nuñez Farfán
Coordinador del Programa

Reconocimientos.

Los estudios de maestría y la realización de la tesis, estuvieron apoyados por la beca otorgada por el **CONACYT** durante el periodo 2005-1 2006-2 que cubrió los cuatro semestres de la maestría. Mi número de becario fue el 189401.

Así mismo, también recibí el apoyo del **COMECYT**, por la Beca Económica para Posgrado en la modalidad de Maestría, otorgada durante la promoción 2006.

El **Comité Tutorial** durante mis estudios de maestría, estuvo conformado por los siguientes investigadores:

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga (Directora de tesis).

Dra. Katherine Renton (Asesora).

Dr. Jorge Humberto Vega Rivera (Asesor).

Agradecimientos.

El haber concluido esta fase de mi vida fue realmente difícil, tanto en tiempo como en esfuerzo y no hubiera sido posible, si no es con el apoyo de diferentes instituciones y personas, por lo cual quiero expresarles mis más sinceros agradecimientos.

A la **UNAM** por darme la formación necesaria durante la maestría, porque gracias a esto pude llevar a cabo mi estudio. Especialmente a la **FES Iztacala** y al **Laboratorio de Ecología** de la **UBIPRO** porque ahí fue donde realice gran parte del trabajo de computo y de consulta bibliográfica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**), por haberme otorgado la beca durante toda la maestría. Gracias a ello, realicé mis estudios sin grandes problemas económicos y me dediqué de tiempo completo a mi trabajo. El financiamiento fue otorgado durante el periodo 2005-1 2006-2. Mi número de becario fue 189401.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (**COMECYT**), por haberme otorgado una beca durante la promoción 2006, la cual me ayudo en gran medida a culminar el trabajo escrito de la tesis.

A la **Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga** por haber asesorado mi proyecto y por sus valiosos comentarios y sugerencias, que enriquecieron en demasía la tesis. Por el tiempo dedicado a la discusión del trabajo, desde la conformación del anteproyecto, hasta ahora, en su culminación.

A la **Dra. Katherine Renton** y al **Dr. Jorge H. Vega Rivera** por formar parte de mi comité tutorial. Gracias a ellos, la tesis mejoró sustancialmente, ya que siempre la revisaron a fondo proponiéndome las mejores soluciones.

A la **Dra. Patricia Dávila Aranda** y al **Dr. Adolfo Navarro Sigüenza**, los cuales fueron parte del jurado y revisaron el trabajo en su fase final. Sus comentarios y correcciones a la tesis sirvieron para aclararme varias dudas y corregir algunos datos.

A todos los **profesores** que tuve durante la **maestría**, especialmente a Héctor Godínez de **Iztacala** y a los de la **Estación de Biología de Chamela**. De todos ellos aprendí muchas cosas, las cuales me ayudaron en mi formación como investigador.

Al **Comisariado Ejidal de Zapotitlán de las Salinas**, por las facilidades otorgadas durante el trabajo de campo y la estadía en el pueblo. Especialmente al señor **Juan**, por su amabilidad y charlas amenas, en el Jardín Botánico.

A la señora **Lorenza** y a **toda su familia** de Zapotitlán de las Salinas, porque siempre tenían un tiempo para platicar y ofrecer algo de comer en su casa.

A **Patricia Zarco Mendoza y a Tania Ayim Ortega Zarco**, porque fueron parte importante durante el trabajo de campo, al participar directamente en la colocación y revisión de los nidos artificiales, Así como a **Uriel Rendón Z.** que también me ayudo en el campo.

A todos mis compañeros del **Laboratorio de Ecología de la UBIPRO**, a **Paco, Ana, Carlos, Claudia, Leopoldo, Miguel, Elisa, Edgar, Araceli, Lizbeth y Cony**, ya que siempre me ofrecían su ayuda desinteresadamente cuando los requería para algo.

A mis compañeros de la maestría **Erika, Leobardo, Ricardo y Carlos**, porque siempre se portaron muy bien durante los cursos que llevamos juntos. Así como también en aquella ocasión en Zapotitlán, donde convivimos y pasamos un rato muy agradable.

Dedicatoria.

A Patricia y a Tania Ayim.

A Esther (mi Mamá), a Román (mi Papá), a Agustín, Rosa María y Salvador (mis hermanos) y a todos mis sobrinos.

A la Familia Zarco Mendoza.

Mi cama fue un roble.

Mi cama fue un roble
y en sus ramas cantaban los pájaros.
Mi cama fue un roble
y mordió la tormenta sus gajos.

Deslizo mis manos
por sus claros maderos pulidos,
y pienso que acaso toco el mismo árbol
donde estuvo aferrado algún nido.

Juana de Ibarbourou

La luz del sol
da en tu flor
de la magia,
dándote una luz.

Dio en tu
corazón como
tu flor mágica.

Tania Ayim
Siete años
2006

INDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	6
AREA DE ESTUDIO.....	6
Sitios conservados.....	9
Sitios alterados.....	10
MÉTODOS.....	11
Trabajo de campo.....	11
Análisis estadístico.....	13
RESULTADOS.....	13
Comparación de la depredación entre nidos abiertos y cerrados.....	13
Comparación de la depredación entre sitios conservados y alterados.....	16
Comparación de la depredación entre tipos de nidos y sitios.....	18
Depredadores para los tipos de nidos y sitios.....	20
DISCUSIÓN.....	22
Comparación de la depredación entre nidos abiertos y cerrados.....	22
Comparación de la depredación entre sitios conservados y alterados.....	22
Comparación de la depredación entre tipos de nidos y sitios.....	24
Depredadores para los tipos de nidos y sitios.....	25
CONCLUSIONES.....	27
Apéndice.....	29
LITERATURA CITADA.....	30

Resumen.

La depredación de los nidos es una de las principales causas del fracaso reproductivo de las aves, siendo esta uno de los factores que más influyen en la demografía de las especies. En los últimos años se ha incrementado el uso de nidos artificiales para evaluar los patrones de depredación de las poblaciones de aves. En este estudio se evaluó el efecto de la depredación en sitios con diferentes condiciones de alteración, usando nidos artificiales abiertos y cerrados, cebados con dos huevos de plastilina.

El estudio se realizó en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, donde se seleccionaron cinco sitios conservados y cinco alterados. En cada sitio se colocaron entre la vegetación 20 nidos. Los nidos se revisaron cada tercer día durante catorce días, para observar los huevos con alguna señal de ataque.

Los nidos que resultaron con mayor índice de depredación fueron los abiertos, que se encontraban en los sitios conservados. En cuanto a los depredadores, las aves fueron los más importantes, tanto para el tipo de nido, así como para los sitios.

A través de los resultados obtenidos, se postula que probablemente los depredadores son más abundantes en los sitios conservados, ya que fue donde hubo mayor cantidad de nidos atacados. También se encontró que las aves son los principales depredadores de los nidos porque detectan con mayor facilidad a los mismos. Se sugiere realizar un estudio similar, pero con nidos naturales, además, utilizar cámaras automáticas para detectar a los depredadores.

Abstract.

Nest predation is one of the first causes of reproductive failure in birds inhabiting diverse habitats, having a deep impact on bird demography. The use of artificial nests as a tool to evaluate predation patterns has grown a lot during the past years. In this study I present an evaluation of the effects of nest predation in sites with different conservation conditions, using two types of artificial nests open and closed, including artificial eggs.

The work was done in the Zapotitlán de las Salinas Valley, Puebla, México where five sites were selected in preserved and five in not-preserved sites. In each site 20 artificial nests were located inside vegetation. Two nest types were used opened-cup shaped and closed ones. In each nest to clay eggs were inserted. Nest were revised each third day during 14 days to detect any sight of predation.

The nests that were more predated were the open ones that were situated in preserved sites. The more common predators were birds (as can be detected by signs of the bills found in the eggs), both in open and closed nests and in both preserved and non-preserved sites.

Predators are probable more abundant in preserved sites explaining the difference between survivals of nests in these habitats. Birds were more common predators because, as we used clay eggs, the visual attraction can be more important than others. It will be useful to make a new study in the area with natural nests and using cameras to film the predators. With the present work and with that of natural nests, strategies could be developed for the conservation from the species of more vulnerable birds to the depredators.

Introducción.

La pérdida de nidos de aves en diferentes ambientes puede ser atribuida a diversos factores, entre los que se incluyen la depredación y el parasitismo, la muerte de los adultos, el clima, la infertilidad en los huevos y el abandono del nido (Hahn 1937, Nolan 1963, Lack 1968, Ricklefs 1969, Gates y Gysel 1978, Loiselle y Hoppes 1983, Martin 1988, 1992, Tomialojc y Wesolowski 1990, Hanski *et al.* 1996). Sin embargo, la depredación es uno de los factores considerados como más importantes (Hahn 1937, Nolan 1963, Lack 1968, Ricklefs 1969, Gates y Gysel 1978, Loiselle y Hoppes 1983, Martin 1988, 1992, Tomialojc y Wesolowski 1990, Hanski *et al.* 1996).

La depredación afecta la dinámica de poblaciones y la composición de las comunidades de éstas a través de la muerte de adultos, de sus huevos o polluelos (Newton 1993, Jedrejewska y Jedrejewski 1998), hasta un punto que podría provocar extinciones locales (Ricklefs 1969, Martin 1992, 1993a). La depredación de nidos es un determinante importante del éxito reproductivo de las aves en muchas regiones geográficas (Reitsma *et al.* 1990) y pudo haber contribuido a la diversificación evolutiva de este grupo (Martin 1993b, Schmidt y Whelan 1998).

Las características de los sitios de anidación son un componente esencial contra los depredadores. Por lo tanto, un aspecto de la selección del hábitat en aves, que puede ser incluso aun más importante que los recursos alimenticios, es la elección de un sitio conveniente de anidación (Birkhead *et al.* 1985, Martin 1988). La mortalidad en el nido es influida directamente por la calidad del sitio de anidación, ya que representa un refugio durante el tiempo de incubación (Birkhead *et al.* 1985).

Las características del hábitat en un paisaje están relacionadas directamente con la depredación de nidos, especialmente aquellas que afectan la abundancia y conducta de los depredadores (Fenske-Crawford y Niemi 1997). Los paisajes deforestados pueden favorecer el aumento de los depredadores, lo que ocasionaría la declinación local o regional de las aves en muchas partes del mundo, por lo que una gran cantidad de aves son encontradas comúnmente solo en grandes extensiones de bosque (Ambuel y Temple 1983, Lynch y Whigham 1984, Bellamy *et al.* 1996). Sin embargo, también se ha propuesto que los paisajes deforestados pueden ser sitios en donde los depredadores

sean escasos por efectos de la alteración (Picman 1988), siendo áreas en donde las aves podrían tener éxitos reproductivos superiores.

Los paisajes pueden ser alterados de forma natural o antropogénica. Sin embargo, ambas formas pueden crear parches de bosque de diversos tamaños con bordes de diferentes extensiones, lo que provoca que influyan de forma diferente durante la temporada de anidación de las aves. Los bordes sirven de hábitat a un mayor número de especies, así como a una gran cantidad de depredadores que pueden influir fuertemente en el fracaso de los nidos (Moller 1989, Andrén 1992, Marini *et al.* 1995).

En los bordes del bosque las aves pueden sufrir una alta depredación de nidos (Paton 1994), debido a que las condiciones de visibilidad de los depredadores son mejores, entonces la detectabilidad de los nidos aumenta, lo que ocasiona un bajo éxito de anidación (Andrén y Angelstam 1988, Temple y Cary 1988). Es decir, el éxito de anidación parece declinar con el decremento del tamaño del bosque (Moller 1988, Small y Hunter 1988, Tellería y Santos 1992, Hoover *et al.* 1995).

