



# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE BIOLOGÍA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAestrÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

## TESIS

Que para obtener el título profesional de Maestra en Ciencias  
Biológicas

PRESENTA:  
Bertha Susana Raygadas Torres

Tutora: Dra. Gabriela Domínguez Vázquez.  
Cotutor: Dr. J. Alejandro Pérez Arteaga.

Morelia, Michoacán, México, Marzo 2011



## RESUMEN

La utilización de polen como indicador de uso de hábitat es innovador, y puede resultar altamente benéfica para el estudio de la ecología de las especies, toda vez que permitiría, de una manera rápida, establecer una aproximación al uso de recursos. Con la finalidad de desarrollar una técnica alternativa a los métodos ecológicos tradicionales para estudiar de manera indirecta el uso de hábitat, se plantea utilizar técnicas polínicas actuales que puedan ser aplicadas para determinar las “firmas” de polen presentes en las plumas de las aves, como una medida de uso de hábitat. La familia de los chipes o reinitas (Parulidae) forman parte de un grupo de aves paserinas conocida como los oscines (Lovette y Bermingham, 2002); el género *Geothlypis* se encuentra dentro de esta familia (AOU, 1998) y conforma un grupo de aves asociadas a humedales y sitios de drenaje deficiente. México se considera un centro de diferenciación importante ya que del total de nueve especies, seis se encuentran en nuestro país y cuatro de éstas son endémicas, incluyendo a *Geothlypis speciosa*. Se observó una gran relación entre la vegetación y el polen presente en las plumas de las aves, y los tres sitios de colecta, lo que nos indicó que el polen de las plumas van cambiando acorde a los cambios estacionales de la vegetación y a los ciclos de producción polínica en el Lago de Cuitzeo (Domínguez-Vázquez, *et al.*, 2004; Weng *et al.*, 2004; Islebe *et al.*, 2000; Gosling, 2005). Las técnicas polínicas utilizadas en este trabajo, reflejaron de manera adecuada la estructura de la vegetación del lago y sus alrededores, así como los cambios fenológicos que presenta durante el año. Sin embargo su utilización como indicador de uso de hábitat puede volverse polémico debido a los diferentes factores que pueden estar influyendo en la presencia del polen en las plumas (movimientos azarosos dentro del ambiente, presencia de polen alóctono). Otra dificultad que se presenta para determinar uso de hábitat está relacionada con la estructura del plumaje, que pueden estar determinando la presencia o ausencia del polen.

**Palabras clave:** Cuitzeo, *Geothlypis*, lluvia de polen, uso de hábitat.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>2</b>
Análisis Polínico .....	2
Aves Acuáticas .....	4
Importancia ecológica de los humedales .....	8
<b>Uso de Hábitat .....</b>	<b>9</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVOS PARTICULARES .....</b>	<b>10</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
<b>Descripción del área de estudio.....</b>	<b>11</b>
Ubicación Geográfica .....	11
Fisiografía.....	12
Geología .....	12
Orografía .....	12
Hidrología .....	12
<b>Vegetación.....</b>	<b>13</b>
Hidrófitas enraizadas emergentes.....	13
Hidrófitas enraizadas sumergidas.....	13
Hidrófitas libremente nadadoras.....	13
Hidrófitas de hojas flotantes.....	13
Matorral subtropical y bosque tropical caducifolio.....	14
Bosque templado.....	15
<b>SITIOS DE CAPTURA DE AVES.....</b>	<b>15</b>
<b>MÉTODOS DE CAPTURA .....</b>	<b>16</b>
<b>TÉCNICA DE ACETOLÍISIS .....</b>	<b>16</b>
<b>LLUVIA DE POLEN.....</b>	<b>17</b>
<b>Variación interanual de la lluvia de polen moderno en el Lago de Cuitzeo....</b>	<b>18</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>Vegetación.....</b>	<b>20</b>
Hidrófitas enraizadas emergentes.....	20
Hidrófitas enraizadas sumergidas.....	20
Hidrófitas libremente nadadoras.....	21
Hidrófitas de hojas flotantes.....	21
Matorral subtropical y bosque tropical caducifolio.....	21
Bosque templado.....	22
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>VARIACION ESTACIONAL.....</b>	<b>25</b>

<b>VARIACIÓN ESPACIAL .....</b>	<b>25</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>33</b>
<b>Polen encontrado en las plumas de G. speciosa and G. trichas para determinar uso de habitat en el Lago de Cuitzeo.....</b>	<b>35</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
<b>Vegetación.....</b>	<b>38</b>
Matorral subtropical y bosque tropical caducifolio. ....	38
Bosque de pino.....	39
<b>SITIOS DE CAPTURA DE AVES.....</b>	<b>39</b>
<b>MÉTODOS DE CAPTURA .....</b>	<b>40</b>
<b>TÉCNICA DE ACETOLÍISIS .....</b>	<b>41</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>52</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1 Mapa del Lago de Cuitzeo.....</b>	<b>11</b>
<b>Fig. 2 Mapa de los sitios de colecta de Aves.....</b>	<b>15</b>
<b>Fig. 3 Ubicación geográfica de los 15 sitios de colecta.....</b>	<b>23</b>
<b>Fig. 4 Diagrama de lluvia de polen porcentual en época de secas, intermedias y lluvias para los 15 sitios de muestreo.....</b>	<b>27</b>
<b>Fig. 5 Diagrama de lluvia de polen porcentual, agrupado para la época de secas, intermedia y lluvias para los 15 sitios de muestreo.....</b>	<b>28</b>
<b>Fig. 6 Dendograma de la composición polínica del Lago de Cuitzeo.....</b>	<b>29</b>
<b>Fig. 7 Análisis de los componentes principales de los sitios de colecta del Lago de Cuitzeo.....</b>	<b>29</b>
<b>Fig. 8 Mapa del Lago de Cuitzeo. ....</b>	<b>39</b>
<b>Fig. 9 Mapas de los sitios de Colecta de Aves. ....</b>	<b>40</b>
<b>Fig. 10 Diagrama de lluvia de polen actual en presente en las plumas de las aves a lo largo de todo el año en los tres sitios de colecta.....</b>	<b>45</b>
<b>Fig. 11 Diagrama de lluvia de polen actual presente en las plumas de las aves agrupado a lo largo de todo el año.....</b>	<b>46</b>
<b>Fig. 12 Diagrama de lluvia de polen proveniente de las plumas de las dos especies G. speciosa y G. trichas. Agrupado en meses. ....</b>	<b>47</b>
<b>Fig. 13 Diagrama de lluvia de polen proveniente de las plumas de las dos especies G. speciosa y G. trichas.....</b>	<b>47</b>
<b>Fig. 14 Diagrama de lluvia de polen encontrada en las plumas de las aves de Geothlypis speciosa. ....</b>	<b>48</b>
<b>Fig. 15 Diagrama resumen de lluvia de polen proveniente de las plumas de la especie Geothlypis trichas durante todo el año.....</b>	<b>48</b>
<b>Fig. 16 Diagrama de uso de hábitat de las dos especies, a lo largo de todo el año.....</b>	<b>49</b>

## **INTRODUCCIÓN**

La utilización de polen como indicador de uso de hábitat es innovador, y puede resultar altamente benéfica para el estudio de la ecología de las especies, toda vez que permitiría, de una manera rápida, establecer una aproximación al uso de recursos por vertebrados, particularmente aquellas especies que son difíciles de observar o de marcar, y para aquellos estudios que requieren de una metodología rápida. Este método se basa en que la composición característica de polen, la cual denominaremos “firmas”, pueden variar dependiendo de la época del año, del hábitat que las especies de estudio estén utilizando y la zona corporal de contacto (ej. en aves alas para polen aéreo, picos para polen recolectado de flores, colas o región ventral para especies que perchan frecuentemente, etc.).

Con la finalidad de desarrollar una técnica alternativa para estudiar de manera indirecta el uso de hábitat a los métodos ecológicos tradicionales, se plantea utilizar técnicas polínicas actuales que puedan ser aplicadas para determinar las “firmas” de polen presentes en las plumas de las aves, como una medida de uso de hábitat.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Análisis Polínico**

El polen es un conjunto de células masculinas que hacen posible la reproducción de la flor y que darán origen a una nueva planta, estas se encuentran contenidas en las anteras de las flores. El grano de polen tiene una cubierta resistente llamada exina la cual facilita su viabilidad mientras es transportado de la planta que lo ha originado a otra.

La palinología es el estudio del grano de polen y las esporas, tanto de épocas recientes como épocas geológicas del pasado (Saenz, 1978). Esta ciencia analiza la morfología externa del polen, el cual presenta patrones distintivos en su estructura, de acuerdo a las variaciones en la exina. Su simetría, aperturas en las

paredes, contorno, forma y tamaño permiten distinguir taxones a distintos niveles jerárquicos ya sea familia, género, o especie (Faegri y Iversen, 1989).

Los estudios de lluvia de polen actual son importantes en diversas ramas de las ciencias biológicas y geológicas (Palacios-Chávez. 1977). La lluvia de polen de un tipo determinado de vegetación consiste de una mezcla de granos de las especies presentes en la comunidad y/o acarreados de lugares aledaños en proporciones que pueden ser o no similares a las de las especies productoras (Tejero-Díez *et.*, 1988).

La dispersión de los granos es uno de los factores que más afecta la composición de la lluvia de polen, ya que la mayor parte del polen presenta dispersión por viento (anemófila) y el resto de los granos pueden ser dispersados por insectos (entomófila), o por la expulsión como consecuencia de mecanismos propios de la planta que los produce (Limón, 1980).

La dispersión y depositación del polen difiere no sólo por sus características intrínsecas, sino también de acuerdo con variables externas, relacionadas con la topografía y las condiciones climáticas de la región (Trivi *et al.*, 2006).

Los estudios de la lluvia de polen actual permiten estudiar de manera indirecta la estructura y composición de la vegetación (Burry, 2001), de este modo, es posible conocer la distribución de la vegetación por medio de la dispersión y depositación polínica.

El espectro polínico puede ser afectado por la edad de la planta, forma de crecimiento, factores ambientales (Jackson y Williams, 2004), ambientes deposicionales, preservación de polen y las técnicas de muestreo (Barboni y Bonnefille, 2001; Jackson y Williams, 2004; Domínguez-Vázquez *et al.*, 2004). Estas diferencias ocasionan que la relación de la lluvia de polen y la vegetación que la produce rara vez sea del 100% (Faegri e Iversen, 1989), debido a que

distintos taxas tienen diferentes interacciones con los factores ecológicos que intervienen en ellos, por lo que varía la relación polen-vegetación en espacio y tiempo.

### **Aves Acuáticas**

Las aves acuáticas constituyen uno de los componentes más carismáticos de la fauna que habita en los humedales (López y Blanco, 2005). Además, forman parte de la enorme riqueza faunística que posee la humanidad como una de las fuentes de aprovechamiento renovable, pero en la actualidad estas se encuentran amenazadas por diferentes factores, entre los que se encuentran: destrucción y transformación del hábitat, cacería de subsistencia, comercial y de recreación (Aguilar, 1998; Arizmendi y Márquez, 2000).

La Convención Ramsar sobre humedales de importancia internacional, define como aves acuáticas a aquellas cuyo ciclo de vida depende directamente de los humedales (Ramsar Bureau, 2000). Las aves acuáticas comparten entre sí la existencia de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y/o conductuales para la vida en los humedales.

Howell y Webb (1995) consideran un total de 64 especies de aves acuáticas que se refugian en el Lago de Cuitzeo, de las cuales 23 son residentes, 33 son visitantes de invierno, una es visitante de verano y siete son visitantes transitorias.

El orden passeriformes comprende el 60% de todas las aves vivientes actuales, por lo que representan el orden más abundante dentro de esta clase (Machado y Peña 2000), este grupo es el más especializado de todos, lo cual se nota en el desarrollo de la siringe, son sedentarios o migradores abundan en todas las regiones del globo a excepción de la zona antártica y ártica. Este orden comprende 56 familias con más de 5000 especies aproximadamente; y desempeña un papel ecológico fundamental puesto que cumplen funciones como controladoras de poblaciones de insectos, dispersadores de semillas y

polinizadores, por lo cual se les considera un componente importante en la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales Kattan y Serrano (1996).

La familia de los chipes o reinitas (Parulidae) forman parte de una radiación de aves paserinas conocida comúnmente como los oscines (Lovette y Bermingham, 2002); el género *Geothlypis* se encuentra dentro de esta familia (AOU, 1998) y conforma un grupo de aves asociadas a humedales y sitios de drenaje deficiente. México se considera un centro de diferenciación importante ya que del total de nueve especies, seis se encuentran en nuestro país y cuatro de éstas son endémicas, incluyendo a *Geothlypis speciosa*.

Existen pocos estudios ecológicos, biogeográficos y demográficos de las especies endémicas del género *Geothlypis*, y la única información que se encuentra disponible abarca aspectos sobre relaciones filogenéticas (Dickerman 1970, Escalante, 1997).

Entre las especies endémicas se encuentra la mascarita transvolcánica, *Geothlypis speciosa*, la cual se ubica dentro de la familia Parulidae (orden Passeriformes). Esta familia está compuesta por 24 géneros y 119 especies, conocidos como chipes del Nuevo Mundo. Estas coloridas aves son de tamaños pequeños (de los 10 cm a 16 cm de longitud), habitan en casi todas las latitudes del Continente Americano, la edad, sexo y variación estacional de su plumaje difiere entre y dentro de los géneros, se alimentan generalmente de insectos (aunque algunas lo hacen de frutos), ponen de dos a seis huevos, los polluelos son altricios con su primera muda raramente completa, el plumaje juvenil en algunas especies es efímero y se pierde en menos de una semana y en otras especies se pierde en unas semanas más tarde; cuando anidan durante el invierno tienen hábitats bien definidos pero en la migración cualquier especie puede estar fuera de su hábitat preferido, sobre todo en las zonas áridas o de matorral (Howell y Webb, 1995).

La mascarita transvolcánica, *G. speciosa*, es de peculiar importancia para el estado, ya que en la actualidad se cree que se encuentra distribuida sólo en algunos humedales: laguna de Yuriria (Guanajuato), lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo (Michoacán) y las Ciénegas del Lerma (Estado de México) (BirdLife International 2006).

De acuerdo a Howell y Webb (1995), el tamaño de la mascarita transvolcánica varía de 12.5 a 13 cm de longitud. La especie presenta dimorfismo sexual; el macho presenta coloración negra en la cabeza (frente, corona, auriculares y lores), cambiando gradualmente en la nuca a verde olivo amarillento en espalda, rabadilla y otras regiones dorsales. Es precisamente la coloración negra de la cabeza la cual da origen al nombre común de “mascarita”. La garganta, el pecho y abdomen son de color amarillo oro profundo con los flancos teñidos de café, las patas las presenta de color negro. La hembra es similar al macho, con una tonalidad que se percibe ligeramente más verduzca en las regiones dorsales y carece de coloración negra en la cabeza, la cual es color café olivo. Las regiones ventrales medias, amarillo pálido, levemente teñido con ante. El macho inmaduro es similar en coloración a la hembra, pero presentan una coloración negra incipiente en los lores y auriculares; la frente a menudo es negra en la primera primavera. Los juveniles presentan la cabeza y las regiones dorsales de color olivo parduzco, el vientre más pálido y con color limón-olivo oscuro (Escalante, 1997; Howell y Webb, 1995). Hasta donde se conoce, se alimenta mayormente de insectos y forrajea en el substrato inferior (Escalante, 2000).

Dickerman (1970) acota su distribución a la región del Arco Neovolcánico Transversal: el Lago de Yuriria, Lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco y Zumpango y las Ciénegas del Lerma, aunque debido a la destrucción de su hábitat su distribución se ha reducido. Estudios recientes indican que es posible que la especie haya sido extirpada de la Laguna de Yuriria y sólo se encuentran poblaciones en Cuitzeo, Pátzcuaro, Ciénegas del Lerma, así como una población nueva registrada a partir de un ejemplar colectado en el lago de Zirahuén,

Michoacán depositado en la Colección de Ornitología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y de registros locales recientes (Delgado-Carrillo, 2009; Pérez-Arteaga, com. pers.).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2007) considera a la mascarita transvolcánica en peligro de extinción, al igual que la NOM-ECOL-059-2001 (DOF, 2003), debido a que su rango de distribución es muy pequeño y su hábitat se encuentra degradándose y reduciéndose. La pérdida de su hábitat se origina principalmente por la extracción de las aguas de las Ciénegas adecuadas para su existencia; la degradación ocurre debido a la gran cantidad de contaminantes que entran al sistema a través de aguas negras y grises vertidas en los humedales (IUCN, 2007). Debido al gran desconocimiento que existe sobre la especie y a su endemismo a sólo cuatro localidades del centro de México (las cuales están desconectadas entre sí), es prioritario llevar a cabo estudios para determinar de manera adecuada la demografía y distribución actual, para de esta manera, generar información base que permita establecer planes adecuados para su conservación (Escalante, 2000).

A pesar de ser una especie en peligro de extinción y una prioridad para la conservación, no se han realizado estudios formales para el conocimiento de esta especie, por lo que se desconoce por completo aspectos básicos de su historia natural que pudieran servir para poder establecer planes de conservación (biología reproductiva, comportamiento, hábitos alimenticios y demografía). Los únicos estudios formales que existen para la especie son los que realizó Dickerman (1970), en los cuales determinó la existencia de dos subespecies de mascarita transvolcánica; el otro estudio ejecutado por Escalante (1997), quien estudió las relaciones filogenéticas de las especies del género *Geothlypis*, determinó que *G. speciosa* es una especie relativamente antigua y con distribución relictual en las Ciénegas del centro de México, distinta genéticamente de las demás especies del género *Geothlypis*.

La mascarita común (*Geothlypis trichas*), presenta un tamaño aproximado de 13 cm., los machos adultos son fáciles de distinguir en campo, tienen dorsos color café, gargantas amarillas, y vientre blanco. Los adultos machos tienen máscaras negras enmarcadas por una banda color plomo, sólo en la parte de arriba. Las hembras tienen un aspecto similar pero sin la máscara negra. Sus patas son de color rosado aunque esta última característica es muy difícil de apreciar al menos que los individuos estén relativamente cercanos al observador. Las hembras de las dos especies son muy parecidas, con una tonalidad que se percibe ligeramente más verdusca en las regiones dorsales y carece de coloración negra en la cabeza, la cual es color café olivo (Howell y Webb, 1995).

La mascarita común aparentemente es una especie monógama en la época de reproducción y sólo en raras ocasiones los machos son vistos con dos compañeros en su territorio. Las hembras, sin embargo, no muestran fidelidad a su pareja y suelen atraer a otros machos con sus llamadas. No es una especie amenazada o en peligro de extinción, sin embargo presenta una clara disminución en muchas áreas las poblaciones locales no migratorias en algunas zonas se encuentran en peligro de extinción potencial por la pérdida de sus hábitats y la perturbación (Guzy y Ritchison,. 1999).

### **Importancia ecológica de los humedales**

México posee el 0.6% de los humedales a nivel mundial (aprox. 3,318,500 ha), de los cuales 1,479,800 ha corresponden a superficies estuáricas o humedales costeros y 1,751,500 ha son humedales continentales incluyendo algunos humedales artificiales (Olmsred, 1993, en Carrera y De la Fuente, 2003). Estos humedales son sitios muy importantes de escala de invernación para un gran número de aves acuáticas migratorias, además de que son zonas de alimentación y reproducción para aves residentes. En particular, los humedales del centro de México tienen importancia para las aves acuáticas que migran a través del corredor migratorio del centro (Bellrose, 1980), así como para diferentes especies de aves acuáticas residentes, entre las cuales se encuentran varios

endemismos. De acuerdo a Navarro-Siguenza *et al.*, (2007), la Franja Volcánica transmexicana es reconocida como un centro de diversificación, endemismo y transición biogeográfica (Pérez-Arteaga, 2002; Carrera y de la Fuente, 2003; Alcántara, 2005).

El Lago de Cuitzeo es considerado un Área de Importancia para la Conservación de Aves en México (AICA C-02), ya que en la zona se encuentran tanto especies endémicas como especies amenazadas globalmente, como la mascarita transvolcánica (*Geothlypis speciosa*), que se encuentra distribuida en el AICA 2 (Área de importancia para la conservación de las Aves) con categoría G1 (sitio que contiene una población de una especie considerada como globalmente amenazada, en peligro o vulnerable).

### **Uso de Hábitat**

Hábitat es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia. Un hábitat es descrito por los rasgos que lo caracterizan ecológicamente, distinguiéndose de otros hábitats por poseer características propias en los que las mismas especies no podrían sobrevivir (Curtis *et al.* 2007).

Los individuos de diferentes especies difieren en el grado de ocupación de un área, considerando que los ambientes no son homogéneos y se presentan en parches formando microhábitats. Estas diferencias en el ambiente pueden ser vistas como promotoras de potenciales competidores en virtud de la segregación espacial (Cody 1974).

El conocimiento del uso de hábitat resulta de interés en la conservación de especies y espacios naturales, siendo así una herramienta fundamental a la hora de planificar la regeneración de los distintos hábitats (e.g. Paracuellos 1997, 2006, Poulin *et al.* 2002).

## **HIPÓTESIS**

La complejidad estructural del plumaje, funcionará como una trampa natural de polen, atrapando los granos presentes en el medio aéreo y por contacto directo con las plantas y los diferentes sustratos ocupados por las aves.

La composición de polen presente en las plumas de las aves será representativa de su disponibilidad en el ambiente, por lo que diferentes especies mostrarán variaciones en la composición de polen, lo cual será un reflejo de los hábitats utilizados por estas en sus diferentes actividades.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la viabilidad de las técnicas polínicas para la identificación del uso de hábitat de aves acuáticas en el lago de Cuitzeo.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

\*Observar la relación que existe entre el polen y la vegetación en la zona de estudio.

\*Comparar la composición polínica encontrada intra e interespecífica (*Geothlypis speciosa* vs *G. trichas*).

\*Comparar la composición polínica encontrada con relación a la variación estacional y la relación con los procesos fenológicos de la vegetación.

\*Realizar una colección de polen de referencia, para facilitar la identificación de los granos de polen.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio.

#### Ubicación Geográfica

El lago de Cuitzeo se localiza 34km al norte de Morelia, Michoacán, situado entre las coordenadas extremas 19°53' 15" y 20°04' 34" N y 100°50' 20" y 101°19' 15" W y una altitud promedio de 1820 msnm (Israde-Alcántara *et al.*, 2002).

El lago presenta una forma alargada, ocupa un área total que no excede las 45 000 Ha (Carrera y de la Fuente 2003) y una longitud de 51.3 km de oeste a este y 13.3 km de ancho de norte a sur, posee 11 islas; el volumen almacenado es de 700 millones de metros cúbicos; la profundidad media es de 2m. Es considerado uno de los más extensos de México, superado en extensión solamente por el lago de Chapala (de la Fuente 2003).

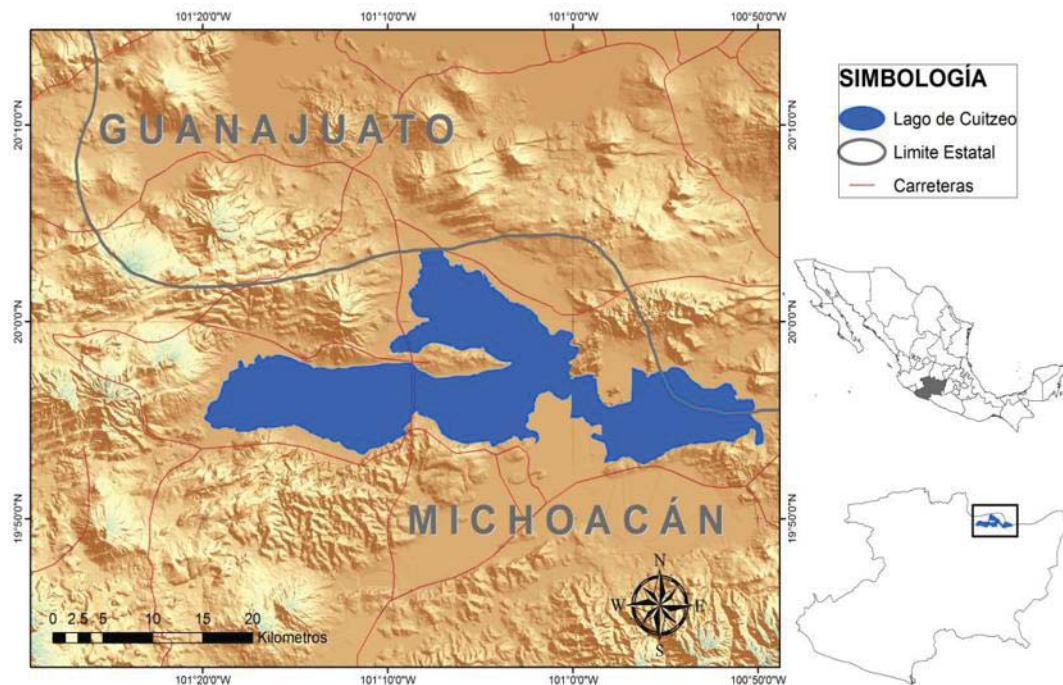


Fig. 1 Mapa del Lago de Cuitzeo

## **Fisiografía**

Se encuentra rodeado por serranías de origen volcánico, conformando la parte más baja de una cuenca endorreica, producto de fenómenos tectónicos y volcánicos, sucedidos en el Plioceno (Rojas y Novelo, 1995).

## **Geología**

El Lago de Cuitzeo es de origen natural, esta tectónicamente delimitado por semigrabens constituidos principalmente por rocas volcánicas y productos fluvio-lacustres Cuaternarios (Israde-Alcántara, 1999). En sus alrededores inmediatos prevalecen rocas ígneas del Terciario y Cuaternario (Tamayo, 1962).

## **Orografía**

Se encuentra situado en el Eje Neovolcánico, el cual es una franja volcánica del Cenozoico, en esta franja la actividad volcánica dio lugar a un gran número de cuencas endorreicas, las cuales originaron el desarrollo de lagos, los cuales se formaron por el bloqueo del drenaje original. La cuenca está conformada por colinas, lomeríos altos y planicies, es decir, es una cuenca relativamente plana y con poca amplitud de relieve, la cual se desarrolla sobre materiales volcánicos de composición intermedia a básica de edad reciente (Mendoza *et al.*, en prensa, Pasquaré *et al.*, 1991, citado en INE 2008).

## **Hidrología**

Es un Lago en una cuenca cerrada, que pertenece a la Región Hidrológica de Lerma-Chapala. La sección del lago que se encuentra al poniente solo recibe pequeñas aportaciones de agua, las cuales provienen fundamentalmente de pequeños manantiales; mientras que la porción oriental tiene aportaciones muy considerables, las cuales se deben fundamentalmente a las aguas del drenaje del distrito de riego No. 20 Morelia y Queréndaro, al Río Viejo de Morelia, al río Grande de Morelia y al río rectificado de Queréndaro (Aguilar, 1998). El principal tributario del Lago es el Río Grande de Morelia (de la Lanza, 2002).

## **Vegetación**

De acuerdo con Moreno y Retana (1995), la vegetación acuática nativa del lago, está constituida por:

### **Hidrófitas enraizadas emergentes.**

Son plantas arraigadas al sustrato con hojas y órganos reproductivos aéreos conformando comunidades características; la más representativa son los tulares, las especies presentes son: *Typha dominguensis*, *Schoenoplectus validus*, *S. americanus*, *S. californicus*, *Phragmites australis* y *Eleocharis sp.*

### **Hidrófitas enraizadas sumergidas.**

Son plantas que tienen las hojas sumergidas, pero los órganos reproductivos aéreos, flotantes o sumergidos, se encuentra representada en la zona por cuatro especies principalmente: *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, *Najas guadalupensis* y *Ceratophyllum demersum*.

### **Hidrófitas libremente nadadoras.**

Plantas que no están fijadas al sustrato y se mantienen sobre la superficie del agua. Están representadas en la región por la familia Lemnaceae con cuatro especies: *Lemna aequinoctialis*, *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza* y *Wolffiella lingulata*. Un elemento importante de este grupo es una planta introducida, *Eichornia crassipes*, conocida como lirio acuático, especie que puede formar “islas flotantes” que se desplazan por el lago y en algunos sitios, puede formar grandes masas que impiden la penetración de la luz al sistema acuático. En general esta planta se considera como una especie invasora altamente competitiva.

### **Hidrófitas de hojas flotantes.**

Se trata de plantas enraizadas al suelo, con sus hojas flotando sobre la superficie y sus órganos reproductivos flotantes o emergentes, de las cuales se encuentran las especies *Nymphaea gracilis*, *Nymphoides fallax* y *Marsilea mollis*.

En las zonas colindantes del lago de Cuitzeo se encuentra un bosque tropical caducifolio, matorral subtropical y en los picos de los cerros se encuentra un bosque templado.

### **Matorral subtropical y bosque tropical caducifolio.**

El matorral subtropical se considera una fase sucesional hacia el bosque tropical caducifolio, en el que buena parte del año sus integrantes están sin hojas. Según Rzedowski y McVaugh (1966), se desarrolla en laderas de cerro que no han sido utilizadas para fines agrícolas, forma un mosaico complejo con pastizales y bosque de encino; su distribución altitudinal varía de 1800 a 2300 m.

Es una comunidad más o menos abierta, en la que dominan arbustos altos o arboles pequeños de 3 a 5 m. es común encontrar elementos pertenecientes al bosque tropical caducifolio, de entre los cuales destacan componentes arbóreos como: *Acacia farnesiana*, *Acacia angustissima*, *Bursera cuneata*, *Bursera fagaroides*, *Casimiroa edulis*, *Cedral dugesii*, *Erythrina coralloides*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ipomoea murucoides*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Morus celtidifolia*, *Quercus deserticola* y *Yucca filifera* (Huerta 1990).

Estrechamente ligado a este matorral se encuentran manchones de Bosque tropical caducifolio, que en general es una comunidad más alta y más densa que el matorral, cuyos elementos permanecen sin hojas la temporada seca del año.

Las especies dominantes son más diversas y destacan por su presencia *Bursera pinnata*, *Bursera fagaroides*, *Bursera cuneata*, *Ipomea murucoides*, *Pithecellobium leptophyllum*, *Ceiba aesculifolia*, en el estrato arbóreo, mientras que en el arbustivo es común encontrar *Calliandra grandiflora*, *Acacia farnesiana*, *Desmodium pringlei* y *Opuntia ssp.*, entre otras.

En general se distribuyen en la cuenca entre 1800 y 2000 m de altitud. Se observan algunos manchones en pequeñas áreas alrededor del Lago de Cuitzeo, aunque algunas podrían ser fases sucesionales avanzadas del matorral subtropical.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

### Bosque templado.

Bosque de pino, este tipo de vegetación se presenta en forma discontinua en altitudes de 2100 hasta 2700m, a lo largo de la porción montañosa que corre desde la zona de Los Azufres, en el extremo este-sureste de la cuenca, siguiendo una dirección noroeste-sureste hasta donde se encuentran los cerros El Burro, El Frijol y Las Nieves. El bosque de pino es siempre verde, con alturas que varían de 8 a 25m, alcanzando en ocasiones los 30m. La densidad varía dependiendo del grado de perturbación que presentan, aunque por lo general son bosques abiertos y cuando es una comunidad cerrada, los estratos herbáceos y arbustivos están poco desarrollados.

Las especies de pino de más amplia distribución en el área. *Son Pinus leiophylla*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus devoniana*, *Pinus michoacana*, seguidos de *Pinus lawsonii*, *Pinus teocote* y *Pinus rudis*.

### SITIOS DE CAPTURA DE AVES

Cehuayo se localiza al sureste del Lago de Cuitzeo entre los N19°55'18.2" W101°05'74.7" y una altura de 1759 msnm. **Sitio 1: 19°56'42.26" N 101°3'12.00" O** **Sitio 2: 19°55'40.15" N 101°3'21.53" O** **Sitio 3: 19°54'58.41" N 101°3'19.15" O**



Fig. 2 Mapa de los sitios de colecta de Aves.

## **MÉTODOS DE CAPTURA**

Para capturar las aves, se utilizaron redes de niebla de 12 x 2.4m, con luz de malla de 36mm. Las redes se colocaron antes del amanecer y se cerraron cuatro horas después (Bibby et al., 2000). La colecta de las aves se realizó a lo largo de todo un año entre el mes de Julio de 2009 y el mes de Junio de 2010. Todos los animales fueron manipulados y procesados conforme a lineamientos establecidos de bienestar animal (Redfern y Clark, 2001). Las muestras de plumas fueron colocadas en bolsas de papel encerado, al momento de ser cortadas se etiquetaron y fueron llevadas al Laboratorio de cuencas lacustres del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la UMSNH, en donde se realizó la técnica de la Acetólisis. Ningún animal fue sacrificado, todos fueron liberados después de ser procesados.

Se extrajeron, además, muestras de tejido (sangre y/o plumas) para ser depositadas en el banco genómico del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB) de la Universidad Michoacana para su almacenaje y posterior análisis.

A todos los individuos de las especies: *Geothlypis trichas* y *Geothlypis speciosa*, que fueron capturados, se les tomo muestras de polen.

## **TÉCNICA DE ACETOLÍISIS**

Se utilizó la técnica de acetólisis (Erdtman, 1952) para extraer los granos de polen y las esporas atrapadas en las plumas. La función de la acetólisis es disolver la celulosa y hemicelulosa, la técnica incluye baño en ácido clorhídrico para disolver las cápsulas de *Lycopodium*, el KOH se utiliza para eliminar el exceso de materia orgánica, blanquear y limpiar el polen y las esporas que se van a estudiar, permite examinar más fácilmente aspectos de los patrones de aperturas y exina, una vez preparadas las muestras se les agrego dos gotas de colorante rojo carmín para una mejor visualización y unas gotas de glicerina para mantener la muestra con mejor movimiento al momento de observar al microscopio, las laminillas se observaron con un microscopio óptico Carl Zeiss con

un aumento de 40X. En cada muestra se efectuó un conteo de 300 granos, ya que este es un valor representativo para la realización de los estadísticos posteriores.

La determinación de los granos de polen se llevó a cabo utilizando la colección de referencia preparada el profesora para éste trabajo, además de manuales y catálogos polínicos como: Colinvaux *et al.*, (1999), Lozano y Martínez (1990), Palacios *et al.*, (1991).