La alteración del paisaje cambia las condiciones de hábitat de las aves y de los depredadores de sus nidos (Keyser *et al.* 1998, Söderström 1999). Las poblaciones de depredadores generalistas se incrementan cuando el paisaje se vuelve más diverso (Nour *et al.* 1993, Tewksbury *et al.* 1998, Dijak y Thompson 2000), aumentando el riesgo de depredación de nidos tanto en el interior como en los bordes del bosque (Small y Hunter 1988, Hoover *et al.* 1995, Keyser *et al.* 1998). Sin embargo, los cambios dependientes del área en el éxito de anidación no han sido encontrados en todos los estudios (Nour *et al.* 1993, Haskell 1995, Gale *et al.* 1997).

Debido a que en algunas ocasiones los nidos naturales son difíciles de encontrar, en los últimos años se ha extendido el uso de nidos artificiales para realizar diferentes estudios (Faaborg 2004). Uno de los usos que se le ha dado a los nidos artificiales, es el de determinar los patrones de depredación y supervivencia de éstos, para evaluar los riesgos de depredación de los nidos naturales (Jokimaki y Huhta 2000). Además de esto, los nidos artificiales se han usado para identificar a los depredadores potenciales de los nidos naturales de las aves (Paton 1994, Marzluff y Restani 1999).

Aunque pueden haber desventajas en el uso de nidos artificiales comparados con los naturales, como por ejemplo distintas tasas de depredación, debido a diferencias

como son el lugar de anidación, contrastes en el tamaño, color y olor de los huevos y nidos (Burke *et al.* 2004), las ventajas de usarlos son que no es necesario trabajar con nidos naturales, por lo que no son perturbados durante todo su proceso y, además, es fácilmente controlable el tamaño de la muestra (King *et al.* 1999). La realización de este tipo de estudios, permite evaluar la depredación de las aves en su hábitat natural.

De esta manera, se plantea realizar un estudio para evaluar la depredación de nidos artificiales en el Valle de Zapotitlán de las Salinas Puebla, el cual pertenece al Valle de Tehuacán Cuicatlán. El Valle de Tehuacán Cuicatlán es importante para las aves, ya que es una zona donde se ha reportado la presencia de 120 especies, de las cuales el 10% son endémicas del lugar (Arizmendi y Márquez Valdelamar 2000).

Para el Valle de Zapotitlán se sabe que la reproducción de aves se presenta de abril a agosto, siendo en abril cuando comienzan con la construcción de nidos, mientras que en julio las aves presentan parche de incubación (Arizmendi y Espinoza de los Monteros 1996). Para esta zona, Zizumbo (2005), realizó un estudio donde trabajó con nidos naturales de *Phainopepla nitens*, en el cual evaluó el efecto de la fragmentación sobre el éxito de anidación de esta especie. En su estudio reportó que no existieron diferencias significativas de depredación de nidos para las dos áreas que trabajó (fragmentada y conservada). Donde la fragmentación es definida como el proceso por el cual un área grande y continua de hábitat original queda dividida en parches de diferente tamaño, los cuales están rodeados por tierras con distintos tipos de usos del suelo (Valiente-Banuet 1991, Primarck 1993, Schelhas y Greenberg 1996).

Al ser escasa la información que se tiene sobre la depredación de nidos naturales en Zapotitlán, es necesario realizar un estudio al respecto evaluando sus efectos sobre el éxito de anidación de las aves. Así mismo, el efecto de la depredación sobre los nidos, depende de varios factores, entre los que destacan el tamaño y características de los parches de bosque, así como el tipo de nidos que utilizan las aves, además de la experiencia que estas tienen para ocultarlos entre la vegetación. Sin embargo, al ser difícil trabajar con nidos naturales, se planeó realizar el estudio con nidos artificiales, debido principalmente a las ventajas descritas anteriormente.

Por todo lo descrito hasta este momento, las hipótesis que se plantearon para este estudio son que la depredación de nidos artificiales estará determinada por el grado de

alteración del bosque. Así, entre menos alterado sea el bosque, menor será el porcentaje de depredación, mientras que en bosques más alterados la proporción de depredación será mayor. Sin embargo, también cabría añadir que, en los bosques totalmente deteriorados (por ejemplo, terrenos agrícolas donde la vegetación natural es casi nula), la depredación será escasa, debido a que los organismos depredadores serán poco probables de encontrar en estas zonas, aunque también habrá menos especies anidando.

Asimismo, otra hipótesis es que la depredación de los nidos estará determinada por su forma, por lo que los más expuestos al acceso de los depredadores (nidos abiertos), serán más atacados que los menos accesibles (nidos cerrados). Además, como uno de los factores que más influyen en la depredación es la visibilidad del nido, se espera que los mayores depredadores de los nidos sean las aves, ya que ellas utilizan principalmente el sentido de la vista para detectar a sus presas, también el tipo de actividad que realizan les permite observar desde el cielo con más facilidad y rapidez los nidos. A esto, también hay que añadir que el olor que emane de los nidos puede repeler el ataque de los mamíferos y reptiles los cuales son cazadores olfativos, mientras que a las aves no les afectaría mucho ya que son cazadores visuales.

Objetivos.

- Determinar las tasas de depredación de los nidos artificiales en sitios con diferentes condiciones de alteración de los mezquiales del Valle de Zapotitlán.
- Comparar la depredación entre los nidos artificiales abiertos y cerrados.
- Identificar a los depredadores de los nidos, a través de las marcas dejadas en los huevos de plastilina.

Área de estudio.

Una de las zonas áridas de México de mayor importancia es el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, el cual es considerado como un centro de megadiversidad y endemismo a nivel mundial por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Dávila 1997). Se localiza en el centro de México y más específicamente en el sureste del estado de Puebla y el noreste de Oaxaca, entre los 17°39´ y los 18°53´ de latitud norte y los 96° 55´ y 97° 44´ de longitud oeste. La flora del lugar está compuesta por 2700 a 3000 especies de plantas vasculares, de las cuales 30% son endémicas a la región (Villaseñor *et al.* 1991; Dávila *et al.* 1993). Adicionalmente, Rojas-Martínez y Valiente-Banuet (1996) registran 34 especies de murciélagos; mientras que Arizmendi y Espinoza de los Monteros (1996) identificaron 90 especies de aves. Estas cifras, en relación con el área de la región (10,000 Km²), hacen del Valle de Tehuacán-Cuicatlán quizá la zona árida de Norteamérica con mayor biodiversidad (Dávila *et al.* 2002).

En la actualidad, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán es una zona densamente poblada en donde las principales actividades económicas son la ganadería extensiva y la agricultura de temporal. Así mismo, se encuentran terrenos con diversos niveles de degradación natural en donde los pobladores locales se han dedicado a la recolección de productos animales y vegetales, así como a la introducción de ganadería extensiva y de cultivos de temporal. Además hay grandes extensiones conservadas, en las cuales el uso ha sido mínimo. Este mosaico de formas de uso y grados de conservación que se expresa en secuencias de alteración mínima a máxima, hacen de la zona un modelo ideal para el estudio del proceso del deterioro en sus diferentes facetas (UBIPRO 1999).

Particularmente, el área de estudio comprendió el Valle de Zapotitlán de las Salinas, ubicado en el estado de Puebla y dentro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Fig. 1). El tipo de vegetación es principalmente matorral xerófilo con 45 especies de cactáceas, selva baja caducifolia, chaparrales y bosque de coníferas. El 13.9% de la flora es endémica de esta región (Dávila *et al.* 2002).

El Valle de Zapotitlán de las Salinas se encuentra enclavado en la porción occidental del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, y tiene una superficie de 400 Km². Esta región presenta una temperatura media anual de 21° C y una precipitación media anual de 400 a 450 mm. La comunidad vegetal más importante en Zapotitlán es el matorral xerófilo, dominado por *Neobuxbaumia tetetzo* (tetecho), además de otros elementos florísticos importantes tales como *Prosopis laevigata* (mezquite), *Fouquieria formosa* (ocotillo), *Cercidium praecox* (palo verde) y *Beaucarnea gracilis* (sotolín) (Dávila *et al.* 1993, Rzedowski 1978, Valiente-Banuet 1991, Valiente-Banuet y Ezcurra 1991, Valiente-Banuet *et al.* 1996 a y b).

En el Valle de Zapotitlán se realizan diferentes actividades productivas como la agricultura de temporal, ganadería extensiva y extracción de leña. En la actualidad, estos sistemas se observan muy fragmentados, encontrándose sitios cuyos rasgos fisionómicos sugieren diferentes grados de deterioro, que van, desde los que aún aparentemente conservan su condición natural original, hasta los que muestran serios problemas de degradación, causados por fenómenos naturales como la erosión hídrica y eólica, así como por actividades humanas que han provocado la pérdida de la cobertura vegetal (Cerde y García-Fayos 1997).

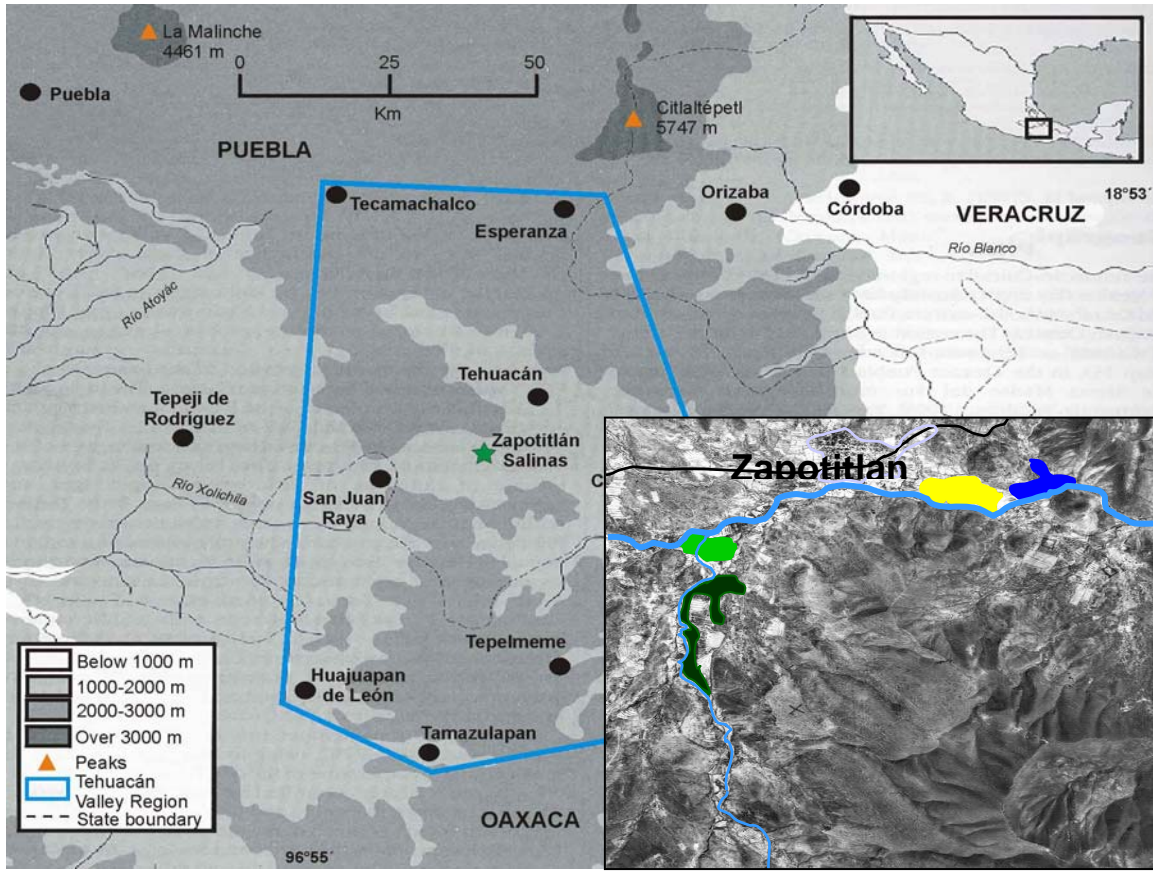


Fig. 1. Ubicación del área de estudio dentro del estado de Puebla, en la región del Valle de Tehuacán. Se presentan las dos zonas en las que se trabajó en el Valle de Zapotitlán de las Salinas: Las Granjas (color verde) y el Jardín Botánico (color amarillo). En Las Granjas se encuentran 5 parcelas (4 en sitio conservado y 1 en sitio alterado), mientras que en el Jardín Botánico están las otras 5 parcelas (1 en sitio conservado y 4 sitio alterado).