Los diagramas polínicos fueron elaborados utilizando C2 (Juggins, 1992). Los análisis estadísticos fueron realizados usando SPSS vers.17 y Kaleydagraph vers.7.

## **LLUVIA DE POLEN**

Se realizó una colecta de la vegetación a lo largo del Lago de Cuitzeo para su identificación y con la finalidad de crear una colección de polen que nos ayudara a la identificación de los granos de polen presentes en las plumas de las aves. A su vez se realizó una colecta de agua superficial a lo largo de la orilla del lago con la finalidad de observar la relación entre el polen encontrado en cada uno de los sitios y su vegetación.

La descripción morfológica de los granos de polen se realizó considerando; la asociación, la forma, la simetría, la polaridad, el contorno polar y ecuatorial, el tipo de abertura, la ornamentación y el tamaño, estos datos nos permitieron realizar más fácilmente la identificación de los granos de polen.

## **Variación interanual de la lluvia de polen moderno en el Lago de Cuitzeo.**

### **RESUMEN**

Se determinaron las variaciones temporales y espaciales en la abundancia y composición polínica a partir de muestras de agua superficial obtenidas durante tres temporadas: seca, seca/lluvias y lluvias en el Lago de Cuitzeo. Para lo cual se establecieron 15 sitios de colecta a la orilla del lago. Las muestras se prepararon siguiendo la técnica de Erdtman (1952) para extraer el polen y fueron observadas al microscopio. Se determinaron los espectros polínicos para cada sitio de colecta, reconociéndose 30 tipos polínicos, los cuales fueron determinados a nivel de familia y/o género. El polen de las familias Compositae, Gramineae, Piperaceae, Typhaceae y Pinaceae se encontraron en todas las muestras y en todos los sitios de colecta. Del total de los tipos polínicos hallados la mayoría concuerda con la vegetación presente en el Lago de Cuitzeo.

**Palabras clave:** lluvia de polen, tipos polínicos, Lago de Cuitzeo.

## INTRODUCCIÓN

La lluvia de polen de un determinado tipo de vegetación consiste de una mezcla de granos de las especies presentes en la comunidad y/o acarreados de lugares aledaños en proporciones que pueden ser o no similares a las de las especies productoras (Tejero-Díez *et.*, 1988).

Los estudios de la lluvia de polen actual permiten estudiar de manera indirecta la estructura y composición de la vegetación (Burry, 2001), de este modo, es posible conocer la distribución de la vegetación por medio de la dispersión y depositación polínica.

La dispersión polínica es uno de los factores que más afecta la composición de la lluvia de polen, ya que la mayor parte de los granos encontrados presentan dispersión por viento (anemófila), mientras que los granos que se encuentran en bajas proporciones son dispersados por insectos (entomófila), o por la expulsión como consecuencia de mecanismos propios de la planta que los produce (Limón, 1980). La dispersión y depositación del polen está determinado no sólo por sus características intrínsecas, sino también por variables externas, relacionadas con la topografía y las condiciones climáticas de la región (Trivi *et al.*, 2006).

El espectro polínico puede ser afectado por la edad de la planta, forma de crecimiento, factores ambientales (Jackson y Williams, 2004), ambientes deposicionales, preservación de polen y las técnicas de muestreo (Barboni y Bonnefille, 2001; Jackson y Williams, 2004; Domínguez-Vázquez *et al.*, 2004). Estas diferencias ocasionan que la relación de la lluvia de polen y la vegetación que la produce rara vez sea del 100% (Faegri e Iversen, 1989), debido a que distintos taxas tienen diferentes interacciones con los factores ecológicos que intervienen en ellos, por lo que varía la relación polen-vegetación en espacio y tiempo.

Con este trabajo se pretende comparar la distribución y la variación interanual de la composición de la lluvia polínica del Lago de Cuitzeo, a partir de muestras superficiales de agua, obtenidas durante tres temporadas: seca, seca/lluvias y lluvias.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El Lago de Cuitzeo se localiza 34 km al norte de Morelia, Michoacán, situado entre las coordenadas extremas 19°53' 15" y 20°04' 34" N y 100°50' 20" y 101°19' 15" W (Israde-Alcántara *et al.*, 2002). Con una altitud promedio de 1820 msnm. Es considerado uno de los más extensos de México, superado en extensión solamente por el lago de Chapala (de la Fuente 2003).

### **Vegetación**

De acuerdo con Moreno y Retana (1995), la vegetación acuática nativa del lago, está constituida por:

#### **Hidrófitas enraizadas emergentes.**

Son plantas arraigadas al sustrato con hojas y órganos reproductivos aéreos conformando comunidades características; la más representativa son los tulares, las especies presentes son: *Typha dominguensis*, *Schoenoplectus validus*, *S. americanus*, *S. californicus*, *Phragmites australis* y *Eleocharis sp.*

#### **Hidrófitas enraizadas sumergidas.**

Son plantas que tienen las hojas sumergidas, pero los órganos reproductivos aéreos, flotantes o sumergidos, se encuentra representada en la zona por cuatro especies principalmente: *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, *Najas guadalupensis* y *Ceratophyllum demersum*.

### **Hidrófitas libremente nadadoras.**

Plantas que no están fijadas al sustrato y se mantienen sobre la superficie del agua. Están representadas en la región por la familia Lemnaceae con cuatro especies: *Lemna aequinoctialis*, *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza* y *Wolffiella lingulata*.

### **Hidrófitas de hojas flotantes.**

Se trata de plantas enraizadas al suelo, con sus hojas flotando sobre la superficie y sus órganos reproductivos flotantes o emergentes, de las cuales se encuentran las especies *Nymphaea gracilis*, *Nymphoides fallax* y *Marsilea mollis*.

En las zonas colindantes del lago de Cuitzeo se encuentra un bosque tropical caducifolio, matorral subtropical y en los picos de los cerros se encuentra un bosque templado.

### **Matorral subtropical y bosque tropical caducifolio.**

El matorral subtropical se considera una fase sucesional hacia el bosque tropical caducifolio, en el que buena parte del año sus integrantes están sin hojas. Según Rzedowski y McVaugh (1966), se desarrolla en laderas de cerro que no han sido utilizadas para fines agrícolas. Forma un mosaico complejo con pastizales y bosque de encino; su distribución altitudinal varía de 1800 a 2300 m.

Es una comunidad más o menos abierta, en la que dominan arbustos altos o árboles pequeños de 3 a 5 m. es común encontrar elementos pertenecientes al bosque tropical caducifolio, de entre los cuales destacan componentes arbóreos como: *Acacia farnesiana*, *Acacia angustissima*, *Bursera cuneata*, *Bursera fagaroides*, *Casimiroa edulis*, *Cedrela dugesii*, *Erythrina coralloides*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ipomoea murucoides*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Morus celtidifolia*, *Quercus deserticola* y *Yucca filifera* (Huerta 1990).

Estrechamente ligado a este matorral se encuentran manchones de Bosque tropical caducifolio, que en general es una comunidad más alta y más densa que el matorral, cuyos elementos permanecen sin hojas la temporada seca del año.

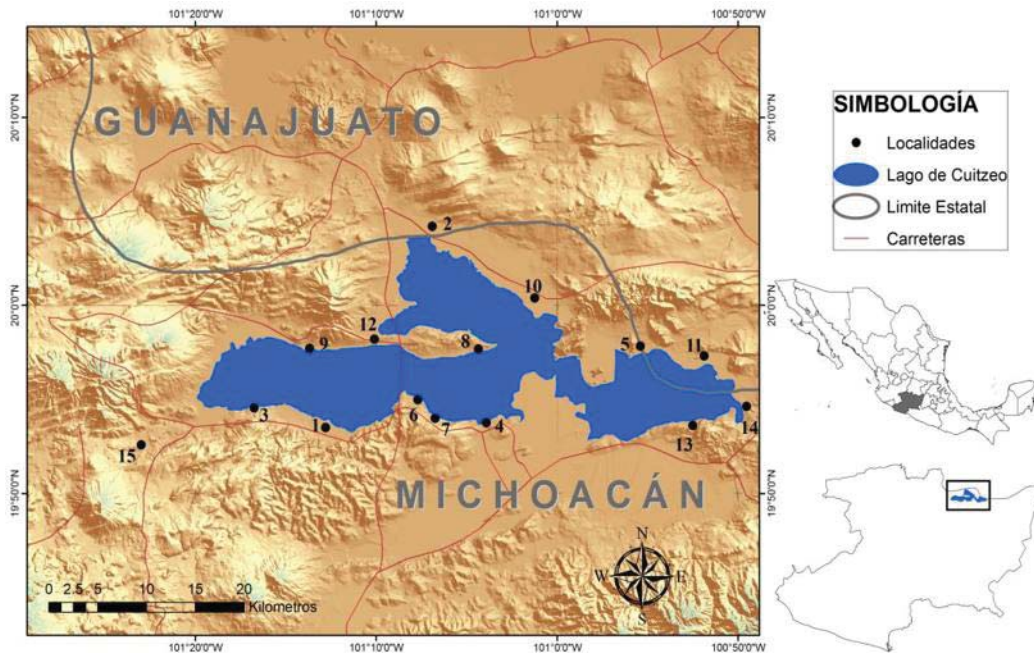
Las especies dominantes son más diversas y destacan por su presencia *Bursera pinnata*, *Bursera fagaroides*, *Bursera cuneata*, *Ipomea murucoides*, *Pithecellobium leptophyllum*, *Ceiba aesculifolia*, en el estrato arbóreo, mientras que en el arbustivo es común encontrar *Calliandra grandiflora*, *Acacia farnesiana*, *Desmodium pringlei* y *Opuntia ssp.*, entre otras.

En general se distribuyen en la cuenca entre 1800 y 2000 m de altitud. Se observan algunos manchones en pequeñas áreas alrededor del Lago de Cuitzeo, aunque algunas podrían ser fases sucesionales avanzadas del matorral subtropical.

#### **Bosque templado.**

Bosque de pino, este tipo de vegetación se presenta en forma discontinua en altitudes de 2100 hasta 2700m, a lo largo de la porción montañosa que corre desde la zona de Los Azufres, en el extremo este-sureste de la cuenca, siguiendo una dirección noroeste-sureste hasta donde se encuentran los cerros El Burro, El Frijol y Las Nieves. El bosque de pino es siempre verde, con alturas que varían de 8 a 25m, alcanzando en ocasiones los 30m. Las especies de pino de más amplia distribución en el área. Son *Pinus leiophylla*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus devoniana*, *Pinus michoacana*, seguidos de *Pinus lawsonii*, *Pinus teocote* y *Pinus rudis*.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.



**Fig. 3 Ubicación geográfica de los 15 sitios de colecta.**

El área de estudio incluye 15 sitios de colecta a lo largo de la orilla del lago, estos están localizados en Copandaro, Potzundareo, Congotzio, Chehuayo, Iramuco, San Juan Tarameo, Km2, Tanimereche, San Agustín del Pulque, Capacho, SAM, Andocutin, Jeruco, San Bartolomé y Araró. Se realizaron tres colectas a lo largo del año para cada sitio, las muestras se colectaron en la época de secas Marzo 2009, lluvias Agosto 2009 y secas/lluvias Noviembre 2009.

En cada sitio de colecta se tomaron 10 muestras de agua en bolsas de plástico, las cuales fueron homogeneizadas, tomándose una submuestra de 10 ml la cual se utilizó para los análisis polínicos. Las muestras fueron trasladadas y preparadas en el Laboratorio de Cuencas lacustres en el Instituto de Metalurgia de la UMSNH, las cuales fueron procesadas utilizando la técnica de acetólisis (Erdtman, 1952), agregándole una capsula de *Lycopodium* como marcador externo. Una vez preparadas, las muestras fueron montadas en glicerina. El análisis polínico se realizó con un microscopio óptico Carl Zeiss con un aumento de 40X. En cada muestra se efectuó un conteo de 300 granos como mínimo.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

La determinación de los granos de polen se llevó a cabo utilizando la colección de referencia preparada ex profeso para éste trabajo, además de manuales y catálogos polínicos como: Colinvaux *et al.*, (1999), Lozano y Martínez (1990), Palacios *et al.*, (1991).

Los diagramas polínicos fueron elaborados utilizando C2 (Juggins, 1992). Los análisis estadísticos fueron realizados usando SPSS vers.17 y Kaleydagraph vers.7., MINITAB 16.

## RESULTADOS

Se reconocieron 85 tipos polínicos pertenecientes a 30 familias. Los taxa más abundantes fueron: Gramineae, *Pinus* y Compositae, para la mayoría de los sitios y los taxa con menor diversidad fueron Euphorbiaceae, Myrthaceae y Solanaceae (Fig. 4).

## VARIACION ESTACIONAL

La época de secas estuvo representada por una mayor proporción de Gramineae, *Pinus*, Cyperaceae y Compositae. Leguminosae alcanza una alta proporción (80%) en Tanimereche en esta temporada. Durante la época intermedia Gramineae seguida de Compositae son las más abundantes, *Pinus* disminuye su proporción en algunos sitios y Mimosoidea alcanza 25% en San Juan Tarameo. Durante la época de lluvias Gramineae, Compositae, Leguminosae, *Pinus* y Typhaceae dominan el espectro polínico (Fig. 4).

La predominancia del polen herbáceo durante todo el año es obvia, ya que se presentaron en todos los sitios de colecta y en porcentajes mayores del 50% a excepción de Tanimereche para la época de secas, lo que nos reflejó una producción polínica a lo largo de todo el año de las familias Compositae, Euphorbiaceae y Gramineae; seguido por los elementos de matorral, donde se observó la mayor abundancia para Tanimereche durante la época de secas; siendo este sitio también el que presenta la mayor riqueza de taxa. La producción polínica de los elementos acuáticos y templados se observó principalmente en la época de secas, sin embargo se mantuvo a lo largo de todo el año en menor porcentaje (Fig. 5).

## VARIACIÓN ESPACIAL

Araró fue el sitio que presentó la mayor diversidad con 8 familias para la época de secas, los sitios con diversidad menor a 3 familias fueron Capacho y Jeruco, para la época de secas; para la época intermedia los sitios con mayor diversidad fueron Iramuco y Santa Ana Maya con 8 familias, la menor diversidad la presentaron 8

sitios, Potzundareo, Chehuayo, San Juan Tararameo, Km2, Tanimereche, San Agustín del Pulque, Capacho y Jeruco. Para la época de lluvias los sitios con mayor diversidad fueron Copandaro y Santa Ana Maya con 7 familias y los sitios con menor diversidad fueron Andocutin y San Bartolomé con 4 familias registradas (Fig. 4).

Con respecto a las temporadas de colecta, se pudieron determinar dos grandes grupos entre los que se observó una gran similitud entre la colecta uno (época de secas) y la colecta dos (época intermedia) ya que presentaron una marcada relación principalmente en los sitios de San Agustín y Copándaro (Fig. 6). Además de la variación estacional, hubo una marcada variación espacial en la que encontramos que los sitios son mas similares dentro de la época de lluvias que en el resto del año. (Fig. 6 y 7). Las variaciones en las proporciones de polen encontradas en los diferentes sitios están relacionados con la influencia de la vegetación circundante.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

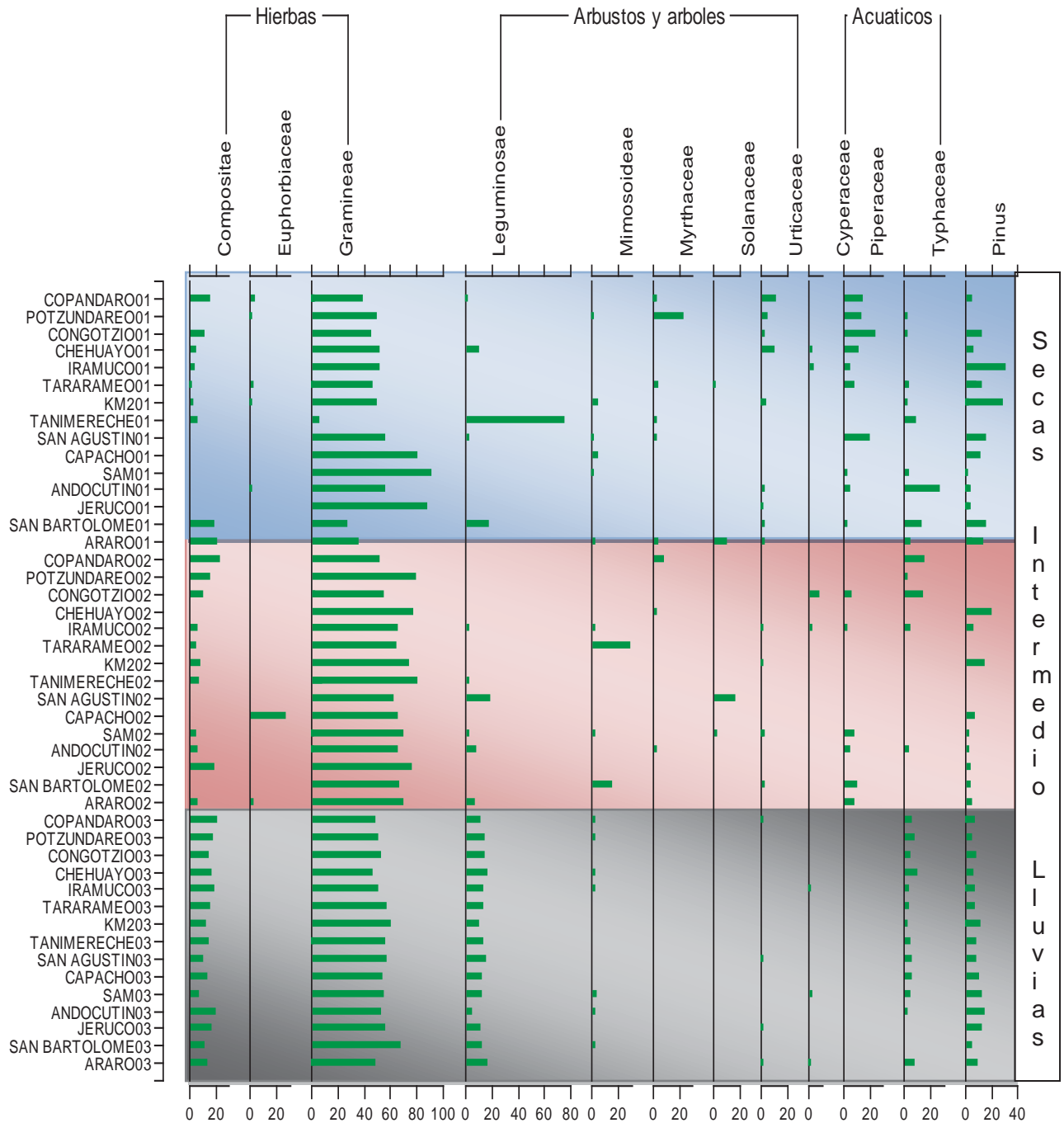


Fig. 4 Diagrama de lluvia de polen porcentual en época de secas, intermedias y lluvias para los 15 sitios de muestreo.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