En el Valle de Zapotitlán se hizo una comparación de los sitios alterados y conservados basándose en sus características más evidentes tales como rasgos topográficos, tipos de materiales sedimentarios que conforman las terrazas, grado de disturbio y uso de suelo, diversidad y rasgos fisonómicos estructurales de las comunidades vegetales. Con estos criterios se elaboró una propuesta de sitios ordenados en función del grado de deterioro que presentan, los cuales fueron ubicados en varias categorías (UBIPRO 1999), sin embargo, solo se describen las dos que interesan en este estudio.

Sitios conservados.

Aquí se incluyen las zonas donde dominan las condiciones naturales típicas, no existen evidencias claras de degradación, los sistemas presentan sus elementos y procesos en una situación aparentemente normal. Los rasgos fisiográficos están representados por una unidad plana y baja, con relieves que varían de ligeramente ondulados a sinuosos. Los materiales geológicos aún conservan sus secuencias normales con nula o poca alteración. Los suelos presentan una morfología completa, con horizontes superficiales desarrollados y una capa de hojarasca de un grosor de 3 a 6 cm, engrosada en mayor grado en las áreas donde existe una cobertura vegetal amplia (UBIPRO 1999).

La vegetación muestra una estructura fisonómica bien definida, con una marcada estratificación vertical, mayor diversidad y riqueza específica; el tipo de vegetación dominante es el Matorral Espinoso, con asociaciones de *Prosopis laevigata* con *Parkinsonia praecox*, *P. laevigata* con *Myrtillocactus geometrizans*, *P. laevigata* con *Beaucarnea gracilis* y *P. laevigata* con *Neobuxbaumia tetetzo*. Bajo estas condiciones es fácil observar la formación de islas de fertilidad, en las que se desarrollan diversas especies de cactáceas, herbáceas, pastos y crasuláceas. La presencia de elementos arvenses o especies oportunistas se restringe al periodo de lluvias, sobre todo en las partes donde sí existe perturbación, como son los caminos y veredas frecuentados por personas y ganado. Las actividades humanas son reducidas, el pastoreo es bajo, el grado de erosión es de bajo a medio, dependiendo de la cobertura vegetal e inclinación del terreno. Los sitios donde se encuentra este tipo de condiciones son conocidos como Las Granjas, áreas vecinas al puente del Río Salado y La Loma del Aguacate (UBIPRO 1999).

Sitios alterados.

Son aquellos que presentan efectos muy evidentes de degradación, manifestada por la alteración del paisaje y la pérdida de gran parte de la biota establecida. También se pierde el suelo a causa de procesos naturales de erosión hídrica y eólica, así como derrumbes causados por deslizamiento de grandes masas de materiales separados de las paredes de las terrazas aluviales. Lo anterior se complementa con actividades humanas como: desmontes de áreas que se consideran buenas para desarrollar la agricultura de temporal, la extracción acelerada de leña u otro tipo de materias primas, especialmente del

mezquite, al que también se utiliza para la elaboración de carbón. De igual forma, la incorporación de áreas para potreros destinados a la producción caprina y en menor proporción, la selección de sitios para ser empleados como tiraderos de basura u otro tipo de desechos provenientes de las zonas urbanas, aceleran este proceso (UBIPRO 1999).

Las condiciones originales se han perdido en gran medida, el cambio en el uso del suelo causa la modificación en el paisaje y el relieve ha sido transformado completamente por la construcción de terrazas agrícolas. En otros lugares, donde aún quedan reminiscencias de los sistemas originales, el proceso de deterioro se observa en grandes dimensiones, existen sitios donde el relieve se ve alterado por la presencia de canales, cárcavas y barrancas, formadas por el colapso de los materiales que conforman las terrazas, de tal forma que éstas se van fraccionando hasta formar "islas" y pináculos de pendientes pronunciadas. Los suelos van perdiendo o ya carecen de los horizontes superficiales. En el caso de los suelos muy expuestos, la superficie comienza a ser ocupada por manchones de líquenes y actinomicetos, mientras que en otros sitios se presentan problemas de compactación o, por el contrario, disgregación elevada y desaparición de la estructuración. Adicionalmente, es común la presencia de costras superficiales de sales. Las comunidades vegetales han sufrido una transformación total de sus componentes, la mayor parte de su estructura ha desaparecido, su diversidad se ha reducido de tal forma que los pocos elementos que sobreviven corresponden a especies de mezquite, palo verde, garambullos y algunas cactáceas columnares. Las islas de fertilidad ya no existen y se presentan serias limitantes para el establecimiento de las plántulas, por lo que la riqueza específica se reduce a un nivel muy bajo (UBIPRO 1999).

En gran parte de los terrenos se desarrollan especies generalistas de ciclos de vida cortos durante la época de lluvias y, en general, la mayor actividad del sistema degradado se ubica durante este periodo. En los sitios donde el sistema natural ha sido reemplazado por cultivos, estos corresponden a maíz, frijol y cebada, intercalados con maguey. En otros casos, durante el desmonte se dejan algunos árboles de mezquite y palo verde, los que se emplean como plantas generadoras de sombra que permiten el desarrollo de frutales, especialmente de pitayas y pitahayas. Estos lugares se encuentran en las inmediaciones del Jardín Botánico, cerca del cauce del río San Martín (UBIPRO 1999).

Métodos.

Trabajo de campo.

Diseño experimental: el trabajo de campo se dividió en dos etapas de acuerdo al tipo de nido. Durante la primera etapa se desarrolló el diseño experimental usando nidos artificiales abiertos, desde el 7 al 22 de julio de 2004. Mientras que en la segunda etapa se usaron nidos artificiales cerrados, desde el 11 al 25 de julio de 2005. Se decidió realizar el experimento en el mes de julio porque es el periodo de reproducción de la mayoría de las aves del Valle de Zapotitlán (Arizmendi y Espinoza de los Monteros 1996) y por lo tanto los nidos artificiales tuvieron las mismas posibilidades que los nidos naturales de ser atacados por los depredadores.

El diseño experimental consistió básicamente en seleccionar diferentes parcelas en el área de estudio, donde se pusieron nidos artificiales abiertos y cerrados, según lo descrito por Zanette y Jenkins (2000), donde mencionan básicamente el tamaño de los nidos y huevos, así como la separación entre cada nido. Los nidos abiertos midieron en promedio 10 cm de diámetro y 5 cm de profundidad de copa. Mientras que los nidos cerrados se formaron pegando dos nidos abiertos, y se les hizo una abertura por un lado, de aproximadamente 4 cm de diámetro.

A cada uno se le colocaron en su interior dos huevos elaborados con plastilina color crema, de un tamaño promedio de 25 mm de largo por 16 mm de diámetro como lo mencionan Hannon y Cotterill (1998). Los huevos se pintaron con esmalte para tratar de evitar en lo posible el olor de la plastilina y para que estuvieran mejor protegidos contra los rayos del sol, y así impedir que se deformaran. Los huevos de plastilina se pegaron al nido para evitar que los depredadores se los llevaran. Todos los nidos se colocaron en matorrales, arbustos y árboles, a una altura de entre 1.0 a 2.0 m, tratando de esconderlos. Se usaron los propios huevos de plastilina para poder identificar a los depredadores a través de las marcas que dejaron en ellos.

Se seleccionaron 10 parcelas de 4800 m² (80 m X 60 m), de las cuales 5 estuvieron en sitios conservados y 5 en sitios alterados. El tamaño de los sitios alterados fue de parches de vegetación original de 2 ha. o menos rodeados por tierras de uso agrícola o

ganadero, mientras que los sitios conservados fueron de parches de más de 5 ha. La distancia entre cada parcela fue de al menos 200 m. En cada parcela se pusieron 20 nidos colocados en 4 líneas con 5 nidos cada una, separados entre sí por 20 m, de manera que formaron una retícula rectangular. Los nidos se ubicaron tanto en el interior como en el borde del bosque. También se anotaron algunas características del hábitat como son el uso de suelo (agricultura, ganadería, extracción de leña, cacería, construcción, transporte de vehículos, ecoturismo, investigación científica) y la causa de la alteración (Apéndice).

Los nidos se revisaron cada tercer día hasta completar dos semanas, para observar la supervivencia de cada uno. Los nidos cuyos huevos fueron depredados, se retiraron y se observaron para tratar de determinar que grupo zoológico los atacó (reptil, ave, mamífero o no determinado; Fig. 2.). Se consideró a un nido como depredado, cuando al menos un huevo presentó alguna marca hecha por un animal (Martin y Li 1992).

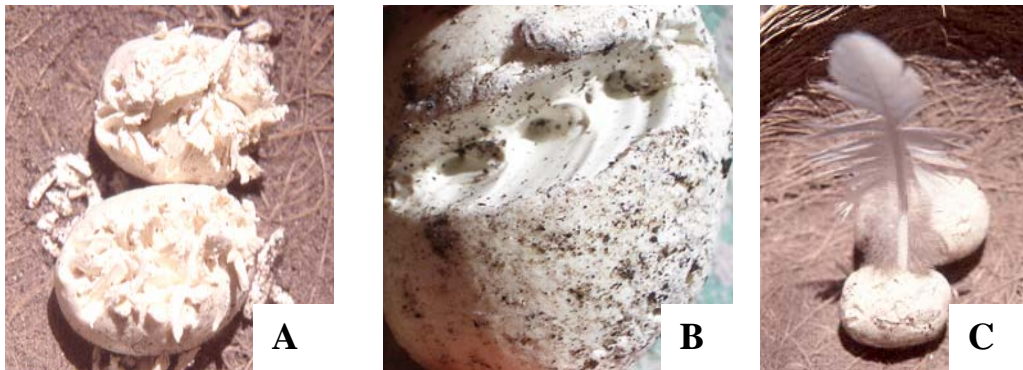


Fig. 2. Las marcas dejadas por los depredadores en los huevos de plastilina: **A:** aves (pequeños orificios hechos por picos); **B:** mamíferos (señales planas hechas por dientes); **C:** humanos (pluma clavada por un humano).

Análisis estadístico.

Tanto para el tipo de nido (abierto y cerrado), como para el sitio (conservado y alterado), se obtuvo el número de nidos depredados. Para conocer si habían diferencias de depredación entre nidos o entre sitios, se aplicó una prueba de t dos muestras, con un intervalo de confianza de 95% (programa JMP versión 3.1.6.2 año 1996). También se graficó y comparó el índice de sobrevivencia diaria tanto para los tipos de nidos, como para los sitios. Se empleó la prueba de sobrevivencia (programa JMP: Parametric Survival Fit: Log-Normal Distribution, versión 3.1.6.2 año 1996), para conocer si existían diferencias de sobrevivencia entre los tipos de nidos, entre los sitios o la interacción entre ambos. Se comprobó que los datos cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad. Se empleó una prueba de ANOVA de dos vías (programa STATISTICA edición 1998), para saber si se presentaban diferencias significativas de depredación evaluando la interacción entre los nidos y los sitios.