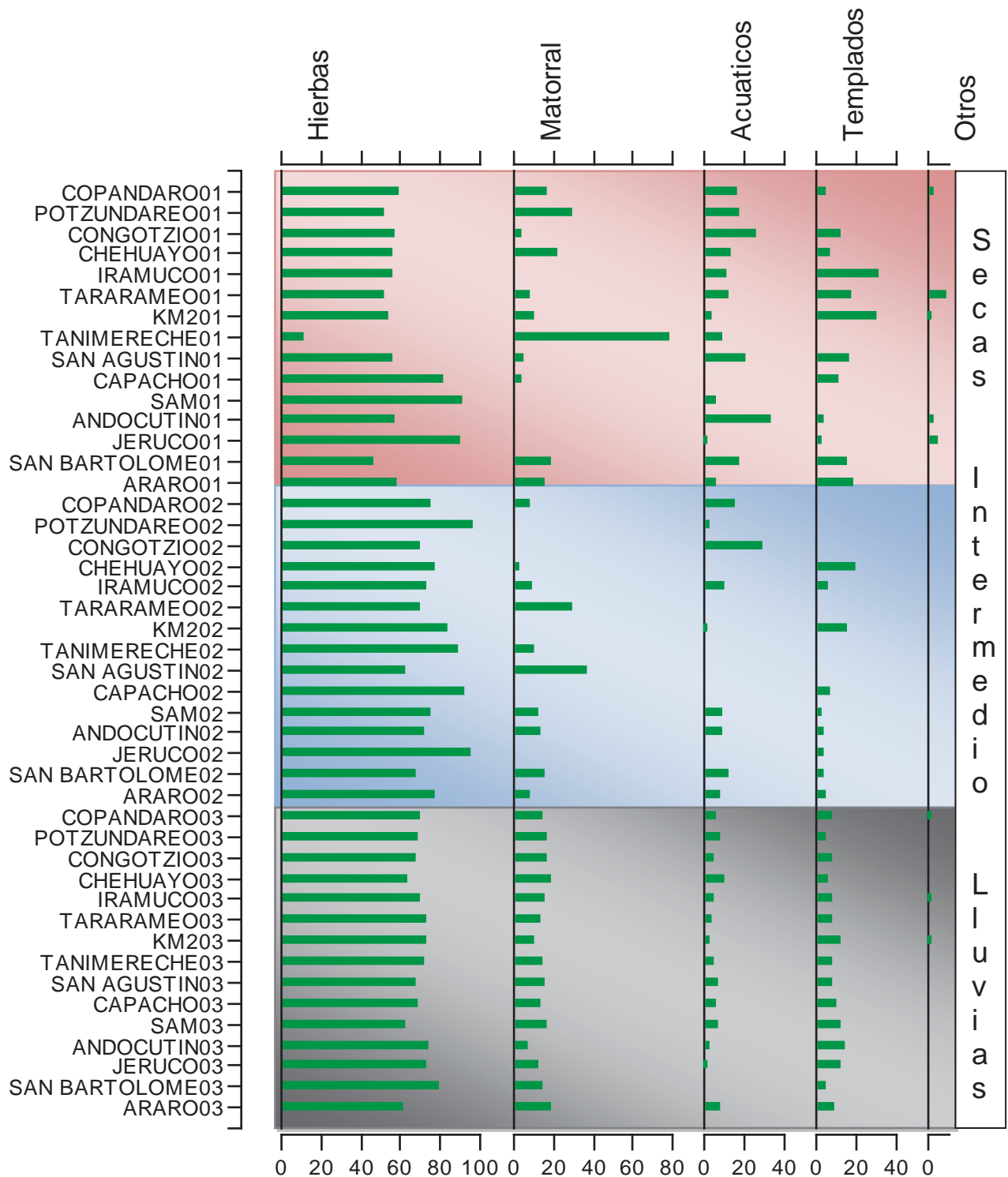


Fig. 5 Diagrama de lluvia de polen porcentual, agrupado para la época de secas, intermedia y lluvias para los 15 sitios de muestreo.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

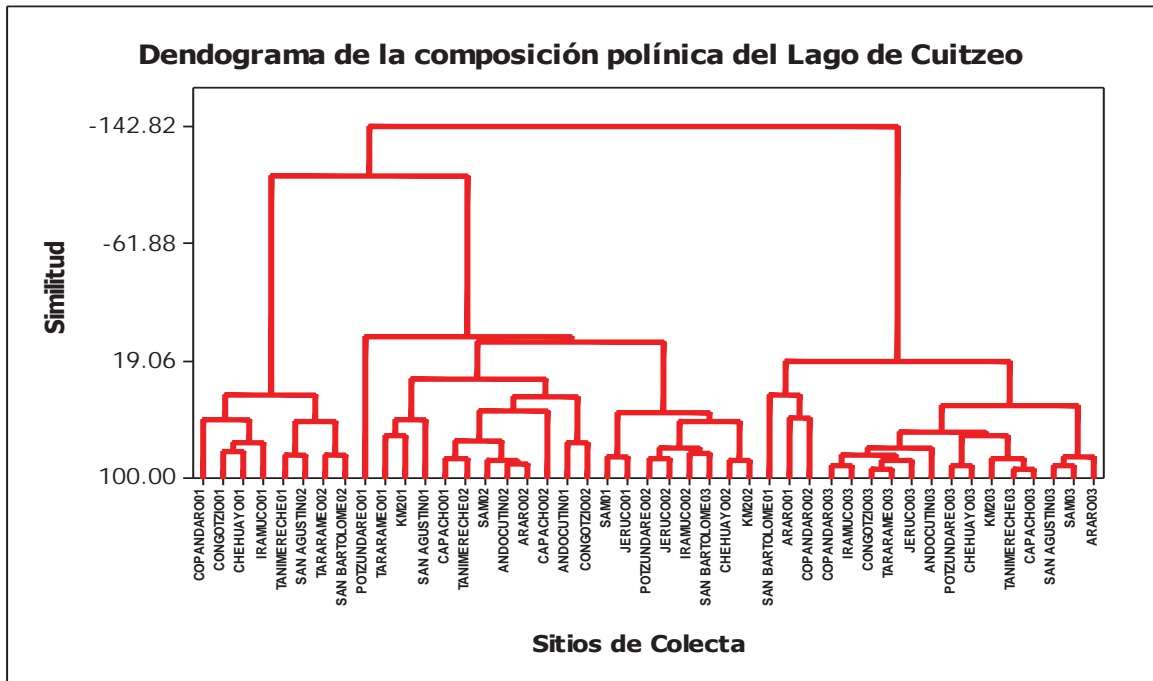


Fig. 6 Dendrograma de la composición polínica del Lago de Cuitzeo.

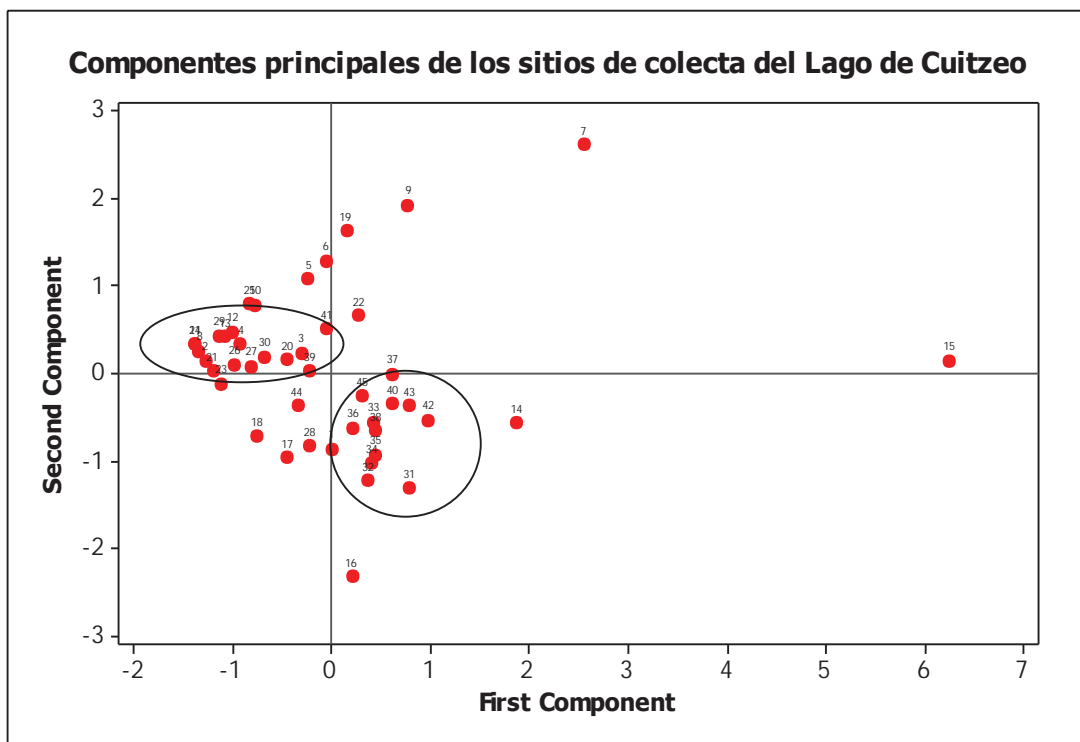


Fig. 7 Análisis de los componentes principales de los sitios de colecta del Lago de Cuitzeo.

## DISCUSIÓN

En este trabajo se observó que la lluvia de polen está directamente relacionada con la vegetación cercana a cada uno de los sitios de colecta (Domínguez-Vázquez, *et al.*, 2004; Weng *et al.*, 2004). Al analizar las muestras obtenidas en la época de secas se observó que las hierbas fueron las mejor representadas, mientras que el matorral, acuáticos y templados tuvieron una menor importancia. El polen de las hierbas dominó debido a que las familias Compositae, Euphorbiaceae y Gramineae son familias que presentan géneros o especies que tienen producciones polínicas a lo largo de todo el año (Islebe *et al.*, 2000; Gosling, 2005).

En cuanto al polen de matorral, se observó mayor diversidad en la familia Leguminosae para la época de lluvias, ya que su producción polínica es principalmente durante esta época, particularmente en el género de las Acacias, mayormente *Acacia farnesiana* y *Acacia pennatula*, (Islebe *et al.*, 2000; Domínguez-Vázquez, *et al.*, 2004) especies predominantes en el Lago de Cuitzeo, por lo tanto esta presente en los 15 sitios de muestreo, esto se debe a que el lago presenta una vegetación de bosque tropical caducifolio, donde dominan las leguminosas, Rzedowski (1987).

El polen de la familia Typhaceae es el que mostro mayor abundancia, a lo largo de todo el año, sin embargo en la época de lluvias se presentó en la mayoría de los sitios, debido a que su producción polínica es principalmente en esta época, Typhaceae esta representada por dos especies en el Lago, *Typha domingensis* y *Typha angustifolia* (Smith, 1987; Lot y Novelo, 1992; Thieret y Luken, 1996). Cyperaceae se observa a lo largo de todo el año, solo para algunos sitios y en proporciones muy bajas, mientras que Piperaceae quien presenta solo un género *Peperomia sp.* (Rzedowski, 1978) presenta una mayor abundancia para la época de secas y no se observa para la época de lluvias,

Para los elementos templados solo obtuvimos el género de *Pinus*, está ausente de la orilla del Lago, sin embargo se encuentra dentro en las zonas altas de la cuenca, la presencia de este género se debe a que es un polen alado y de dispersión anemófila, por lo que se encuentra con gran abundancia a lo largo de todos los sitios de muestreo y en las tres épocas de colecta, con mayor diversidad en la época de lluvias, (Rzedowski, 1978; González-Lozano *et al.*, 1995).

Los resultados de este trabajo nos permiten determinar las relaciones existentes entre el polen encontrado en las muestras de agua en los 15 sitios, con la vegetación que se observa a lo largo de toda la orilla del lago. Nuestros resultados nos indicaron que es posible detectar los cambios en la diversidad y abundancia en relación a los cambios estacionales y a los cambios de producción polínica en la vegetación, lo que concuerda con otros trabajos realizados sobre la lluvia de polen (Domínguez-Vázquez, *et al.*, 2004; Weng *et al.*, 2004; Islebe *et al.*, 2000; Gosling, 2005; Smith, 1987; Lot y Novelo, 1992; Thieret y Luken, 1996; Rzedowski, 1978; González-Lozano *et al.*, 1995).

## CONCLUSIONES

En la lluvia de polen del Lago de Cuitzeo se reconocieron 85 tipos polínicos distintos provenientes de 30 familias, los granos de los generos *Acacia*, *Peperomia*, *Typha* y *Pinus*, así como el de la familia Gramineae se observaron con mayor abundancia y diversidad, ya que estuvieron presentes en los 15 y en las tres temporadas.

El elemento mejor representado fue el de las hierbas, ya que las tres familias que lo conforman presentaron gran abundancia principalmente la familia Gramineae. Los otros elementos matorral, acuáticos y pinus se observaron con menor diversidad y abundancia que las hierbas, sin embargo entre ellos tres se observaron dentro del mismo rango.

Se observó la relación entre el polen encontrado en las muestras, con la vegetación alrededor del lago, lo cual nos muestra que la lluvia de polen sí nos puede dar una representación de la vegetación actual. También pudimos observar que las muestras obtenidas de agua superficial sí mantienen relación con la vegetación del momento.