Resultados.

Comparación de la depredación entre nidos abiertos y cerrados.

Al comparar los resultados de la depredación entre nidos abiertos y cerrados, se pudo comprobar que los abiertos fueron más atacados que los cerrados, lo cual se corroboró al aplicar la prueba de ANOVA dos vías (Nido: $F_{1, 16} = 28.96$; $P = 0.0001$). De los 200 nidos abiertos, 128 fueron depredados, mientras que de los 200 nidos cerrados, solo 49 fueron atacados (Tabla 1, Fig. 3 y 4).

Tabla 1. Número de nidos abiertos y cerrados depredados para cada parcela. En cada parcela se encontraba un total de veinte nidos.

Parcela	Zona	Nidos abiertos	Nidos cerrados
A	Las Granjas	17	8
B	Las Granjas	18	8
C	Las Granjas	10	9
D	Las Granjas	15	8
E	Las Granjas	13	5
F	Jardín Botánico	16	1
G	Jardín Botánico	14	3
H	Jardín Botánico	6	3
I	Jardín Botánico	14	2
J	Jardín Botánico	5	2
Total		128	49

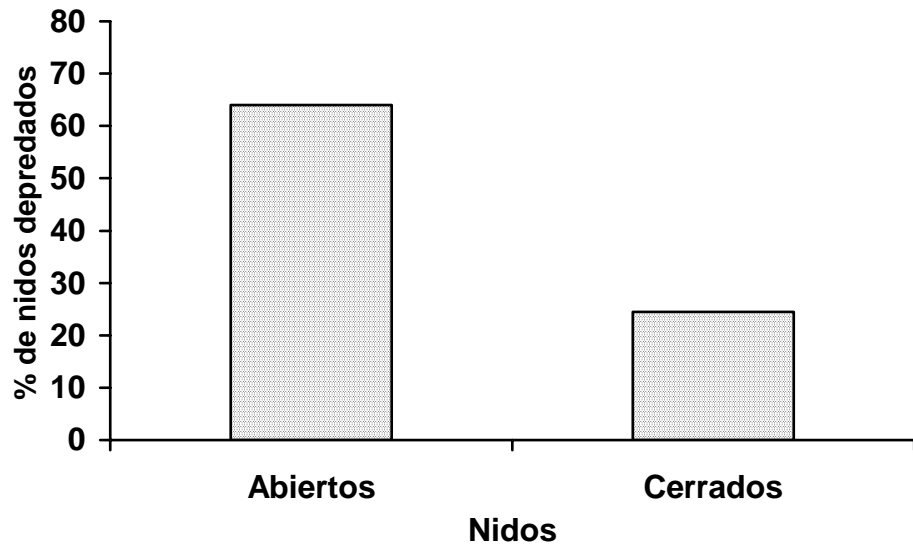


Fig. 3. Porcentaje de depredación de nidos abiertos y cerrados (200 nidos para cada tipo equivalen al 100%).

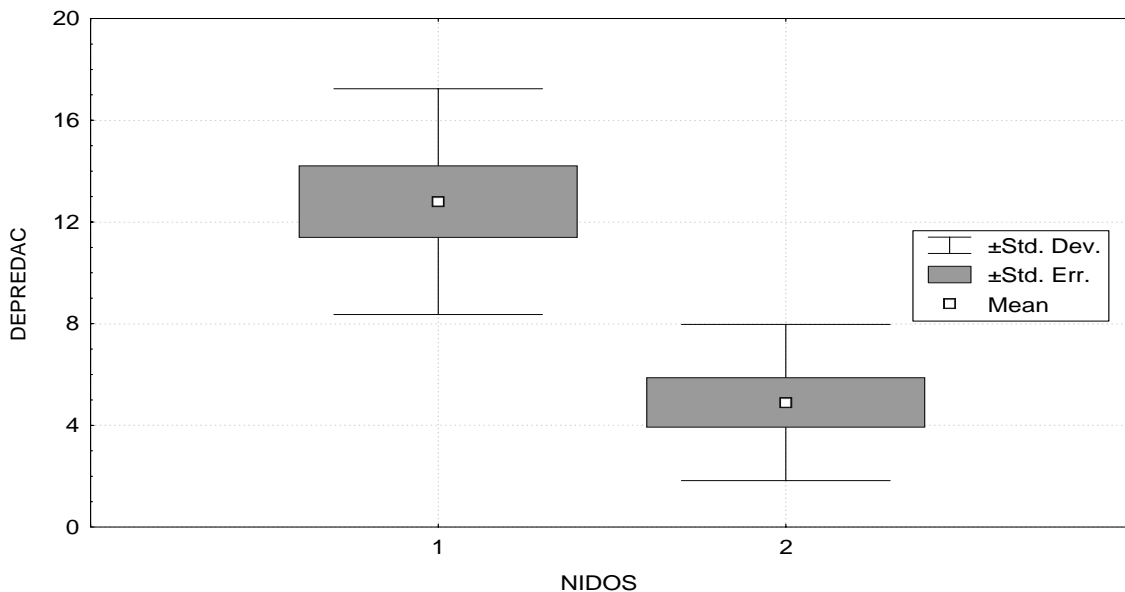


Fig. 4. Promedio y variación del número de nidos depredados por tipo de nido (nidos: 1: abiertos; 2: cerrados).

Al mismo tiempo, al analizar los datos de sobrevivencia diaria de los nidos abiertos y cerrados, se encontró que los cerrados presentaron mayor sobrevivencia que los abiertos, durante los 14 días (Fig. 5). Sin embargo, al final, la sobrevivencia de ambos nidos fue más constante, por lo que ya casi no hubo depredación. Al aplicar la prueba de

sobrevivencia, los resultados mostraron que existen diferencias significativas de sobrevivencia entre los dos tipos de nidos ($\chi^2 = 26.3$, g. l. = 1, $P < 0.001$).

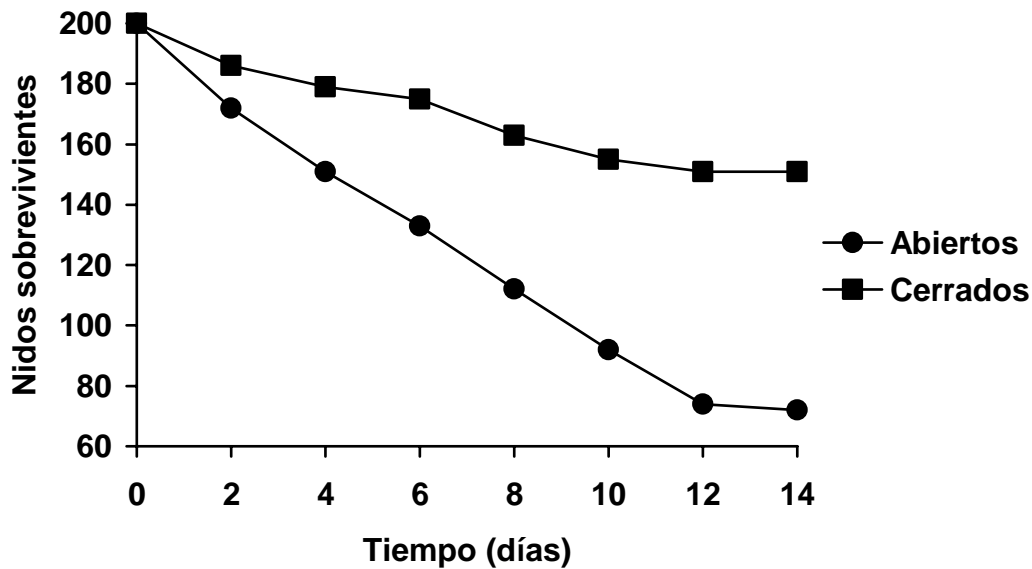


Fig. 5. Sobrevivencia diaria de los nidos abiertos y cerrados durante 14 días. El número inicial de nidos para las dos condiciones fue de 200.

Comparación de la depredación entre sitios conservados y alterados.

La depredación de nidos entre los sitios, mostró que hubo más nidos atacados en los sitios conservados que en los alterados (109 contra 68, respectivamente; Tabla 2, Fig. 6 y 7). Al aplicar la prueba de ANOVA dos vías, se observaron diferencias significativas de depredación entre ambos sitios (Sitio: $F_{1, 16} = 7.8$; $P = 0.013$).

Tabla 2. Número de nidos depredados para cada uno de los sitios conservados y alterados (las parcelas solo pertenecen a un sitio, por lo que solo tienen un dato ya sea en conservado o en alterado). Las parcelas en condición del hábitat conservado se encontraban en áreas de más de 5 ha de vegetación original, mientras que las de hábitat alterado estaban en áreas de menos de 2 ha.

Parcela	Zona	Sitios conservados	Sitios alterados
A	Las Granjas	25	---
B	Las Granjas	26	---
C	Las Granjas	---	19
D	Las Granjas	23	---
E	Las Granjas	18	---
F	Jardín Botánico	---	17
G	Jardín Botánico	17	---
H	Jardín Botánico	---	9
I	Jardín Botánico	---	16
J	Jardín Botánico	---	7
Total		109	68

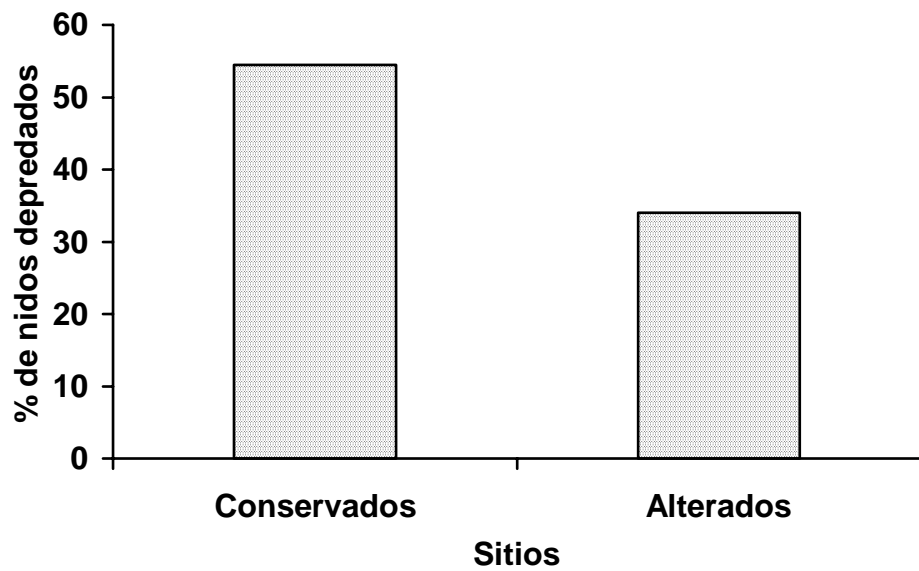


Fig. 6. Porcentaje de depredación de nidos en sitios conservados y alterados (200 nidos para cada uno equivalen al 100%).

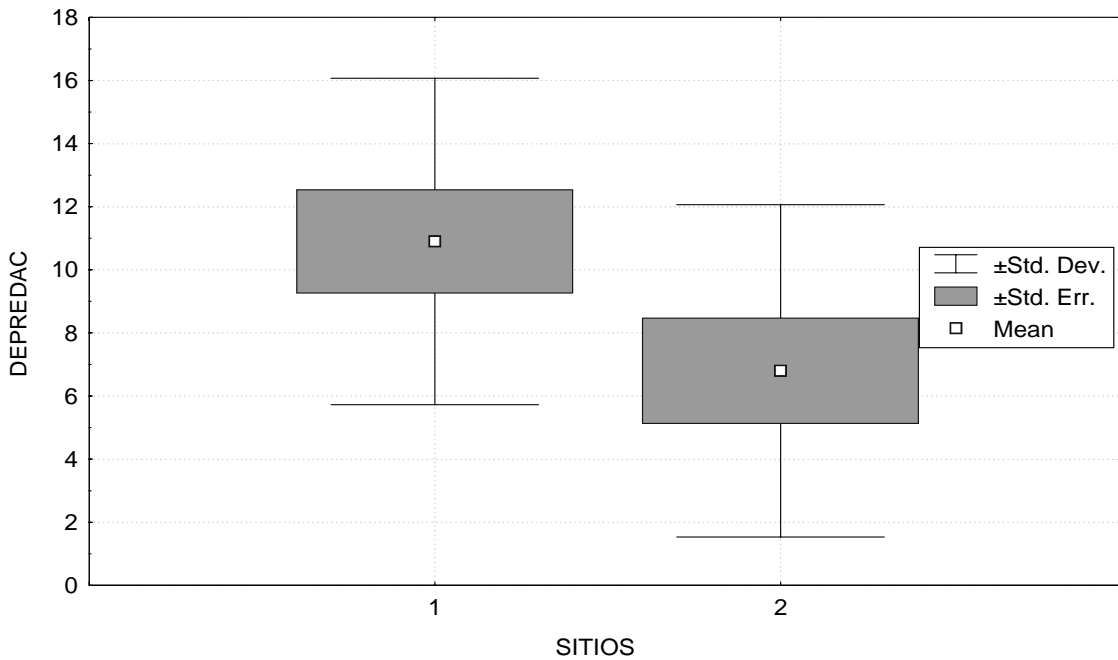


Fig. 7. Promedio y variación del número de nidos depredados por sitios (sitios: 1: conservados; 2: alterados).

En relación a los datos de sobrevivencia diaria de los nidos en sitios conservados y alterados, se observó que los nidos presentaron mayor sobrevivencia en los sitios alterados que en los conservados (Fig. 8). Lo cual se comprobó al aplicar la prueba de sobrevivencia ($X^2 = 15.5$; g. l. = 1; $P = 0.0001$). Sin embargo, al final la sobrevivencia de nidos en ambos sitios se mantuvo constante, ya que no hubo más ataques.

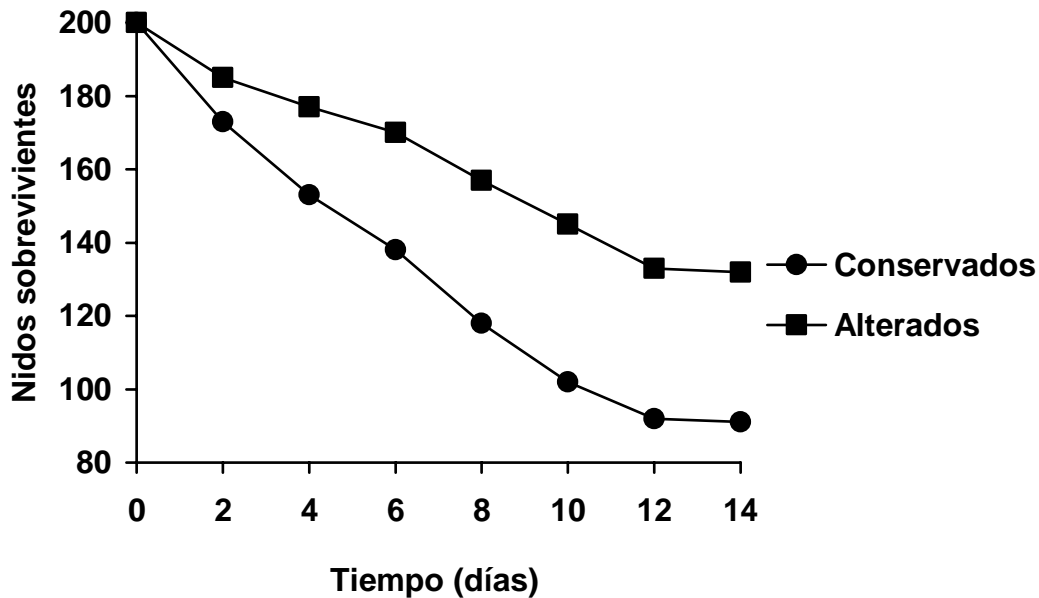


Fig. 8. Sobrevivencia diaria de los nidos en sitios conservados y alterados durante 14 días. El número inicial de nidos para las dos condiciones fue de 200.

Comparación de la depredación entre tipos de nidos y sitios.

En general, la depredación de nidos siguió el mismo patrón tanto en los nidos abiertos como en los cerrados para los dos tipos de sitios. Los nidos más depredados fueron los que se encontraron en los sitios conservados, mientras que los de los sitios alterados tuvieron menos depredación (Tabla 3). Además, los nidos abiertos fueron más depredados que los cerrados.

Tabla 3. Comparación de la depredación entre tipos de nidos y sitios.

Nidos	Sitios conservados	Sitios alterados	Total
Abiertos	77	51	128
Cerrados	32	17	49
Total	109	68	177

Al aplicar la prueba de sobrevivencia, los resultados mostraron que existen diferencias significativas de sobrevivencia en la interacción entre los tipos de nidos y de sitios ($X^2 = 9.77$; g. l. = 1; $P = 0.0018$). Los nidos abiertos presentaron menor sobrevivencia tanto en sitios conservados como en alterados, comparados con los cerrados, los cuales tuvieron una sobrevivencia mayor para los dos sitios (Fig. 9). Así mismo, hubo menor sobrevivencia de los nidos de ambos tipos (abiertos y cerrados) en los sitios conservados comparados con los sitios alterados.

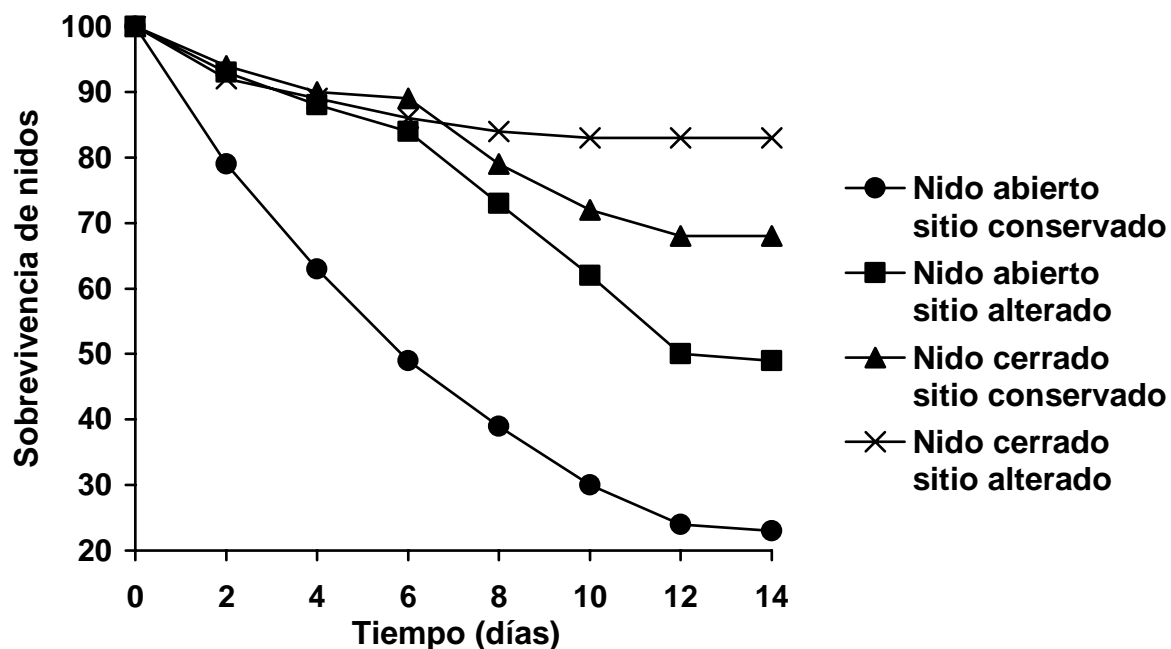


Fig. 9. Comparación de la sobrevivencia diaria de nidos para los tipos de nidos y sitios. El número inicial de nidos para cada condición fue de 100.

Depredadores para los tipos de nidos y sitios.

De un total de 400 nidos (abiertos y cerrados), 177 fueron depredados. De los cuales, 128 pertenecieron a nidos abiertos y 49 a nidos cerrados. Además, de los 177 nidos depredados, 109 fueron depredados en sitios conservados y 68 en sitios alterados. De todos los nidos depredados, 146 fueron atacados por aves, 14 por mamíferos y en 17 no se pudo identificar a su depredador (Tabla 4, Fig. 2, 10 y 11).

De los 128 nidos abiertos depredados, 102 fueron atacados por aves (Fig. 2 A). En tanto que solo 10 fueron atacados por mamíferos (Tabla 4, Fig. 2 B y 10). Cabe destacar que a 15 nidos no se les pudo identificar a sus depredadores, debido a que no se encontraron en los sitios donde fueron colocados, por lo que se podría pensar que tal vez fueron depredados por mamíferos más grandes (por ejemplo carnívoros, tlacuaches, entre otros) o por humanos que los pudieron haber quitado del lugar. Un solo nido presentó evidencias claras de ataque por humanos en sitio alterado (Fig. 2 C).

Por lo que respecta a los nidos cerrados, de los 49 depredados, la mayoría de ellos fueron atacados por aves (44 nidos). Por su parte solo 4 nidos fueron agredidos por mamíferos, y un solo nido no se encontró en el lugar donde se había escondido, por lo que no pudo identificarse quien lo atacó (Tabla 4, Fig. 2 y 10). En cuanto a depredación humana, no se encontraron evidencias en ninguno de los nidos atacados.

Tabla 4. Número de nidos depredados por tipo de nido y sitio, por cada grupo zoológico que se identificó en las marcas dejadas en los huevos de plastilina.

Depredador	Nidos Abiertos		Nidos Cerrados		Total
	Sitios Conservados	Sitios Alterados	Sitios Conservados	Sitios Alterados	
Ave	65	37	29	15	146
Mamífero	3	7	2	2	14
Humano	0	1	0	0	1
Otro	9	6	1	0	16
Total	77	51	32	17	177

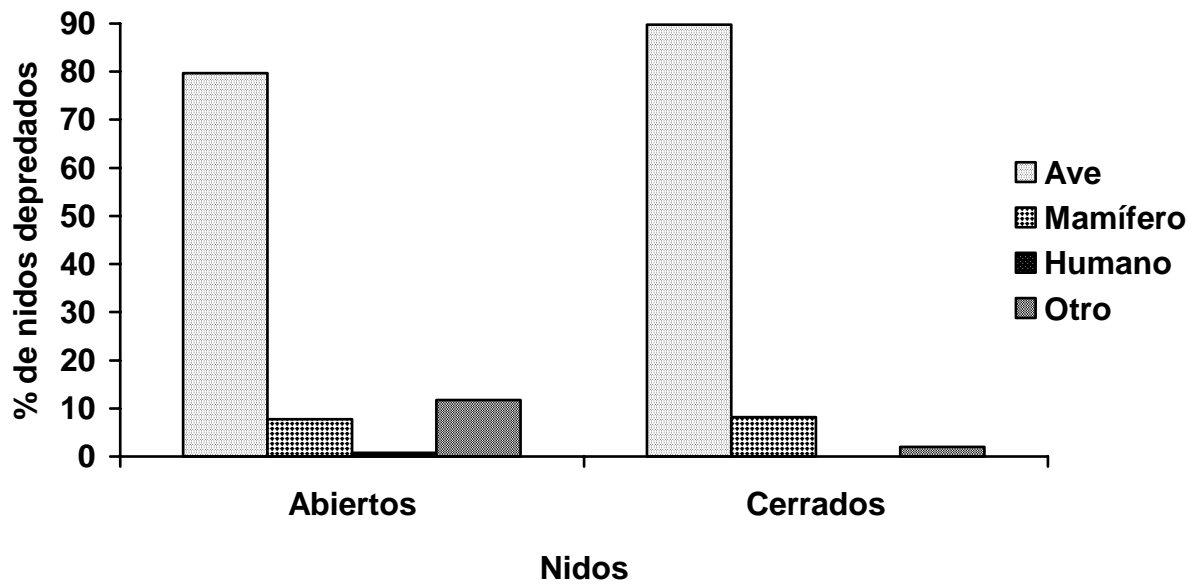


Fig. 10. Porcentaje de depredación por cada grupo zoológico que se identificó, para ambos tipos de nidos. 128 nidos abiertos depredados equivalen al 100%. En tanto que 49 nidos cerrados depredados equivalen al 100%.