## LITERATURA CITADA

- Burry, Lidia S., Trivi de Mandri, Matilde E., Palacio, Patricia I. et al. 2001. Relaciones polen-vegetación de algunos taxa de la estepa patagónica (Argentina). *Rev. chil. hist. nat.*, Jun., vol.74, no.2, p. 419-427.
- Barboni, D. y R. Bonnefille. 2001. Precipitation signal in pollen rain from tropical forest, South India. *Review of Paleobotany and Palynology* 114:239-258.
- Carrera E. y G. de la Fuente. 2003. Inventario y Clasificación de Humedales en México Parte I. Ducks Unlimited de México. Garza García, N.L., México. Pp 23-37.
- Colinvaux, P.A., De Oliveira, P.E., Moreno, J.E., 1999. Amazon pollen manual and atlas. Harwood Academic Press, New York.
- C2 data analysis version 1.5.1. (build 1) unlicensed copy; copyright 1991-2007 Steve Juggins.
- Domínguez Vásquez G. y G.A. Islebe, 2008. Protracted drought during the late Holocene in the lacandon rain forest, Mexico. *Veget Hist Archaeobot* 17: 327-333.
- Erdtman, O.S. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms (and Introduction to Palynology). Wiksell Stockholm P.
- Fægri K. & J. Iversen. 1989. Textbook of pollen analysis, 4th ed. The Blackburn Press, Denmark.
- González-Lozano, M.C., L. Salazar Coria y M.C. González Macías, 1995, Pollen rain from the city of Oaxaca, Mexico
- Gosling, W.D., Mayle, F.E., Tate, N.J. and Killeen, T.J. (2005). Modern pollen rain characteristic of tall terra firme evergreen forest, Southern Amazonia. *Quaternary Research*, 64: 284-297. doi 10.1016/j.yqres.2005.08.008
- Huerta B. V. 1990. Estudio florístico del cerro Quinceo, Municipio de Morelia, Mich. México. Tesis profesional. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 79 pp.
- Jackson, S.T. y J.W. Williams. 2004. Modern analogs in quaternary paleoecology: here today, gone yesterday, gone tomorrow. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 32:495-537.
- Israde-Alcántara, I.; V. H. Garduño y R. O. Murillo.2002. Paleoambiente Lacustre del Cuaternario Tardío en el centro del Lago de Cuitzeo. *Hidrobiología*.12: 61-78.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

- Limón, B.A., 1980. Vegetación y lluvia de polen en el cerro Tetepetl. Estado de México. Tesis de licenciatura. Fac. Ciencias UNAM, México. 99 pp.
- Lot, A. y A. Novelo (1992): Afinidades florísticas de las monocotiledoneas acuáticas mesoamericanas. *Tolane Studies in Zoology and Botany, Supplementary Publication No. 1:147-153.*
- Lozano García S. y E. Martínez Hernández. 1990. Palinología de los Tuxtlas: especies arbóreas. Publicaciones Especiales No. 3. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. 61 p.
- Minitab 16.1.0 licensing 16.1.0.0. 2010 minitab Inc. All right reserved.
- Moreno, J. R. y A. N. Retana. 1995. Flora y Vegetación Acuáticas del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*. UNAM. 31:1-17 pp.
- Palacios-Chávez, R., 1991. “lluvia de polen moderno en diferentes hábitats del Valle de México”. *Boletín de la sociedad Botánica de México*, 36: 45-69.
- Palacios Chávez R., B. Ludlow W. y R. Villanueva G. 1991. Flora Palinológica de la Reserva de la Biosfera de SIAN KA’AN, QUINTANA ROO, MÉXICO. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 321 pp.
- Peña, M. 2000. Guía de campo: Aves del Alto de San Miguel. Instituto Mi Río. Medellín.
- Rzedowski, J. y R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9:1–123.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D. F. 432 p.
- Sánchez, S. O. & Islebe, G.. 2000. La selva del noreste del estado de Quintana Roo: distribución y dominancia de especies arbóreas. *Foresta Veracruzana* 1: 11-18
- Smith, S. G. (1987): *Typha*: its taxonomy and ecological significance of hybrids. *Arch. Hydrobiol.*, 27:129-138.
- Tejero-Díez, D., M. Reyes-Salas y E. Martínez-Hernández, 1988. “lluvia de polen moderno en un gradiente altitudinal con vegetación templada en el Municipio de Ocuilán, Edo. Méx.” *Palynologica et Paleobotanica*, 1(1): 61-80.
- Thieret, J. W. y J. O. Luken (1996): *The Thyphaceae* in the Southern in United States. *Harvard Papers in Botany* No.8:27-56.
- Trivi, M.E., S.L. Burry y H.L. D’Antoni, 2006. “Dispersión-depositación del polen actual en Tierra del Fuego, “Argentina”. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77:89-95.
- Weng, C. *et. al.* 2004. An analysis of modern pollen rain on an elevational gradient in southern Peru. *Journal of Tropical Ecology* 20:113-124. Cambridge University Press. United Kingdom.

## **Polen encontrado en las plumas de *G. speciosa* and *G. trichas* para determinar uso de habitat en el Lago de Cuitzeo.**

### **RESUMEN**

El plumaje, debido a su complejidad estructural, puede funcionar como una trampa natural, atrapando los granos en el medio aéreo por contacto directo con las plantas. La utilización de polen como indicador de uso de hábitat es innovador, y puede resultar altamente benéfica para el estudio de la ecología de las especies, toda vez que permitiría, de una manera rápida, establecer una aproximación al uso de recursos de aves. Este método se basa en que la composición característica de polen, pueden variar dependiendo de los grupos de aves, época del año y la zona corporal de contacto. Es posible que este polen se encuentre presente en aves de manera equivalente a su disponibilidad en el ambiente, lo cual puede ser un reflejo de los hábitats utilizados. El desarrollo de estas técnicas es, en potencia, prometedor para estudios ecológicos, pues permitiría, de manera rápida, establecer una aproximación al uso de hábitat, particularmente para especies que son difíciles de observar o marcar, y en investigaciones que requieren de métodos rápidos. El objeto de este estudio es determinar si las técnicas actuales de identificación polínica pueden ser modificadas para determinar las “firmas” de polen, y utilizarlas como una medida de uso de hábitat. El estudio de las especies en peligro de extinción es importante para su conservación, toda vez que provee elementos esenciales para el manejo y por ende, aumenta las posibilidades de éxito en esfuerzos de conservación, (Almazán, 2002). Se trabaja en el Lago de Cuitzeo, Michoacán, se trabaja con dos especies de aves con características contrastantes: *Geothlypis speciosa* (Es una especie endémica y en peligro de extinción; BirdLife International, 2007) y *Geothlypis trichas* (Es una especie migratoria, con poblaciones abundantes y localmente con poblaciones residentes); El tener muestras de ambas especies de la familia *Parulidae* permitirá comparar las firmas de polen en especies similares utilizando el mismo hábitat.

**Palabras clave:** Cuitzeo, *Geothlypis*, polen, uso de hábitat.

## INTRODUCCIÓN

Los estudios de lluvia de polen actual son importantes en diversas ramas de las ciencias biológicas y geológicas (Palacios-Chávez, 1977). La lluvia de polen de un tipo determinado de vegetación consiste de una mezcla de granos de las especies presentes en la comunidad y/o acarreados de lugares aledaños en proporciones que pueden ser o no similares a las de las especies productoras (Tejero-Díez *et.*, 1988).

La familia de los chipes o reinitas (Parulidae) forman parte de una radiación de aves paserinas conocida comúnmente como los oscines (Lovette y Bermingham, 2002); el género *Geothlypis* se encuentra dentro de esta familia (AOU, 1998) y conforma un grupo de aves asociadas a humedales y sitios de drenaje deficiente. México se considera un centro de diferenciación importante ya que del total de nueve especies, seis se encuentran en nuestro país y cuatro de éstas son endémicas, incluyendo a *Geothlypis speciosa*.

Existen pocos estudios ecológicos, biogeográficos y demográficos de las especies endémicas del género *Geothlypis* (Dickerman 1970, Escalante, 1997).

La mascarita transvolcánica, *G. speciosa*, es de peculiar importancia para el estado, ya que en la actualidad se cree que se encuentra distribuida sólo en algunos humedales: laguna de Yuriria (Guanajuato), Lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo (Michoacán) y las Ciénegas del Lerma (Estado de México) (BirdLife International 2006).

La mascarita transvolcánica se encuentra asociada a comunidades de plantas de los géneros *Typha*, *Schoenoplectus* y en menor extensión *Heleocharis* y *Cyperus* (Escalante, 2000; Birdlife, 2003). A estas asociaciones de plantas se les conoce como “tulares”; los tulares se encuentran dentro de la categoría llamada hidrófitas enraizadas emergentes, este tipo de vegetación es uno de los más amenazados de México (Lot y Novelo, 1988; Rzedowski, 2006).

De acuerdo con Pérez-Arteaga *et al.*, (2005) el Lago de Cuitzeo es considerado como un sitio prioritario para la conservación de aves silvestres en México, ya que satisface los requerimientos esenciales de aves acuáticas. Además, se le considera como un humedal de importancia internacional Ramsar para la conservación de la diversidad biológica (Rendón-López *et al.*, 2005).

El conocimiento del uso de hábitat resulta de interés en la conservación de especies y espacios naturales, siendo así una herramienta fundamental a la hora de planificar la regeneración de los distintos hábitats (e.g. Paracuellos 1997, 2006, Poulin *et al.* 2002).

La utilización de polen como indicador de uso de hábitat, puede resultar altamente benéfica para el estudio de la ecología de las especies, en particular para las aves acuáticas ya que son especies difíciles de observar o de marcar, y ayudaría para aquellos estudios que requieren de una metodología rápida ya que permitiría, establecer una aproximación al uso de recursos. Este método se basa en que la composición característica de polen, puede variar dependiendo de la época del año, del hábitat que las especies de estudio estén utilizando y la zona corporal de contacto.

Con la finalidad de desarrollar una técnica alternativa para estudiar de manera indirecta el uso de hábitat a los métodos ecológicos tradicionales, se plantea utilizar técnicas polínicas actuales que puedan ser aplicadas para determinar la composición de polen presentes en las plumas de las aves, como una medida de uso de hábitat.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El lago de Cuitzeo se localiza 34 km al norte de Morelia, Michoacán, situado entre las coordenadas extremas 19°53' 15" y 20°04' 34" N y 100°50' 20" y 101°19' 15" W (Israde-Alcántara *et al.*, 2002). Con una altitud promedio de 1820 msnm. Es considerado uno de los más extensos de México, superado en extensión solamente por el lago de Chapala (de la Fuente 2003).

## **Vegetación**

De acuerdo con Moreno y Retana (1995), la vegetación acuática nativa del lago, está constituida por: Hidrófitas con diferentes requerimientos ecológicos que van desde las enraizadas y las libremente nadadoras, entre las primeras tenemos a las que son emergentes como: *Typha dominguensis*, *Schoenoplectus validus*, *S. americanus*, *S. californicus*, *Phragmites australis* y *Eleocharis sp.* Y las sumergidas como: *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris*, *Najas guadalupensis* y *Ceratophyllum demersum*.

Entre las libre nadadoras se encuentran: *Lemna aequinoctialis*, *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza* y *Wolffiella lingulata*, *Nymphaea gracilis*, *Nymphoides fallax* y *Marsilea mollis*.

En las zonas colindantes del lago de Cuitzeo se encuentra un bosque tropical caducifolio, matorral subtropical y en las tierras altas se encuentra un bosque templado.

### **Matorral subtropical y bosque tropical caducifolio.**

El matorral subtropical, según Rzedowski y McVaugh (1966), es una comunidad más o menos abierta, su distribución altitudinal varía de 1800 a 2300 m. en la que dominan arbustos altos o arboles pequeños de 3 a 5 m. es común encontrar elementos pertenecientes al bosque tropical caducifolio, de entre los cuales destacan componentes arbóreos como: *Acacia farnesiana*, *Acacia angustissima*, *Bursera cuneata*, *Bursera fagaroides*, *Casimiroa edulis*, *Cedrela dugesii*, *Erythrina coralloides*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ipomoea murucoides*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Morus celtidifolia*, *Quercus deserticola* y *Yucca filifera* (Huerta 1990).

Estrechamente ligado a este matorral se encuentran manchones de Bosque tropical caducifolio, que en general es una comunidad más alta y más densa que el matorral, cuyos elementos permanecen sin hojas la temporada seca del año. Las especies dominantes son *Bursera pinnata*, *Bursera fagaroides*, *Bursera*

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

*cuneata*, *Ipomea murucoides*, *Pithecellobium leptophyllum*, *Ceiba aesculifolia*, en el estrato arbóreo, mientras que en el arbustivo es común encontrar *Calliandra grandiflora*, *Acacia farnesiana*, *Desmodium pringlei* y *Opuntia ssp.*, entre otras.

### Bosque de pino.

Este tipo de vegetación se presenta en forma discontinua en altitudes de 2100 hasta 2700m, a lo largo de la porción montañosa que corre desde la zona de Los Azufres, en el extremo este-sureste de la cuenca, siguiendo una dirección noroeste-sureste hasta donde se encuentran los cerros El Burro, El Frijol y Las Nieves. Las especies de pino de más amplia distribución en el área son: *Pinus leiophylla*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus devoniana*, *Pinus michoacana*, seguidos de *Pinus lawsonii*, *Pinus teocote* y *Pinus rudis*.

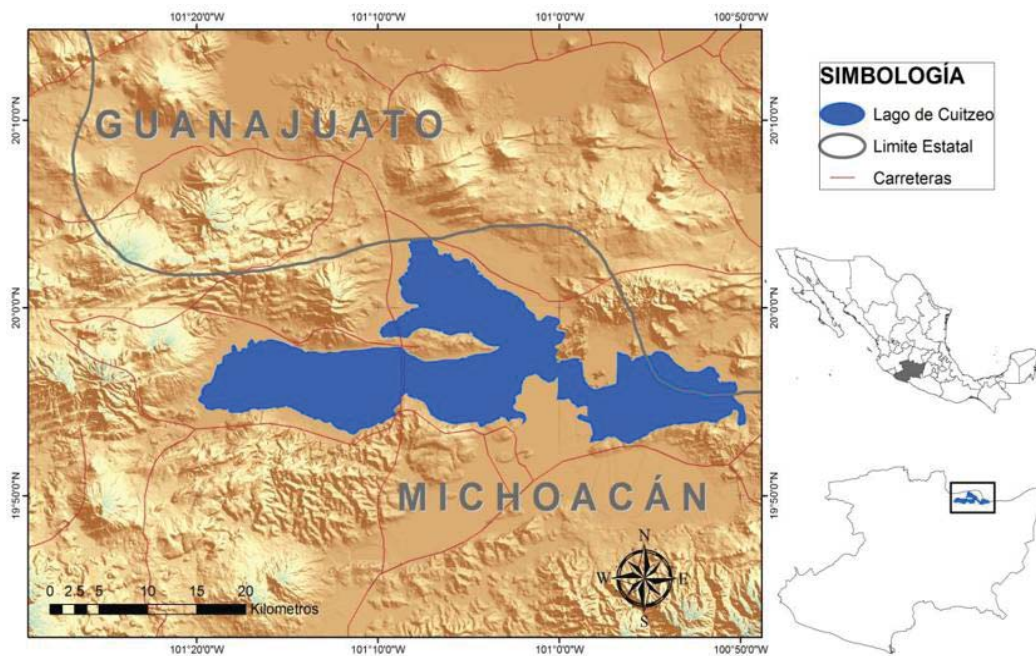


Fig. 8 Mapa del Lago de Cuitzeo.

### SITIOS DE CAPTURA DE AVES

Cehuayo se localiza al sureste del Lago de Cuitzeo entre los N19°56'182'' W101°05'747'' y una altura de 1759 msnm. Sitio 1: 19°56'42.26'' N 101°3'12.00'' O Sitio 2: 19°55'40.15'' N 101°3'21.53'' O Sitio 3: 19°54'58.41'' N 101°3'19.15'' O.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

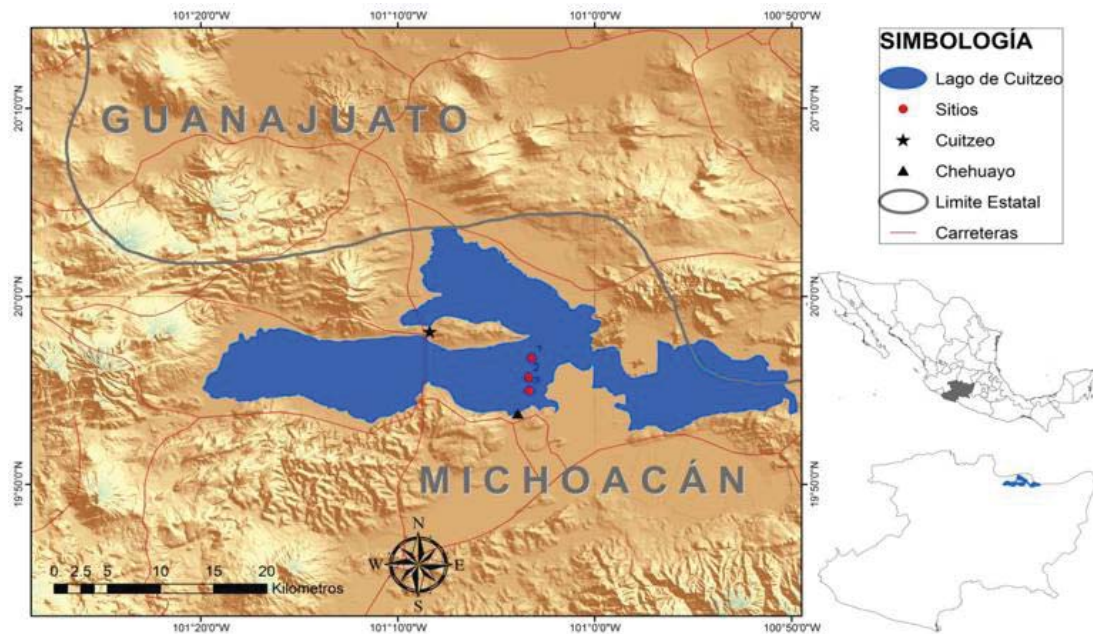


Fig. 9 Mapas de los sitios de Colecta de Aves.

## MÉTODOS DE CAPTURA

Para capturar las aves, se utilizaron redes de niebla de 12 x 2.4m, con luz de malla de 36mm. Las redes se colocaron antes del amanecer y se cerraron cuatro horas después (Bibby et al., 2000). La colecta de las aves se realizó a lo largo de todo un año entre el mes de Julio de 2009 y el mes de Junio de 2010. Todos los animales fueron manipulados y procesados conforme a lineamientos establecidos de bienestar animal (Redfern y Clark, 2001). Las muestras de plumas fueron colocadas en bolsas de papel encerado, al momento de ser cortadas se etiquetaron y fueron llevadas al Laboratorio de cuencas lacustres del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, en donde se realizó la técnica de la Acetólisis. Ningún animal fue sacrificado, todos fueron liberados después de procesados. Se extrajeron, además, muestras de tejido (sangre y/o plumas) para ser depositadas en el banco genómico del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB) de la Universidad Michoacana para su almacenaje y posterior análisis.

A todos los individuos de las especies: *Geothlypis trichas* y *Geothlypis speciosa*, que fueron capturados, se les tomó muestras de polen.