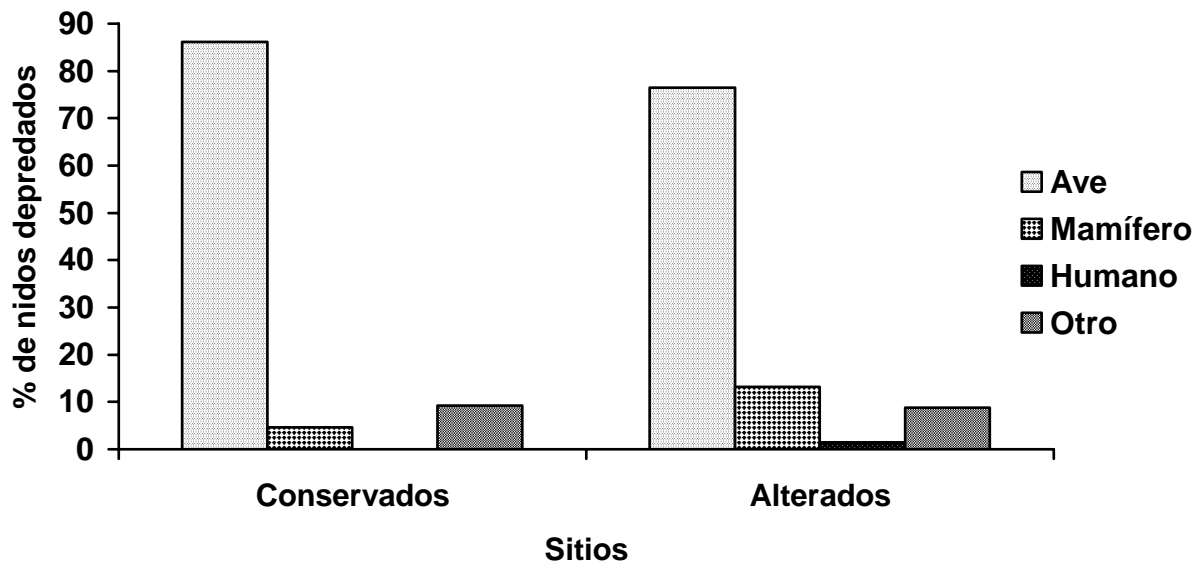


Fig. 11. Porcentaje de depredación por cada grupo zoológico que se identificó, para los dos tipos de sitios. 109 nidos depredados en sitios conservados equivalen al 100%. En tanto que 68 nidos depredados en sitios alterados equivalen al 100%.

Discusión.

Comparación de la depredación entre nidos abiertos y cerrados.

En este estudio se encontró que los nidos abiertos fueron significativamente más depredados que los cerrados. A pesar de que hay poca literatura relacionada con la depredación de nidos cerrados, estos datos coinciden con los reportados para este tipo de nidos, donde mencionan que en general los nidos cerrados sufren poca depredación de sus huevos o pollos ya que están más ocultos a la vista de los depredadores y la forma del nido puede ofrecer algún tipo de defensa contra posibles ataques (Lack 1968, Ricklefs 1969, Linder y Bollinger 1995, Robinson 1992).

La sobrevivencia diaria de nidos abiertos y cerrados también fue diferente. Los nidos abiertos fueron atacados más rápidamente y en mayor cantidad que los cerrados. A pesar de que se han realizado relativamente pocos estudios en los que se compare la depredación entre nidos artificiales abiertos y cerrados, los resultados que se obtuvieron en este estudio son similares a otras investigaciones. Por ejemplo, en dos estudios se menciona que se ha observado que la presión de la depredación es más fuerte en los nidos abiertos que en los cerrados (Lack 1968, Ricklefs 1969).

Así mismo, en un estudio realizado por Linder y Bollinger (1995) en el Lake Shebyville en Illinois, en el que trabajaron con nidos artificiales abiertos y cerrados (ellos los mencionan como nidos de copa abierta y de domo), reportaron que la sobrevivencia de los huevos fue significativamente más baja para los nidos de copa abierta (con el 91% de nidos depredados) que para los de forma de domo. Además, que encontraron diferencias significativas en las tasas de depredación entre los dos tipos de nidos, y sugieren que los nidos de domo pueden ofrecer algún tipo de defensa contra los depredadores.

Comparación de la depredación entre sitios conservados y alterados.

La depredación en sitios conservados fue mayor que en los alterados. Hanski *et al.* (1996) realizaron un estudio en dos paisajes boscosos en el norte de Minnesota,

donde evaluaron el efecto de borde sobre el éxito de anidación de aves, encontrando que no había un efecto sobre las aves que estaban criando. Por el contrario, reportaron que la depredación de nidos fue más alta en el bosque y más baja en los hábitats abiertos o en regeneración. Así mismo en dos estudios diferentes, Yahner y Wright (1985) y Seitz y Zegers (1993), encontraron que la depredación de nidos fue más baja en los hábitats abiertos que en el interior de los bosques. Además, los resultados de estos investigadores apoyan la idea de que hay pocos depredadores en las áreas abiertas, y aún menos, depredadores especialistas.

Por otro lado, se han reportado datos diferentes en otros estudios. Por ejemplo, en dos estudios donde usaron nidos artificiales con huevos de codorniz japonesa, no detectaron ninguna diferencia en las tasas de depredación entre los bordes y el interior de los bosques (Vander Haegan y DeGraaf 1996), o en paisajes de bosques agrícolas (Danielson *et al.* 1997). Además, en otro estudio donde combinaron varios eventos de depredación de nidos (tamaño del bosque, vegetación y distancia del borde), estos no tuvieron ninguna influencia sobre las tasas de depredación (Hannon y Cotterill 1998).

Además, en otros estudios se ha reportado que la depredación de nidos es menor en bosques continuos que en pequeños fragmentos de bosque (Hoover *et al.* 1995). Estos experimentos con nidos artificiales indican que la depredación de nidos es más frecuente en pequeños parches de bosque que dentro de áreas boscosas extensas (Wilcove 1985, Small y Hunter 1988, Yahner y Scott 1988).

Todos estos estudios realizados en bosques templados de USA, han presentado resultados inconsistentes (Degraaf *et al.* 1999). Lo cual indica que los resultados que se obtienen al realizar estudios de depredación de nidos (naturales o artificiales), dependen de varios factores intrínsecos del área de estudio en particular, así como del tipo de material que use el investigador (nidos y huevos).

Para el Valle de Zapotitlán, Zizumbo (2005), realizó un estudio donde trabajó con nidos naturales de *Phainopepla nitens*, y evaluó el efecto de la fragmentación sobre el éxito de anidación de esta especie. A pesar de que estadísticamente no existieron diferencias significativas de depredación de nidos para las dos zonas que trabajó (fragmentada y conservada), él menciona que en las zonas conservadas se presentaron

los niveles más bajos de éxito reproductivo y lo atribuyó a que posiblemente la cantidad de depredadores es mayor al de las zonas fragmentadas.

Al igual que en los estudios revisados anteriormente, en este estudio al examinar la depredación individualmente por parcelas, se encontraron diferentes datos de depredación (Tabla 2). Por ejemplo, la parcela C (en sitio alterado) presentó más nidos depredados que en las parcelas E y G (en sitios conservados). Por lo que se puede comprobar que aún dentro de una misma área, los resultados de depredación de nidos no son constantes de acuerdo a las condiciones de los sitios. Sin embargo, se debe de tomar en cuenta que los sitios alterados son más pequeños (menos de 2 ha) que los conservados (más de 5 ha), por lo que entre más grandes y conservados sean los sitios, podrían albergar mayor cantidad de nidos y de depredadores.

Los nidos de sitios conservados fueron depredados más rápidamente que los de los alterados. Esto puede reflejar que los depredadores de nidos son más abundantes en los sitios más conservados, ya que al haber menor actividad humana (apéndice), los animales (depredadores y presas) se refugian en estos sitios para realizar sus actividades diarias (alimentación, reproducción, descanso, entre otras). Todo esto concuerda con el estudio realizado por Zizumbo (2005) en el Valle de Zapotitlán.

Comparación de la depredación entre tipos de nidos y sitios.

Los nidos abiertos en sitios conservados tienen menor posibilidad de sobrevivir, que el resto de las posibles combinaciones entre sitios y tipos de nidos. Esto sugiere que los nidos abiertos en sitios conservados, son más vulnerables a los ataques de los depredadores, al menos en el caso del Valle de Zapotitlán.

Todos estos datos apoyan la idea de que los nidos cerrados pueden ofrecer alguna defensa contra los ataques de los depredadores (Robinson 1992). Además, es más importante la densidad y estructura local del ensamble de depredadores, debido a que la depredación de nidos puede ser diferente entre sitios ya que la distribución espacial de los depredadores es distinta (Reitsma *et al.* 1990, Leimgruber *et al.* 1994, Fenske 1995). Esto último apoya la idea de que en las áreas conservadas del Valle de Zapotitlán son más abundantes los depredadores, que en las alteradas.

Depredadores para los tipos de nidos y sitios.

Para los nidos cerrados, al igual que en los nidos abiertos, los principales depredadores fueron las aves, seguidas de los mamíferos. Mientras que en nidos cerrados no se registró ninguna evidencia clara de depredación humana, en nidos abiertos de sitios alterados sí se encontró un nido atacado por humanos debido a que uno de los nidos abiertos encontrado tirado en el suelo, tenía clavada una pequeña pluma de ave en uno de los huevos de plastilina la cual no pudo haber sido usada por otro depredador. Estos resultados también concuerdan con otras investigaciones en las que mencionan que las aves son los depredadores más importantes de nidos de aves, ya sean naturales o artificiales, así como abiertos o cerrados, tanto de sitios conservados como alterados (Yahner y Cypher 1987, Yahner *et al.* 1989, Yahner y DeLong 1992, Hannon y Cotterill 1998).

En un estudio realizado por Purcell y Verner (1999), en un bosque de pino encino en el oeste central de la Sierra Nevada en California, donde trabajaron con nidos abiertos y nidos de cavidades, reportaron que en los nidos abiertos el 86% fueron depredados por aves y solo el 14% por mamíferos. En el caso de los nidos de cavidades, 6 fueron depredados por aves y 3 por mamíferos. Aunque los nidos de cavidades no son similares a los cerrados, sí están más protegidos que los abiertos contra posibles ataques. Así, este estudio es consistente con los resultados que se obtuvieron para el Valle de Zapotitlán.

En otro estudio realizado por Hannon y Cotterill (1998), donde usaron nidos artificiales cebados con huevos de plastilina y de codorniz y los colocaron entre los arbustos, encontraron que las aves fueron los principales depredadores de los nidos entre los que destacaron los córvidos y los troglodítidos.

Estos resultados se pueden explicar tomando en cuenta el tipo de actividad que realizan las aves y los mamíferos predadores de nidos, ya que las aves pueden detectar los nidos antes que los mamíferos y atacarlos, debido al tipo de desplazamiento (Hannon y Cotterill 1998). Además, la composición de comunidades de depredadores locales tiene una gran influencia sobre los patrones espaciales de depredación dentro de los parches de bosques y paisajes (Andrén 1995), por lo que también es posible que las aves sean

más abundantes que los mamíferos y por ello sean los principales depredadores de los nidos.

Así mismo, en otros estudios reportaron que la depredación de nidos puede ser atribuida probablemente a urracas y cuervos, siendo estos últimos identificados como importantes depredadores de nidos en varios sistemas, particularmente en paisajes fragmentados (Yahner y Wright 1985, Sullivan y Dinsmore 1990, Andrén 1992).

En un estudio realizado por Yahner y DeLong (1992), utilizaron huevos de cerámica ya que los consideraron poco atractivos como alimento para depredadores mamíferos que usan principalmente el sentido del olfato mientras forrajean. Ellos atribuyeron que todos los nidos depredados fueron atacados por aves, principalmente por *Cyanocitta cristata* y *Corvus brachyrhynchos*, basados en las marcas de los picos dejadas en los huevos. En dos estudios experimentales previos, Yahner y Cypher (1987) y Yahner *et al.* (1989), encontraron que los corvidos fueron los principales depredadores de los nidos. Así, todos estos estudios concuerdan en cuanto al principal grupo depredador de nidos.

En el estudio realizado por Zizumbo (2005) en el Valle de Zapotitlán, menciona que a pesar de que no pudo observar depredación de los nidos de *Phainopepla nitens*, los depredadores potenciales que observó en la zona fueron principalmente especies de aves como *Corvus corax*, *Buteo jamaicensis* y *Bubo virginianus*, mientras que de mamíferos solo observó a *Urocyon cinereoargenteus*. Por lo que también aquí, se podría suponer que las especies de aves depredadoras son más abundantes que las de mamíferos.

En otros estudios, se agrupó en cuatro categorías a los depredadores según la forma que tienen de detectar a los nidos de las aves: A) depredadores que son atraídos por la actividad de los padres (Skutch 1949), B) depredadores que son atraídos por los llamados de las crías (Skutch 1949, Young 1963, Perrins 1965), C) depredadores que responden a señales olfativas que emanan del nido, padres, huevos o jóvenes (Henry 1969, Willis 1973, Lill 1974), D) depredadores que localizan los nidos visualmente (Lill 1974).

De acuerdo a esto, muchas aves depredadoras se ubican en las categorías A, B y D, mientras que los carnívoros depredadores de nidos están principalmente en las

categorías A, B y C. Para el caso de roedores y ardillas que depredan nidos, estos se ubican en las categorías C y D, mientras que las serpientes depredadoras se encuentran en la categoría C. Entonces, para el caso de los nidos artificiales cebados con huevos de plastilina, estos pueden ser más depredados por aves que por mamíferos, ya que los últimos utilizan principalmente el sentido del olfato para descubrir los nidos y al percibir el olor de la plastilina, ya no lo atacan, como sí sucede con las aves.

También se ha mencionado que los córvidos son cazadores visuales y que prefieren forrajear en sitios abiertos donde los árboles son pequeños y poco abundantes (Ouellet 1970, Andrén 1992). En otros estudios se ha mostrado que *Corvus brachyrhynchos* y *Cyanocitta cristata* fueron los mayores depredadores de nidos artificiales de aves, mientras que los mamíferos fueron relativamente poco importantes como depredadores (Yahner y Voytko 1989, Yahner *et al.* 1989).

Conclusiones.

A través del análisis del presente estudio se llegaron a varias conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos. Por lo que se refiere a la depredación tomando en cuenta solo el tipo de nido, se observaron diferencias significativas entre los nidos abiertos y los cerrados. Los nidos abiertos fueron más atacados que los nidos cerrados ya que son más accesibles a los depredadores. Esto significa que la forma del nido es un factor determinante para evitar la depredación, ya que por un lado los nidos cerrados solo presentan un pequeño orificio de entrada donde no todos los depredadores pueden ingresar y, por otro lado, al ser nidos cerrados esto hace que los huevos queden ocultos a la vista de los posibles depredadores.

En cuanto a la depredación de los nidos tomando en cuenta solo los sitios, también se encontraron diferencias significativas. Para los sitios conservados hubo un número mayor de nidos depredados, por lo que se puede pensar que contienen mayor número de depredadores comparado con los que se encuentran en sitios alterados. Además, en los sitios conservados, pueden coexistir varias especies de animales que realizan sus actividades cotidianas, los cuales se pueden ubicar como depredadores o presas.

Las aves fueron los depredadores más importantes de los nidos tanto abiertos como cerrados, y en sitios conservados como alterados. Esto se debe seguramente a que al volar tienen una visión más amplia del paisaje y observan con más facilidad los nidos, además se basan más en el sentido de la vista que en el olfato para atacar los huevos. Caso contrario ocurre con los mamíferos que seguramente primero olfatean los huevos y pueden percibir el aroma de la plastilina y por consiguiente ya no la muerden o rasguñan.

Al evaluar integralmente el estudio realizado, se considera que este puede reflejar en cierta medida el patrón de depredación de los nidos naturales, aunque hay que tomar en cuenta las diferencias existentes con los nidos artificiales. Sin embargo, este trabajo brinda un acercamiento hacia el conocimiento de la depredación de nidos en el Valle de Zapotitlán. Así que el siguiente paso sería evaluar la depredación en nidos naturales, en donde además se incluya el uso de cámaras con rayos infrarrojos para obtener registros fotográficos de los depredadores.

Así, en un futuro cercano, al conocer como es el patrón de depredación de nidos de las aves de Zapotitlán, al mismo tiempo también se pueden implementar algunas estrategias que ayuden a conservar la comunidad de aves. De igual forma, estas mismas estrategias de protección hacia las aves, pueden servir para la conservación del Valle de Zapotitlán, ya que la comunidad de aves es un componente muy importante dentro de este importante ecosistema árido.

Apéndice: Características de cada una de las diez parcelas donde se colocaron los nidos. Para los dos diseños experimentales (nidos abiertos y cerrados) se trabajó en las mismas parcelas, por lo que estas características son válidas para los dos.

Parc.	Sitio/Zona	Hect.	Ocasionado por:	Actividades humanas.
A	C/ Granjas	+ de 30	Dos caminos secundarios	I. C. (alta); E. L. (escasa); Cac. (escasa); Gan. (escasa); T. V. (escasa).
B	C/ Granjas	+ de 30	Dos caminos secundarios	I. C. (alta); E. L. (escasa); Cac. (escasa); Gan. (escasa); T. V. (escasa).
C	A/ Granjas	- de 2	Un camino secundario, una vereda y el río	I. C. (escasa); E. L. (media); Cac. (media); Agr. (alta); Gan. (alta); T. V. (escasa).
D	C/ Granjas	+ de 20	Dos caminos secundarios y el río	I. C. (alta); E. L. (escasa); Cac. (escasa); Gan. (escasa); T. V. (escasa).
E	C/ Granjas	+ de 20	Dos caminos secundarios y el río	I. C. (alta); E. L. (escasa); Cac. (escasa); Gan. (escasa); T. V. (escasa).
F	A/ J. Botánico	- de 2	Un camino secundario	I. C. (alta); Con. (media); Gan. (baja); E. T. (alta); T. V. (media).
G	C/ J. Botánico	+ de 10	Un camino secundario	I. C. (alta); Gan. (baja); E. T. (alta); T. V. (media).
H	A/ J. Botánico	- de 2	Por el río y unas veredas	I. C. (alta); E. L. (escasa); Cac. (escasa); Gan. (media); E. T. (alta).
I	A/ J. Botánico	- de 2	Por el río y unas veredas	I. C. (alta); E. L. (escasa); Cac. (escasa); Gan. (media); E. T. (alta).
J	A/ J. Botánico	- de 2	Por el río	I. C. (media); E. L. (escasa); Cac. (escasa); Agr. (alta); Gan. (alta); E. T. (escasa).

Abreviaturas: Parc.: parcelas; Hect.: hectáreas; C: conservada; A: alterada; J.: jardín; I. C.: investigación científica; E. L.: extracción de leña; Cac.: cacería; Con.: construcción; Agr.: agricultura; Gan.: ganadería; E. T.: ecoturismo; T. V.: transporte de vehículos. Las actividades humanas fueron asignadas de acuerdo a lo que se observó en el campo, en cada parcela.

Literatura citada.

- Ambuel, B. and S. A. Temple 1983. Area-dependent changes in the bird communities and vegetation of southern Wisconsin forest. *Ecology*. 64:1057-1068.
- Andrén, H. 1992. Corvid density and nest predation in relation to forest fragmentation: A landscape perspective. *Ecology*. 73:794-804.
- Andrén H. 1995. Effects of landscape composition on predation rates at habitat edges. Pages 225-255 *in* Mosaic landscapes and ecological processes (L. Hansson, L. Fahrig, and G. Merriam, Eds.). Chapman and Hall, London.
- Andrén, H. and P. Angelstam. 1988. Elevated predation rates as an edge effect in habitat islands: Experimental evidence. *Ecology*. 69:544-547.
- Arizmendi, M. C. y A. Espinoza de los Monteros 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana* 67:25-46.
- Arizmendi, M. C. y L. Márquez Valdelamar 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. México D. F. pp 314-315.
- Bellamy, P. E., S. A. Hinsley and I. Newton 1996. Factors influencing bird species numbers in small woods in south-east England. *Journal of Applied Ecology*. 33:249-262.
- Birkheat, T. R., E. Greene, J. D. Biggins, and D. N. Nettleship 1985. Breeding site characteristics and breeding success in thick-billed murre. *Can. J. Zool.* 63:1880-1884.
- Burke, E. M., K. Elliot, L. Moore, W. Dunford, E. Nol, J. Phillips, S. Holmes, and K. Freemark 2004. Patterns of nest predation on artificial and natural nest in forests. *Conservation Biology*. 18:381-388.
- Cerda, A. y P. Garcia-Fayos 1997. The influence of slope angle on sediment, water and seed losses on badland landscapes. *Geomorphology*. 18: 77-90.
- Danielson, W., R. M Degraaf, and T. K. Fuller 1997. Rural and suburban forest edges: effect on egg predators and nest predation rates. *Landscape Urban Plann.* 38:25-36.
- Dávila, P. 1997. Tehuacan-Cuicatlan Region, Mexico. *In*: Davies, S. D. *et al.* (eds.) Centre of Plant Diversity. The World Wide Fund for Nature (WWF) and The World Conservation Union (IUCN). pp. 139-143.