## **TÉCNICA DE ACETOLÍISIS**

Se utilizó la técnica de acetólisis (Erdtman, 1952) para extraer los granos de polen y las esporas atrapadas en las plumas. La función de la acetólisis es disolver la celulosa y hemicelulosa, la técnica incluye baño en ácido clorhídrico para disolver las cápsulas de *Lycopodium*, el KOH se utiliza para eliminar el exceso de materia orgánica, blanquear y limpiar el polen y las esporas que se van a estudiar, permite examinar más fácilmente aspectos de los patrones de aperturas y exina, una vez preparadas las muestras se les agregó dos gotas de colorante rojo carmín para una mejor visualización y unas gotas de glicerina para mantener la muestra con mejor movimiento al momento de observar al microscopio, las laminillas se observaron con un microscopio óptico Carl Zeiss con un aumento de 40X. En cada muestra se efectuó un conteo de 300 granos, ya que este es un valor representativo para la realización de los estadísticos posteriores.

La determinación de los granos de polen se llevó a cabo utilizando la colección de referencia preparada ex profeso para éste trabajo, además de manuales y catálogos polínicos como: Colinvaux *et al.*, (1999), Lozano y Martínez (1990), Palacios *et al.*, (1991).

Los diagramas polínicos fueron elaborados utilizando C2 (Juggins, 1992). Los análisis estadísticos fueron realizados usando SPSS vers.17 y Kaleydagraph vers.7.

## RESULTADOS

Se capturaron 67 individuos provenientes de las dos especies, 27 individuos de *Geothlypis speciosa* y 40 individuos de *Geothlypis trichas*, estos fueron capturados dentro de los tres sitios y a lo largo de todo el año a partir de Agosto 2009 hasta Julio 2010. Dentro del sitio uno se capturaron 21 individuos de los cuales 2 fueron hembras y 5 machos de *Geothlypis speciosa* y 5 hembras y 11 machos de *Geothlypis trichas*; para el sitio dos se capturaron 6 hembras y 7 machos *Geothlypis speciosa* y 4 hembras y 9 machos de *Geothlypis trichas*; para el sitio tres se capturaron 1 hembra y 6 machos de *Geothlypis speciosa* y 11 machos de *Geothlypis trichas*. El sitio más representativo fue el sitio dos, ya que este presentó el mayor número de individuos, y fue el más homogéneo ya que de sus 24 capturas la mitad fue de *G. speciosa* y la mitad de *G. trichas*; sin embargo el sitio con mayor número de capturas de *G. trichas* fue el sitio uno. El sitio tres fue el menos homogéneo ya que no presentó ningún individuo hembra de *G. trichas* y a su vez fue el sitio que presentó mayor número de individuos machos de *G. trichas* (Fig. 10).

Se reconocieron 76 tipos polínicos provenientes de 23 familias. También se observó que los elementos herbáceos son los más abundantes a lo largo de todo el año en los tres sitios, principalmente la familia Gramineae ya que presenta la mayor abundancia, sin embargo las familias Compositae y Euphorbiaceae también son representativas al encontrarse en la mayoría de los individuos. Los elementos acuáticos también presentaron altas proporciones principalmente las familias Araceae y Piperaceae (*Peperomia*), ya que presentan porcentajes altos a lo largo de todo el año, aun que no estén presentes en todos los individuos (Fig. 10).

Se observó que el grupo de las hierbas está presente a lo largo de todo el año, sin embargo a partir de la época de lluvias en el mes de Julio se presentó un crecimiento mayor al 80%, el cual se mantuvo hasta el mes de Octubre, donde se observó una menor abundancia. El grupo de las Acuáticas presentó un crecimiento del 60% a partir del mes de Enero lo que representa la época de

secas y se observó como desaparecen completamente para la época de lluvias, reintegrándose nuevamente a finales de la época de lluvias (Fig. 11). El grupo de los leñosos se mantuvo a lo largo de todo el año en bajos porcentajes, aun que para el mes de Noviembre se observó un ligero crecimiento; para el grupo de los templados se observó un pequeño crecimiento a partir del mes de Marzo hasta Mayo y otro para los meses de Noviembre y Diciembre (Fig. 11).

La abundancia de polen estuvo relacionada directamente con la fenología de la vegetación, por lo que el mes con mayor cantidad de granos de polen fue Febrero seguido por el mes de Mayo con un número aproximado de 1000 a 1100 granos, también pudimos observar que Septiembre y Octubre son meses que presentaron gran cantidad de Gramineae con un porcentaje mayor al 80%, sin embargo en todo el año hay presencia de esta familia, la familia Compositae también se encontró presente en la mayoría de los meses, sin embargo sus porcentajes más altos se presentaron durante la época de lluvias y principios de la época intermedia. Algunos meses dentro de la temporada intermedia y de secas, presentan porcentajes aproximadamente de un (30%) de Araceae y *Peperomia*, sin embargo los elementos acuáticos estuvieron ausentes durante los meses de lluvias (Fig. 12).

De manera general la cantidad de polen encontrado en ambas especies es muy heterogéneo, implicando tendencias en el comportamiento de ambas especies. En la Fig. 13 observamos que los elementos herbáceos son mejor representados por la familia de las Gramineae, ya que estuvo presente en las dos especies con porcentajes mayores al 20%; sin embargo *Geothlypis speciosa* macho, presentó el mayor porcentaje para esta familia con un valor aproximado al (40%); sin embargo presentó el menor número de granos totales. *Geothlypis speciosa* hembra a pesar de no tener el porcentaje más alto en las hierbas, si lo presentó para Araceae y *Peperomia*; también presentó polen de 17 familias, por lo que presentó la mayor diversidad de polen (Fig. 13).

En *G. speciosa* se observaron 18 taxa agrupados en tres categorías, de las cuales los elementos herbáceos fueron los mejor representados, de los cuales la familia Gramineae tuvo las proporciones más altas, tanto para hembras como para machos, presentando valores casi del 100% en la época de lluvias. También se observó que las familias: Compositae, Araceae, Piperaceae (*Peperomia*) y Typhaceae, presentaron valores arriba del 20%; Euphorbiaceae, Araceae y *Peperomia* presentaron una marcada estacionalidad, debido a que alcanzaron su mayor proporción en la época de secas y desaparecieron totalmente en época de lluvias (Fig. 14).

*G. trichas* sigue un comportamiento similar a la de *G. speciosa*, observándose una dominancia de la familia Gramineae, y con valores mayores a 70% para la época de lluvias, tanto en hembras como en machos. Compositae, Araceae y *Peperomia*, presentan valores mayores al 30%; Compositae, Gramineae, Araceae y *Peperomia* mantienen una marcada estacionalidad para la época de lluvias; la familia Leguminosae se encontró presente a lo largo de todo el año aunque con porcentajes bajos al igual que Boraginaceae (Fig. 15).

Se observó que *G. speciosa* y *G. trichas*, presentan un uso diferencial del hábitat. En la mayoría de los meses las acuáticas y las hierbas, se encontraron en proporciones similares en ambas especies, principalmente durante Mayo y Junio. Para los meses de Mayo y Noviembre el uso de hábitat está claramente dirigido hacia las hierbas, mientras que las acuáticas fueron más utilizadas por *G. trichas* durante Febrero (Fig. 16).

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuiztzo”.

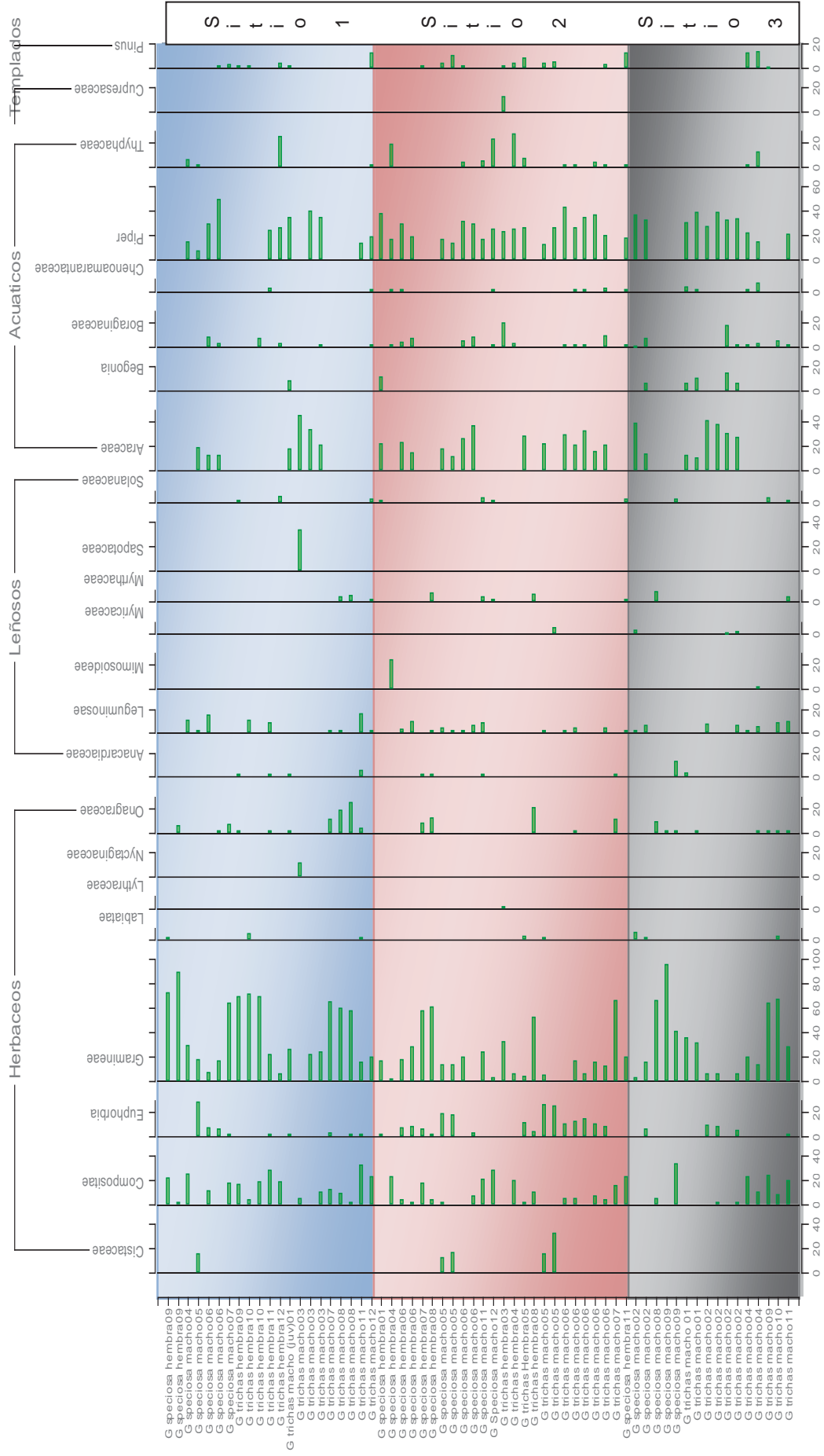


Fig. 10 Diagrama de lluvia de polen actual en presente en las plumas de las aves a lo largo de todo el año en los tres sitios de colecta.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

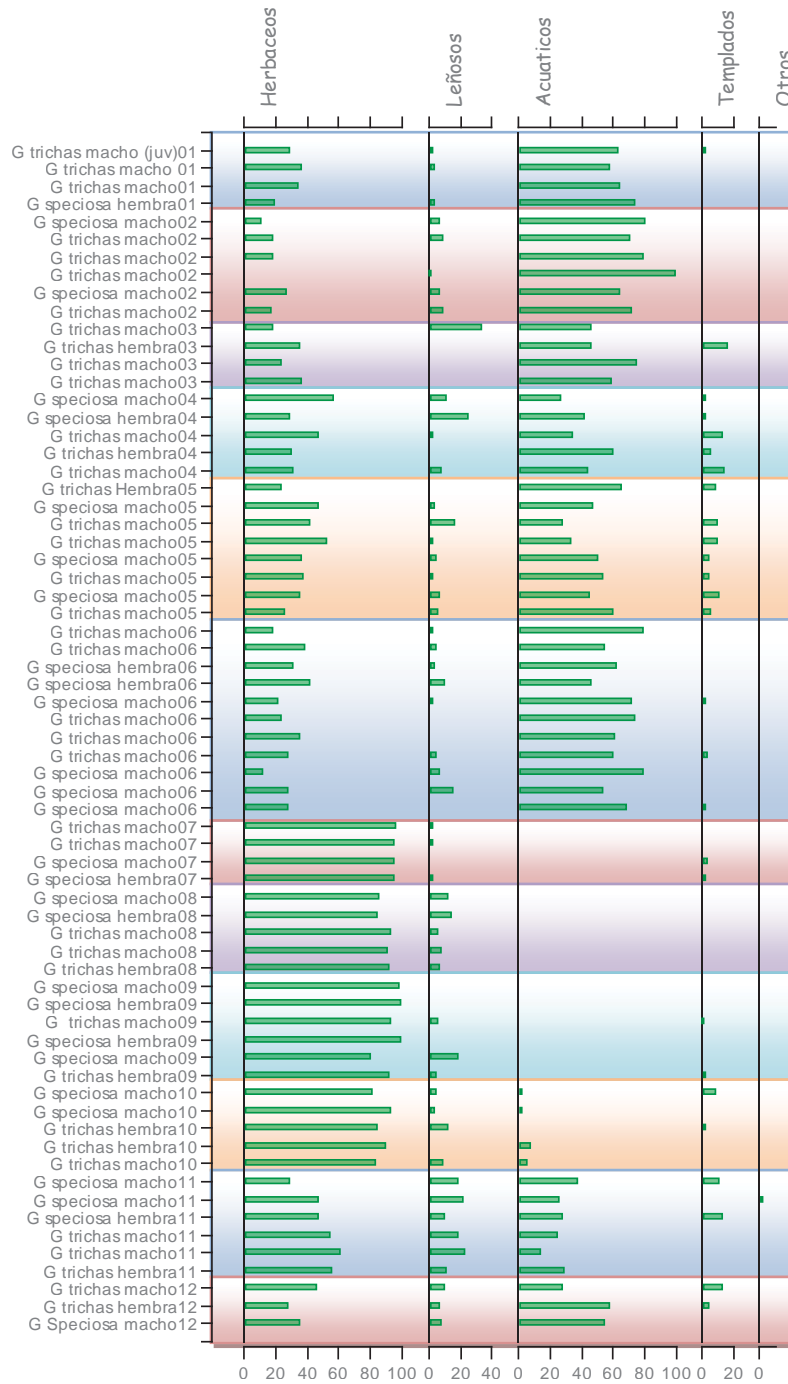


Fig. 11 Diagrama de lluvia de polen actual presente en las plumas de las aves agrupado a lo largo de todo el año.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

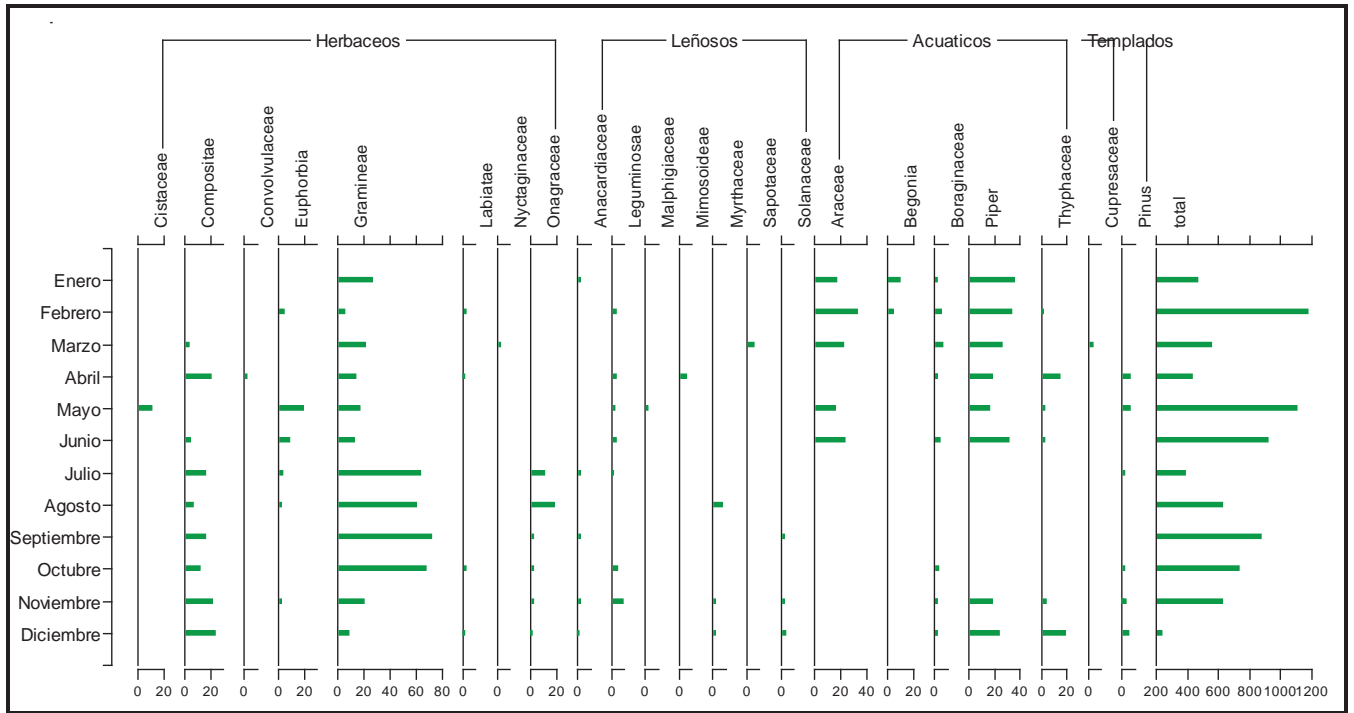


Fig. 12 Diagrama de lluvia de polen proveniente de las plumas de las dos especies *G. speciosa* y *G. trichas*. Agrupado en meses.

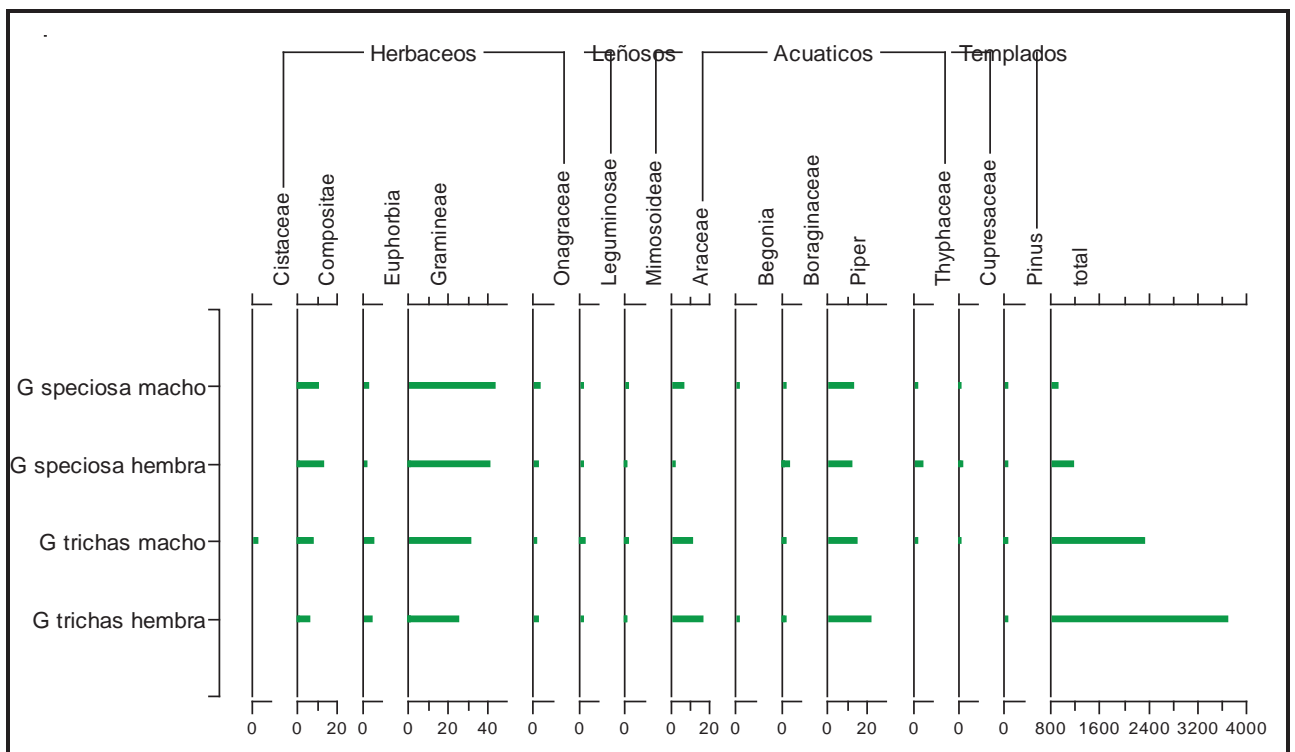


Fig. 13 Diagrama de lluvia de polen proveniente de las plumas de las dos especies *G. speciosa* y *G. trichas*.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

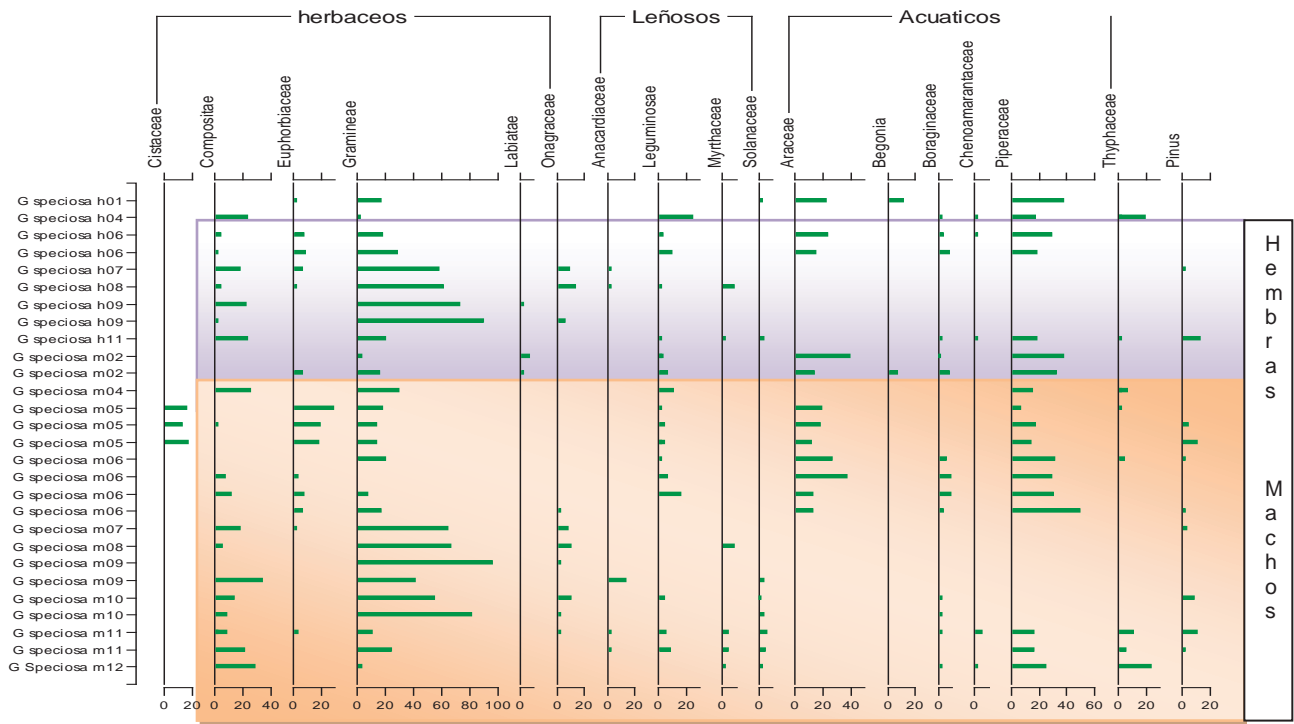


Fig. 14 Diagrama de lluvia de polen encontrada en las plumas de las aves de *Geothlypis speciosa*.

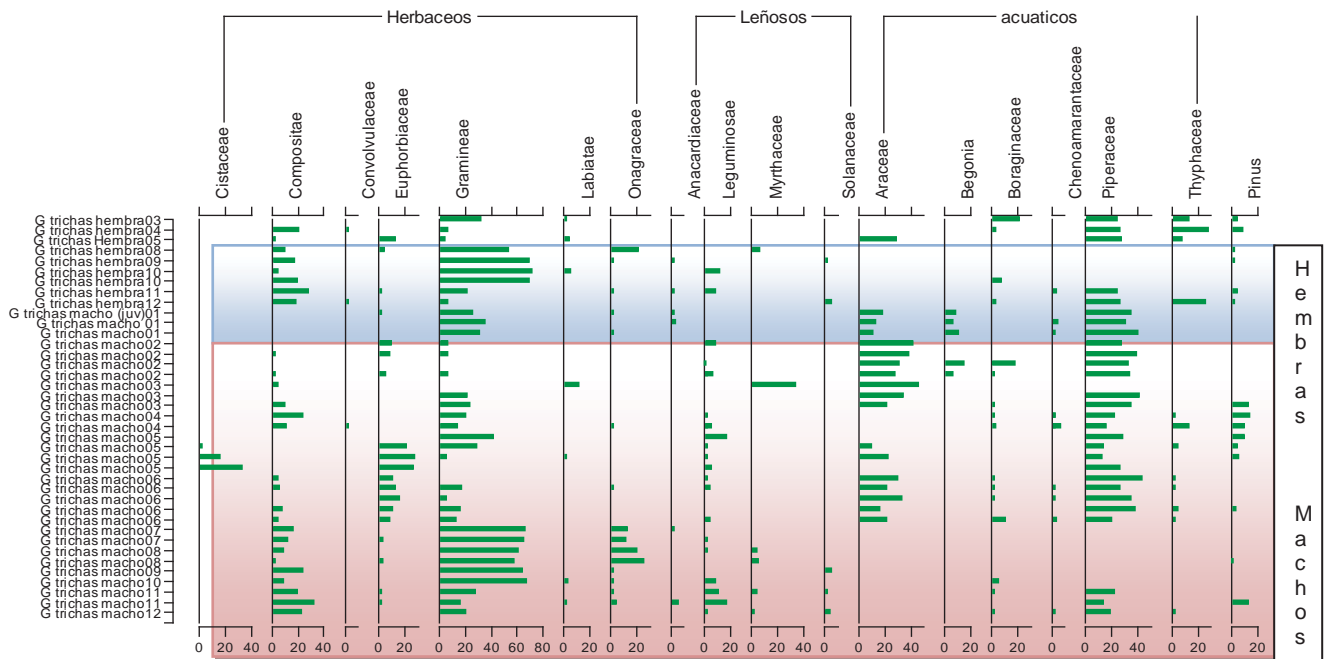


Fig. 15 Diagrama resumen de lluvia de polen proveniente de las plumas de la especie *Geothlypis trichas* durante todo el año.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

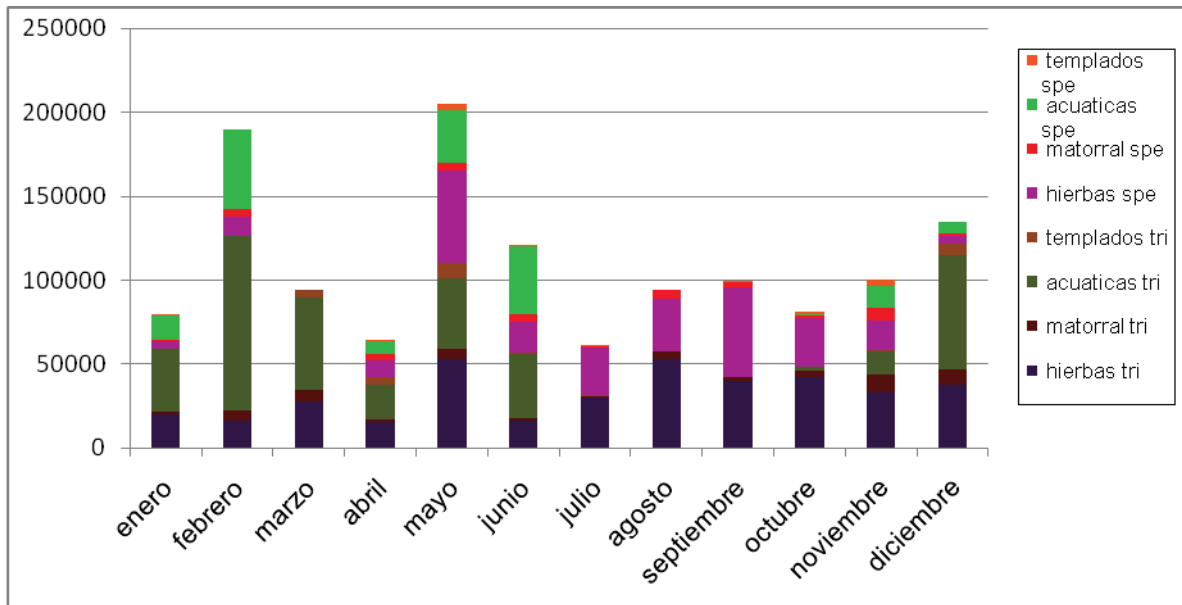


Fig. 16 Diagrama de uso de hábitat de las dos especies, a lo largo de todo el año.

## DISCUSIÓN

La mayor proporción de aves capturadas ocurrió en el mes de Febrero, seguido del mes de Mayo, Dickerman 1970, Escalante, 1997; Howell y Webb (1995), sin embargo un mayor número de capturas de aves no significó una mayor proporción de polen.

En este trabajo se observó que existe una marcada relación entre las aves, la variación estacional y la vegetación de los tres sitios de colecta. Observándose que el polen encontrado en las plumas va cambiando conforme a los cambios estacionales, y a los ciclos de producción polínica de la vegetación (Domínguez-Vázquez, *et al.*, 2004; Weng *et al.*, 2004; Islebe *et al.*, 2000; Gosling, 2005). Se encontró variación en la abundancia, sin embargo algunas familias presentaron mayor abundancia en determinados sitios, como Leguminosae, la cual fue más abundante en el sitio uno; a su vez algunas familias como Nyctaginaceae y Sapotaceae solo se presentan para este sitio, lo cual puede estar relacionado con la estructura de la vegetación.

Los elementos herbáceos y acuáticos presentaron una marcada estacionalidad, a pesar de presentarse durante todo el año, se observó que las hierbas presentaron mayor abundancia en la época de lluvias y los acuáticos durante la época de secas, los elementos templados mantuvieron bajos porcentajes aunque se presentaron todo el año, lo cual puede estar ligado al lugar de producción (Chang Martínez 2008, Domínguez-Vázquez, *et al.*, 2004; Weng *et al.*, 2004).

*Geothlypis trichas* hembra es la que presentó mayor número de granos de polen en sus plumas de los elementos acuáticos, al contrario de *Geothlypis speciosa* macho, que presenta los porcentajes más altos de elementos herbáceos casi del 50%, lo cual puede estar relacionado con las actividades que realizan tanto machos como hembras en el área por lo que podíamos inferir que los machos podrían estar desplazándose fuera de los tulares mientras que las hembras se mantienen dentro de estos (Pérez Arteaga com. pers.).

El plumaje de las aves representa de manera eficiente las variaciones estacionales en la composición polínica del ambiente, debido a que por sus hábitos de limpieza el polen que es atrapado en las plumas va a ser conservado en éstas por poco tiempo. Esta característica de las aves, que puede limitar las aplicaciones del trabajo, debido al polen que es desprendido constantemente por la limpieza, nos proporciona la ventaja de saber que el polen encontrado en las plumas es reciente, lo que nos proporcionaría la variación estacional del polen.

*G. speciosa* y *G. trichas* presentan de manera general similitudes en el uso de hábitat, sin embargo, pudimos observar que si tienen un uso de hábitat diferencial, lo cual se ha encontrado en otros Paseriformes (e.g. Paracuellos 1997, 2006, Poulin *et al.* 2002), por lo que los diferentes tipos de vegetación pueden considerarse como hábitats. (Cody 1974).

## **CONCLUSIONES**

Existe una relación estrecha entre la vegetación y el polen encontrado en las plumas de las aves, reflejando con exactitud los cambios en la composición polínica local.

No existen diferencias significativas en la composición polínica entre las especies pero si entre machos y hembras, lo que podría indicarnos de que los machos de ambas especies tienen mayor movimiento fuera de los tulares.

Se observó un uso de hábitat diferencial entre las dos especies, y se observó que las acuáticas son el micro-hábitat preferente para los meses de secas y las hierbas para los meses de lluvias.