- Dávila, P., J. L. Villaseñor, R. Medina, A. Ramírez, A. Salinas, J. Sánchez-Ken y P. Tenorio 1993. Listados florísticos de México. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Inst. Biol., UNAM. Méx.
- Dávila, P., Arizmendi, M. C., Valiente-Banuet, A., Villaseñor, J., Casas, A., y Lira, R. 2002. Biological diversity in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 421-442. Kluwer Academia Publisher. Printed in the Netherlands.
- Degraaf R. M., T. J. Maier, and T. K. Fuller 1999. Predation of small eggs in artificial nests: Effects of nest position, edge, and potential predator abundance in extensive forest. *Wilson Bull.* 111 (2): 236-242.
- Dijak, W. D. and Thompson, F. R. 2000. Landscape and edge effects on the distribution of mammalian predators in Missouri. *Journal of Wildlife Management* 64:209-216.
- Faaborg, J. 2004. Truly artificial nest studies. *Conservation Biology.* 18:369-370.
- Fenske, T. J. 1995. Predation of artificial ground nests at two types of edges in a forest-dominated landscape. M.S. thesis, University of Minnesota, Duluth.
- Fenske-Crawford, T. y G. J. Niemi 1997. Predation of artificial ground nest at two types of edges in a forest-dominated landscape. *The Condor.* 99:14-24.
- Gale, G. A., L. A. Hanners and S. R. Patton 1997. Nesting success of Worm-Eating Warblers in a forested landscape. *Conservation Biology.* 11:246-250.
- Gates, J. E. and L. Gysel 1978. Avian nest dispersion and fledgling success in field-forest ecotones. *Ecology.* 59:871-883.
- Hahn, H. W. 1937. Life history of the Oven-bird in southern Michigan. *Wilson Bull.* 49:145-237.
- Hannon S. J. and S. E. Cotterill 1998. Nest predation in aspen woodlots in an agricultural area in Alberta: the enemy from within. *The Auk* 115(1):16-25.
- Hanski, I. K., T. J. Fenske and G. J. Niemi 1996. Nest success of breeding birds in forested landscapes of northern Minnesota. *The Auk.* 113:578-585.
- Haskell, D. G. 1995. A reevaluation of the effects of forest fragmentation on rates of bird-nest predation. *Conservation Biology.* 9:1316-1318.
- Henry, V. G. 1969. Predation on dummy nests of ground-nesting birds in the southern Appalachians. *J. Wildl. Mgmt.* 33: 169-172.

- Hoover, J. P., M. C. Brittingham, and L. J. Goodrich 1995. Effects of forest patch size on nesting success of Wood Thrushes. *The Auk* 112:146-155.
- Jedrejska, B. and W. Jedrejski 1998. Predation in vertebrate communities: the Bialowieza Primeval Forest as a case study. Springer-Verlag, Berlin.
- Jokimaki J. and E. Huhta 2000. Artificial nest predation and abundance of birds along an urban gradient. *Condor*. 102:838-847.
- Keyser, A. J., Hill, G. E., and Soehren, E. C. 1998. Effects of forest fragment size, nest density, and proximity to edge on the risk of predation to ground-nesting passerine birds. *Conservation Biology*. 12, 986-994.
- King, D. I., R. M. DeGraaf, C. R. Griffin and T. J. Maier 1999. Do predation rates on artificial nests accurately reflect predation rates on natural bird nests? *Journal of Field Ornithology*. 70:257-262.
- Lack, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen, London, United Kingdom, 409 pp.
- Leimgruber, P., W. J. Mcshea, and J. H. Rappole 1994. Predation on artificial nests in large forest blocks. *Journal of Wildlife Management* 58:254-260.
- Lill, A. 1974. The evolution of clutch size and male "Chauvinism" in the White-bearded Manakin. *Living Bird* 13: 211-231.
- Linder E. T. and E. K. Bollinger 1995. Depredation of artificial Ovenbird nests in a forest patch. *Wilson Bull.* 107(I): 169-174.
- Loiselle, B. and W. G. Hoppes 1983. Nest predation in insular and mainland lowland rainforest in Panama. *Condor*. 85:93-95.
- Lynch, J. F. and D. F. Whigham 1984. Effects of forest fragmentation on breeding bird communities in Maryland, USA. *Biological Conservation*. 28:287-324.
- Marini, M. A., S. K. Robinson and E. J. Heske 1995. Edge effects on nest predation in the Shawnee National Forest, southern Illinois. *Biological conservation*. 74:203-213.
- Martin, T. E. 1988. Habitat and area effects on forest bird assemblages: is nest predation an influence? *Ecology*. 69:74-84.

- Martin, T. E. 1992. Breeding productivity considerations: what are the appropriate habitat features for management? p. 455-473. *In* J. M. Hagan III and D. W. Johnston (eds). Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Martin, T. E. 1993a. Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. *American Naturalist*. 141:897-913.
- Martin, T. E. 1993b. Nest predation and nest sites: new perspectives on old patterns. *BioScience*. 43:523-532.
- Martin, T. E. and P. Li 1992. Life history traits of open- vs. cavity-nesting birds. *Ecology*. 73:579-592.
- Marzluff, J. M. and M. Restani 1999. The effects of forest fragmentation on avian nest predation, p. 155–169. *In* J. A. Rochelle, L. A. Lehmann, and J. Wisniewski [EDS.], Forest fragmentation: wildlife and management implications. Koninklijke Brill, Boston.
- Moller, A. P. 1988. Nest predation and nest site choice in passerine birds in habitat patches of different size: A study of magpies and blackbirds. *Oikos*. 53:215-221.
- Moller, A. P. 1989. Nest site selection across field-woodland ecotones: The effect of nest predation. *Oikos*. 56:240-246.
- Newton, I. 1993. Predation and limitation of birds numbers. *Current Ornithology*. 11:143-198.
- Nolan, V. Jr. 1963. Reproductive success of birds in a deciduous scrub habitat. *Ecology*. 44:305-313.
- Nour, N., E. Matthysen, and A. A. Dhondt 1993. Artificial nest predation and habitat fragmentation: different trends in bird and mammal predators. *Ecography* 16:111-116.
- Ouellet, H. 1970. Further observations on the food and predatory habits of the Gray Jay. *Can. J. Zool*. 48:327-330.
- Paton, P. W. C. 1994. The effect of edge on avian nest success: How strong is the evidence? *Conservation Biology*. 8:17-26.
- Perrins, C. M. 1965. Population fluctuations and clutch-size in the Great Tit, *Parus major*. *J. Anim. Ecol.* 34: 601-647.

- Picman, J. 1988. Experimental study of predation on eggs of ground-nesting birds: effects of habitat and nest distribution. *Condor* 90: 124-131.
- Primarck, R. 1993. *Essentials of conservation biology*. Sinauer Associates Inc. Massachusetts. 132p.
- Purcell, K. L. and J. Verner 1999. Nest predators of open and cavity nesting birds in oak woodlands. *Wilson Bull.*, 111(2): 251-256.
- Reitsma, R. L., R. T. Holmes and T. W. Sherry 1990. Effects of removal of red squirrels, *Tamiasciurus hudsonicus*, and eastern chipmunks, *Tamias striatus*, on nest predation in a northern hardwood forest: an artificial nest experiment. *Oikos*. 57:375-380.
- Ricklefs, R. E. 1969. An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions in Zoology*. 9:1-48.
- Robinson, S. K. 1992. Population dynamics of breeding neotropical migrants in a fragmented Illinois landscape. Pp. 408 & 418 in *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds* (J. M. Hagan and D. W. Johnson, eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.
- Rojas-Martínez A. y A. Valiente-Banuet 1996. Quiropteroфаuna del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Acta Zool. Mex.* (n.s.): 1-24.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa México, México, D. F. 432 pp.
- Schellhas, J. and R. Greenberg 1996. *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press. Washington, D. C. USA. 426p.
- Schmidt, K. A. and C. J. Whelan 1998. Predator-mediated interactions between and within guilds of nesting songbirds: experimental and observational evidence. *The American Naturalist*. 152:393-402.
- Seitz L. C. and D. A. Zegers 1993. An experimental study of nest predation in adjacent deciduous, coniferous and successional habitats. *Condor* 95: 297-304.
- Skutch, A. F. 1949. Do tropical birds rear as many young as they can nourish? *Ibis* 91: 430-455.
- Small, M. F., and Hunter, M. L. 1988. Forest fragmentation and avian nest predation in forested landscapes. *Oecologia*. 76, 62-64.

- Söderström, B. 1999. Artificial nest predation rates in tropical and temperate forest: a review of the effects of edge and nest site. *Ecography*. 22, 455-463.
- Sullivan, B. D., and J. J. Dinsmore 1990. Factors affecting egg predation by American Crows. *Journal of Wildlife Management* 54:433–437.
- Tellería, J. L. and T. Santos 1992. Spatiotemporal patterns of egg predation in forest islands: An experimental approach. *Biological Conservation*. 62:29-33.
- Temple, S. A. and J. R. Cary 1988. Modeling dynamics of habitat-interior bird populations in fragmented landscapes. *Conservation Biology*. 2:340-347.
- Tewksbury, J. J., Hejl, S. J., and Martin, T. E. 1998. Breeding productivity does not decline with increasing fragmentation in a western landscape. *Ecology*. 79, 2890-2903.
- Tomialojc, L. and T. Wesolowski 1990. Bird communities of the primeval temperate forest of Bialowieza, Poland. p. 141-165. *In* A. Keast (ed.). *Biogeography and ecology of forest bird communities*. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands.
- UBIPRO 1999. Investigaciones en la problemática del deterioro ambiental, restauración de sistemas degradados y manejo sustentable de recursos naturales en zonas áridas. FES Iztacala UNAM. México.
- Valiente-Banuet, A. 1991. Dinámica del Establecimiento de Cactáceas: Patrones Generales y Consecuencias de los Procesos de Facilitación por Plantas Nodrizas en Desiertos. Tesis Doctoral, UACPyP-CCH-Centro de Ecología, UNAM. México.
- Valiente-Banuet, A. y E. Ezcurra 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse shrub *Mimosa luisana*. *Journal of Ecology*. 2:11-14.
- Valiente-Banuet, A., M. C. Arizmendi y A. Rojas-Martínez 1996 a. Nectar-feeding bats in columnar cacti forests of Central Mexico. *Bats* 14:12-15.
- Valiente-Banuet, A., M. C. Arizmendi, A. Rojas-Martínez y L. Domínguez-Canseco 1996 b. Ecological relationships between columnar cacti and nectar feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 11:1-17.
- Vander Haegan W. M. and R. M. DeGraaf 1996. Predation on artificial nests in forested riparian buffer strips. *J. Wildl. Manage.* 60:542-550.
- Villaseñor, J. L., P. Dávila y F. Chiang 1991. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 50:135-149.

- Wilcove, D.S. 1985. Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. *Ecology* 66:1211-1214.
- Willis, E. O. 1973. Survival rates for visited and unvisited nests of Bicolored Antbirds. *The Auk* 90: 263-267.
- Yahner, R and B. L. Cypher 1987. Effects of nest location on depredation of artificial arboreal nests. *J. Wildl. Manage.* 51:178-181.
- Yahner, R. and C. A. DeLong 1992. Avian predation and parasitism on artificial nests and eggs in two fragmented landscapes. *Wilson Bull.* 104(I): 162-168.
- Yahner, R. H., and D. P. Scott 1988. Effects of forest fragmentation on depredation of artificial nests. *J. Wildl. Manage.* 52:158-161.
- Yahner, R. H. and R. A. Voytko 1989. Effects of nest-site selection on depredation of artificial nests. *J. Wildl. Manage.* 53:21-25.
- Yahner, G. H. and A. L. Wright 1985. Depredation on artificial ground nests: Effects of edge and plot age. *Journal of Wildlife Management* 49:508-513.
- Yahner, G. H., T. E. Morrell, and J. S. Rachael 1989. Effects of edge contrast on depredation of artificial avian nests. *J. Wildl. Manage.* 53: 1135-1138.
- Young, H. 1963. Age-specific mortality in the eggs and nestlings of blackbirds. *The Auk* 80: 145-155.
- Zanette, L. and B. Jenkins 2000. Nesting success and nest predators in forest fragments: a study using real and artificial nest. *The Auk.* 117:445-454.
- Zizumbo A. O. 2005. Efecto de la fragmentación en el éxito de anidación de *Phainopepla nitens* (Aves: Passeriformes) en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala, UNAM, México. 40 pp.