## LITERATURA CITADA

- Almazán, G. D. 2002. Alimentación de crías de manatíes *Trichechus manatus manatus* en cautiverio del Acuario de Veracruz, A.C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 85pp.
- AOU. 1998. Check list of North American Birds. 7ª Ed. American Ornithologists' Union. Lawrence KA.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill y S. Mustoe. 2000. Bird census techniques, segunda edición. Academic, London. 350 p.
- BirdLife International 2003. BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Available: <<http://www.birdlife.org>>.
- BirdLife International. 2006. Black-polled Yellowthroat. <http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html?action=SpcHTMDetails.asp&sid=9142&m=0>.
- BirdLife International. 2007. Species factsheet: *Geothlypis speciosa*. <<http://www.birdlife.org>>
- Carrera E. y G. de la Fuente. 2003. Inventario y Clasificación de Humedales en México Parte I. Ducks Unlimited de México. Garza García, N.L., México. Pp 23-37.
- Cody, M. L. 1974. Competition and the structure of bird communities. Princeton University, Princeton, Nueva Jersey, EEUU.
- Colinvaux, P.A., De Oliveira, P.E., Moreno, J.E., 1999. Amazon pollen manual and atlas. Harwood Academic Press, New York
- C2 data analysis version 1.5.1. (build 1) unlicensed copy; copyright 1991-2007 Steve Juggins.
- Dickerman, R. W. 1970. A systematic revision of *Geothlypis speciosa* the black-polled yellowthroat. *The Condor*. 72: 95-98.
- Domínguez Vásquez G. y G.A. Islebe, 2008. Protracted drought during the late Holocene in the lacandon rain forest, Mexico. *Veget Hist Archaeobot* 17: 327-333.
- Erdtman, O.S. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms (and Introduction to Palinology). Wiksell Stockholm P.
- Escalante P. P. 1997. Estructura genética poblacional de las especies de Tapajitos (Aves Parulinae: *Geothlypis*) que ocurren en los humedales: Uno de los hábitats más amenazados de México. <<http://www.conabio.gob.mx>>

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

- Escalante P. P. 2000. Mascarita transvolcánica. En: Ceballos G., L. Márquez V. (Coord.). 2000. Las aves de México en peligro de Extinción. Instituto de Ecología. UNAM. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 306-307.
- Gosling, W.D., Mayle, F.E., Tate, N.J. and Killeen, T.J. (2005). Modern pollen rain characteristic of tall terra firme evergreen forest, Southern Amazonia. *Quaternary Research*, 64: 284-297. doi 10.1016/j.yqres.2005.08.008
- Howell S.N.G. y S. Webb.1995. A guide to the birds of Mexico and Central America. Oxford University Press, New York, EUA. 855 pp.
- Huerta B. V. 1990. Estudio florístico del cerro Quinceo, Municipio de Morelia, Mich. México. Tesis profesional. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 79 pp.
- Sánchez, S. O.& Islebe, G.. 2000. La selva del noreste del estado de Quintana Roo: distribución y dominancia de especies arbóreas. *Foresta Veracruzana* 1: 11-18
- Israde-Alcántara, I.; V. H. Garduño y R. O. Murillo.2002. Paleoambiente Lacustre del Cuaternario Tardío en el centro del Lago de Cuitzeo. *Hidrobiologica*.12: 61-78.
- Lot., A. Novelo. 1988. Vegetación y flora acuática del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Southwestern Naturalist*. 33(2): 167-175.
- Lozano García S. y E. Martínez Hernández. 1990. Palinología de los Tuxtlas: especies arbóreas. *Publicaciones Especiales No. 3*. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. 61 p.
- Moreno, J. R. y A. N. Retana. 1995. Flora y Vegetación Acuáticas del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*. UNAM. 31:1-17 pp
- Redfern, C.P.F. y J.A. Clark. 2001. *Ringer's Manual*. British Trust o Ornithology. London, UK.
- Rzedowski, J. y R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9:1-123.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Rendón-López M. B., A. Chacon T., G. Lariza-Ayala., G. Ruiz-Sevilla. 2005. Ficha informativa de los humedales del Lago de Cuitzeo. <<http://ramsar.wetlands.org/Database/Searchforsites/tabid/765/Default.aspx>>
- Palacios Chávez R., B. Ludlow W. y R. Villanueva G. 1991. Flora Palinológica de la Reserva de la Biosfera de SIAN KA'AN, QUINTANA ROO, MÉXICO. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 321 pp.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

Paracuellos, M. 1997. Análisis comparativo entre las comunidades de passeriformes de cañaverales y carrizales en el sureste ibérico. *Ardeola* 44:105–108

Pérez-Arteaga, J.A., S.F. Jackson, E. Carrera y K.J. Gaston. 2005. Priority sites for wildfowl conservation in Mexico. *Animal conservation*. 8:41-50.

Poulin, B., Lefebvre, G. & Mauchamp, A. 2002. Habitat requirements of passerines and reedbed management in southern France. *Biol. Cons.* 107:315–325.

Tejero-Díez, D., M. Reyes-Salas y E. Martínez-Hernández, 1988. “Lluvia de polen modern en un gradient altitudinal con vegetación templada en el Municipio de Ocuilán, Edo. Méx.” *Palynologica et Paleobotanica*, 1(1): 61-80.

Weng, C. et. al. 2004. An analysis of modern pollen rain on an elevational gradient in southern Peru. *Journal of Tropical Ecology* 20:113-124. Cambridge University Press. United Kingdom.

## DISCUSIÓN

Se observó una gran relación entre la vegetación y el polen presente en las plumas de las aves, y los tres sitios de colecta, lo que nos indicó que el polen de las plumas varían acorde a los cambios estacionales de la vegetación y a los ciclos de producción polínica en el Lago de Cuitzeo (Domínguez-Vázquez, *et al.*, 2004; Weng *et al.*, 2004; Islebe *et al.*, 2000; Gosling, 2005). Esto fue de gran ayuda al momento de determinar el uso de hábitat que tienen estas, y a su vez nos permitió poder marcar los diferentes hábitats que las aves están utilizando.

*Geothlypis trichas* hembra presentó mayor número de granos de polen de los elementos acuáticos, al contrario de *Geothlypis speciosa* macho, que presentó los porcentajes más altos en las hierbas casi del 50%, además esta especie fue la que presentó menor número de granos de polen totales.

Dado que algunos autores (e.g. Paracuellos 1997, 2006, Poulin *et al.* 2002), mencionan que los diferentes tipos de vegetación pueden considerarse como diferentes hábitats, por lo que la definición de este término puede ser controversial, sin embargo en este trabajo se considera como hábitat los diferentes tipo de vegetación como hábitats distintos. se observó un uso de hábitat diferencial entre las especies, a lo largo de todo el año de muestreo, con lo que pudimos observar que las acuáticas son el micro-hábitat preferente para los meses de secas y las hierbas para los meses de lluvias, para ambas especies, sin embargo *G. speciosa* utiliza de manera similar ambos micro-hábitats (Cody 1974).

Los elementos herbáceos y acuáticos presentaron una estacionalidad muy marcada, ya que a pesar de presentarse todo el año, estos elementos presentaron una abundancia mayor en la época de lluvias y los acuáticos en época de secas (Domínguez-Vázquez, *et al.*, 2004; Weng *et al.*, 2004). También la familia Typhaceae mostro gran abundancia, a lo largo de todo el año, pero para la época de lluvias se presento en la mayoría de los sitios, (Smith, 1987; Lot y Novelo, 1992; Thieret y Luken, 1996).

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

Pinus fue el único género que no se presenta a la orilla del Lago, sin embargo si se encuentra dentro de la cuenca, se encontró con gran abundancia a lo largo de todos los sitios de muestreo y en las tres épocas de colecta, con mayor abundancia en la época de lluvias (Rzedowski 1978; González-Lozano *et al.*, 1995).

## CONCLUSIONES

Se reconocieron 85 tipos polínicos distintos provenientes de 30 familias, en la lluvia de polen del Lago de Cuitzeo, el polen de los generos *Acacia*, *Peperomia*, *Typha* y *Pinus*, así como el de la familia Gramineae se observaron con mayor abundancia y diversidad, ya que estuvieron presentes en los 15 y en las tres temporadas.

Se observó que el polen encontrado en las muestras de las colectas de agua coincide con la vegetación alrededor del lago, lo cual nos mostró que la lluvia de polen puede darnos una representación de acuerdo con los cambios estacionales y la producción polínica de la vegetación; así como también se observó una estrecha relación entre la vegetación y el polen encontrado en las plumas de las aves. Se observó que los meses con mayor abundancia de aves fueron Febrero y Mayo, de acuerdo con las dos especies que trabajamos encontramos casi el mismo número de individuos, así como también el mismo número de hembras y machos; no se encontró diferencias muy significativas entre las familias encontradas en ambas especies, aun que las hembras presentaron mayor cantidad de elementos acuáticos y los machos mayor número de hierbas; lo que podría darnos un reflejo de que los machos de ambas especies tienen mayor movimiento fuera de los tulares.

Las técnicas polínicas utilizadas en este trabajo, reflejaron de manera adecuada la estructura de la vegetación del lago y sus alrededores, así como los cambios fenológicos que presenta durante el año. Sin embargo su utilización como indicador de uso de hábitat puede ser controversial debido a los diferentes factores que pueden estar influyendo en la presencia del polen en las plumas (movimientos azarosos dentro del ambiente, presencia de polen alóctono). Otra dificultad que se presenta para determinar uso de hábitat está relacionada con la estructura del plumaje, que pueden estar determinando la presencia o ausencia del polen; los hábitos de comportamiento de las aves relativo a sus actividades de limpieza, que por un lado nos refleja un polen reciente pero por otro puede afectar la composición y cantidad de polen encontrado.

## LITERATURA CITADA

- Almazán, G. D. 2002. Alimentación de crías de manatíes *Trichechus manatus manatus* en cautiverio del Acuario de Veracruz, A.C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 85pp.
- Arizmendi, M.C. y L. Marquez (2000). Áreas de importancia para la conservación de las Aves en México AICAS. CONABIO. México.
- AOU. 1998. Check list of North American Birds. 7<sup>a</sup> Ed. American Ornithologists' Union. Lawrence KA.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill y S. Mustoe. 2000. Bird census techniques, segunda edición. Academic, London. 350 p.
- Barboni, D. y R. Bonnefille. 2001. Precipitation signal in pollen rain from tropical forest, South India. *Review of Paleobotany and Palynology* 114:239-258.
- BirdLife International 2003. BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Available: <<http://www.birdlife.org>>.
- BirdLife International. 2006. Black-pollled Yellowthroat. <http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html?action=SpcHTMDetails.asp&sid=9142&m=0>.
- BirdLife International. 2007. Species factsheet: *Geothlypis speciosa*. <<http://www.birdlife.org>>
- Burry, Lidia S., Trivi de Mandri, Matilde E., Palacio, Patricia I. et al. 2001. relaciones polen- vegetación de algunos taxa de la estepa patagónica (Argentina). *Rev. chil. hist. nat.*, Jun., vol.74, no.2, p. 419-427.
- Carrera E. y G. de la Fuente. 2003. Inventario y Clasificación de Humedales en México Parte I. Ducks Unlimited de México. Garza García, N.L., México. Pp 23-37.
- Cody, M. L. 1974. Competition and the structure of bird communities. Princeton University, Princeton, Nueva Jersey, EEUU.
- Colinvaux, P.A., De Oliveira, P.E., Moreno, J.E., 1999. Amazon pollen manual and atlas. Harwood Academic Press, New York
- C2 data analysis version 1.5.1. (build 1) unlicensed copy; copyright 1991-2007 Steve Juggins.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

- Chang Martínez L. A. 2009. “Estructura y composición de la vegetación de la zona de transición de Bosque de Pino-Encino y la Selva Baja Caducifolia del Alto balsas”. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Delgado Carrillo O.2010. “Distribución actual de la Mascarita transvolcánica *Geothlypis speciosa*”. Tesis de Licenciatura, Universidad Michoacana de san Nicolas de Hidalgo.
- De la Lanza G. 2002. Recursos Hidrológicos de México. En: Abarca y Herzing (Comp.). Manual para el Manejo y la Conservación de los Humedales en México. Tercera edición-Versión de Febrero del 2005.
- Diario oficial de la federación 23-04-03. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
- Dickerman, R. W. 1970. A systematic revision of *Geothlypis speciosa* the black-pollled yellowthroat. *The Condor*. 72: 95-98.
- Domínguez Vásquez G. y G.A. Islebe, 2008. Protracted drought during the late Holocene in the lacandon rain forest, Mexico. *Veget Hist Archaeobot* 17: 327-333.
- Erdtman, O.S. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms (and Introduction to Palynology)*. Wiksell Stockholm P.
- Escalante P. P. 1997. Estructura genética poblacional de las especies de Tapajitos (Aves Parulinae: *Geothlypis*) que ocurren en los humedales: Uno de los hábitats más amenazados de México. <<http://www.conabio.gob.mx>> Accesado el 14 de Noviembre 2007.
- Escalante P. P. 2000. Mascarita transvolcánica. En: Ceballos G., L. Márquez V. (Coord.). 2000. *Las aves de México en peligro de Extinción*. Instituto de Ecología. UNAM. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 306-307.
- Faegri K. & J. Iversen. 1989. *Textbook of pollen analysis*, 4th ed. The Blackburn Press, Denmark.
- González–Lozano, M.C., L. Salazar Coria y M.C. González Macías, 1995, Pollen rain from the city of Oaxaca, Mexico
- Gosling, W.D., Mayle, F.E., Tate, N.J. and Killeen, T.J. (2005). Modern pollen rain characteristic of tall terra firme evergreen forest, Southern Amazonia. *Quaternary Research*, 64: 284-297. doi 10.1016/j.yqres.2005.08.008
- Guzy, M. J., and Ritchison, G. 1999. *Ecology of Common Yellowthroats*.**

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

H. Curtis, N. Sue Barnes, Adriana Schnek, Graciela Flores. 2007. “Biología séptima edición” Editorial Médica Panamericana. México. Capítulo 47.

Howell S.N.G. y S. Webb.1995. A guide to the birds of Mexico and Central America. Oxford University Press, New York, EUA. 855 pp.

Huerta B. V. 1990. Estudio florístico del cerro Quinceo, Municipio de Morelia, Mich. México. Tesis profesional. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 79 pp.

Israde-Alcántara, I.; V. H. Garduño y R. O. Murillo.2002. Paleoambiente Lacustre del Cuaternario Tardío en el centro del Lago de Cuitzeo. Hidrobiologica.12: 61-78.

Jackson, S.T. y J.W. Williams. 2004. Modern analogs in quaternary paleoecology: here today, gone yesterday, gone tomorrow. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 32:495-537.

KATTAN, H. G, V, H. SERRANO Y APARICIO. 1996. Aves de escalete: diversidad, estructura trófica y organización social. Cespadesia Vol 21 (68) 920.

Limón, B.A., 1980. Vegetación y lluvia de polen en el cerro Tetepetl. Estado de México. Tesis de licenciatura. Fac. Ciencias UNAM, México. 99 pp.

Lot., A. Novelo. 1988. Vegetación y flora acuática del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Southwestern Naturalist. 33(2): 167-175.

Lot, A. y A. Novelo (1992): Afinidades florísticas de las monocotiledoneas acuáticas mesoamericanas. Tolane Studies in Zoology and Botany, Supplementary Publication No. 1:147-153.

Lovette I. J., E. Bermingham. 2002. What is a wood-warbler? Molecular characterization of a monophyletic parulidae. The Auk 119(3): 695-714.

Lozano García S. y E. Martínez Hernández. 1990. Palinología de los Tuxtlas: especies arbóreas. Publicaciones Especiales No. 3. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. 61 p.

Minitab 16.1.0 licensing 16.1.0.0. 2010 minitab Inc. All rigght reserved.

Moreno, J. R. y A. N. Retana. 1995. Flora y Vegetación Acuáticas del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. Acta Botánica Mexicana. UNAM. 31:1-17 pp.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

Palacios-Chávez, R., 1977. “Lluvia de polen modern en diferentes habitats del Valle de México”. Boletín de la sociedad Botánica de México, 36: 45-69.

Palacios Chávez R., B. Ludlow W. y R. Villanueva G. 1991. Flora Palinológica de la Reserva de la Biosfera de SIAN KA´AN, QUINTANA ROO, MÉXICO. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 321 pp.

Paracuellos, M. 1997. Análisis comparativo entre las comunidades de passeriformes de cañaverales y carrizales en el sureste ibérico. Ardeola 44:105–108

Pérez-Arteaga, J.A., S.F. Jackson, E. Carrera y K.J. Gaston. 2005. Priority sites for wildfowl conservation in Mexico. Animal conservation. 8:41-50.

Poulin, B., Lefebvre, G. & Mauchamp, A. 2002. Habitat requirements of passerines and reedbed management in southern France. Biol. Cons. 107:315–325.

Ramsar Convention Bureau on wetlands. 2000.

Redfern, C.P.F. y J.A. Clark. 2001. Ringer’s Manual. British Trust Ornithology. London, K.

Rzedowski, J. y R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University of Michigan Herbarium 9:1–123.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D. F. 432 p.

Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Rendón-López M. B., A. Chacon T., G. Lariza-Ayala., G. Ruiz-Sevilla. 2005. Ficha informativa de los humedales del Lago de Cuitzeo. <<http://ramsar.wetlands.org/Database/Searchforsites/tabid/765/Default.aspx>>

Sáenz R. C. 1978. Polen y Esporas (Introducción a la Palinología y Vocabulario Palinológico) H. Blume Ediciones. Madrid, España 219 pp.

Sánchez, S. O.& Islebe, G.. 2000. La selva del noreste del estado de Quintana Roo: distribución y dominancia de especies arbóreas. Foresta Veracruzana 1: 11-18

Smith, S. G. (1987): Typha: its taxonomy and ecological significance of hybrids. Arch. Hydrobiol., 27:129-138.

“Aplicación de técnicas polínicas para el reconocimiento de uso de hábitat en dos especies de aves acuáticas residentes del Lago de Cuitzeo”.

Tamayo J.L. 1962. Geografía General de México. Vols. 1 y 2. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México, D.F.

Tejero-Díez, D., M. Reyes-Salas y E. Martínez-Hernández, 1988. “Lluvia de polen moderno en un gradiente altitudinal con vegetación templada en el Municipio de Ocuilán, Edo. Méx.” *Palynologica et Paleobotanica*, 1(1): 61-80.

Terradas J. 2001. Ecología de la vegetación .De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisaje. Primera Edición. Ed. Omega. Barcelona, España. Pp 703.

Thieret, J. W. y J. O. Luken (1996): The Thyphaceae in the Southern in United States. *Harvard Papers in Botany* No.8:27-56.

Trivi, M.E., S.L. Burry y H.L. D’Antoni, 2006. “Disperción-depositación del polen actual en Tierra del Fuego, “Argentina”. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77:89-95.

Weng, C. et. al. 2004. An analysis of modern pollen rain on an elevational gradient in southern Peru. *Journal of Tropical Ecology* 20:113-124. Cambridge University Press. United Kingdom.