



## Composición de la dieta invernal del pato golondrino (*Anas acuta*) en las Ciénegas del Lerma, Estado de México

### Winter diet composition of the Northern Pintail (*Anas acuta*) in Ciénegas del Lerma, Mexico State

Sandra Quijano Hernández<sup>1</sup> , María Guadalupe Bravo Vinaja<sup>1\*</sup> , David Colón Quezada<sup>2</sup> , José Luis Alcántara Carbajal<sup>1</sup> , Octavio César Rosas Rosas<sup>3</sup> , Laura Jocelyn Ramírez Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Postgrado en Ganadería. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco de Mora, Estado de México

<sup>2</sup>Dirección del APFF Ciénegas del Lerma, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. San Felipe Tlalmimilolpan, Toluca de Lerdo, Estado de México

<sup>3</sup>Postgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales. Campus San Luis Potosí. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí

\* Autor de correspondencia: [gbravo@colpos.mx](mailto:gbravo@colpos.mx)

## Resumen

El pato golondrino (*Anas acuta*) es una especie migratoria que invierna en México, y ha sufrido declinación en su población a nivel continental, lo que hace imperativo conocer su ecología invernal para el manejo de su hábitat con fines de conservación. En este estudio determinamos la composición de la dieta invernal del pato golondrino en las Ciénegas del Lerma, Estado de México. Analizamos 135 muestras esofágicas de ejemplares cazados en las temporadas de caza de 2004 y 2005. El análisis del peso seco agregado y la frecuencia de ocurrencia mostraron que la dieta del pato golondrino se compuso de un 99.2% de semillas y 0.77% de invertebrados. Las semillas de *Eleocharis macrostachya* (58.3% de biomasa vegetal consumida) y *Echinochloa holciformis* (23.8% de biomasa vegetal) fueron las más representativas de la dieta, mientras que las moscas de las riberas (Ephydriidae) y caracoles de agua dulce (Physidae) fueron los principales componentes animales consumidos (44.8% de biomasa animal). La dieta de hembras y machos fue similar, en el 77% de especies vegetales y 84.6% de invertebrados. Igualmente, no hubo diferencias significativas en las cantidades consumidas de cada especie en la dieta entre machos y hembras, aunque las hembras consumieron 243% más invertebrados que los machos, posiblemente por las necesidades de mayor proteína por la muda prereproductiva, y en preparación para la reproducción. Dado la alta importancia de plantas acuáticas en la dieta del pato golondrino durante el invierno, el manejo del hábitat debe promover el crecimiento de las plantas nativas en los humedales y áreas aledañas.

**Palabras clave:** Anatidae, análisis dieta, dieta invernal, *Eleocharis macrostachya*, hábitos alimentarios, México, muestras esofágicas, pato golondrino.

## Abstract

The Northern Pintail (*Anas acuta*) is a migratory species that winters in Mexico, and has suffered a continental-level population decline, making it essential to understand their winter ecology for conservation-based habitat management. In this study we determined the

## INFORMACIÓN SOBRE EL ARTÍCULO

### Recibido:

3 de septiembre de 2020

### Aceptado:

27 de agosto de 2021

### Editora Asociada:

Flor Rodríguez Gómez

### Contribución de cada uno de los autores:

SQH: Manejo de las muestras en laboratorio, identificación de las especies, diseño y redacción del manuscrito. MGBV: Revisión del manuscrito y gestión de recursos. DCQ: Donación de las muestras esofágicas del pato golondrino, apoyo en la identificación de las especies y en la revisión del manuscrito. JLAC: Apoyo en laboratorio, gestión de recursos y revisión de manuscrito. OCR: Revisión del manuscrito. LJR: Apoyo en la toma de datos en campo, e identificación de especies.

### Cómo citar este documento:

Quijano-Hernández S, Bravo-Vinaja MG, Colón-Quezada D, Alcántara Carbajal, JL, Rosas Rosas, OC, Ramírez-Martínez LJ. 2021. Composición de la dieta invernal del pato golondrino (*Anas acuta*) en las Ciénegas del Lerma, Estado de México. Huitzil Revista Mexicana de Ornitología 22(2):e-627. DOI: <https://doi.org/10.28947/hrmo.2021.22.2.507>

winter diet composition of the Northern Pintail in Ciénegas del Lerma, Mexico State. We analyzed 135 esophageal samples of Pintail ducks shot in the hunting seasons of 2004 and 2005. The analysis of aggregated dry weight and frequency of occurrence showed that the diet of the Northern Pintail comprised 99.2% of seeds and 0.77% invertebrates. Seeds of *Eleocharis macrostachya* (58.3% of plant biomass consumed) and *Echinochloa holciformis* (23.8% of plant biomass) were most representative in the diet, while river flies (Ephydriidae) and freshwater snails (Physidae) were the main animal components consumed (44.8% of animal biomass). Male and Female Pintail diets were similar, in 77% of plant species consumed in the diet, and 84.6% of invertebrates. Similarly, there were no significant differences between males and females in the amount consumed of each species in the diet, although females ate 243% more invertebrates than males, possibly to meet higher protein requirements for pre-reproductive molt and in preparation for breeding. Given the importance of aquatic plants in the winter diet of the Northern Pintail, habitat management should promote the growth of native plants in wetlands and surrounding areas.



Esta obra está bajo una licencia  
de Creative Commons Reconocimiento No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

**Keywords:** Anatidae, dietary analysis, *Eleocharis macrostachya*, esophageal samples, food habits, winter diet, Mexico, Northern Pintail.

## Introducción

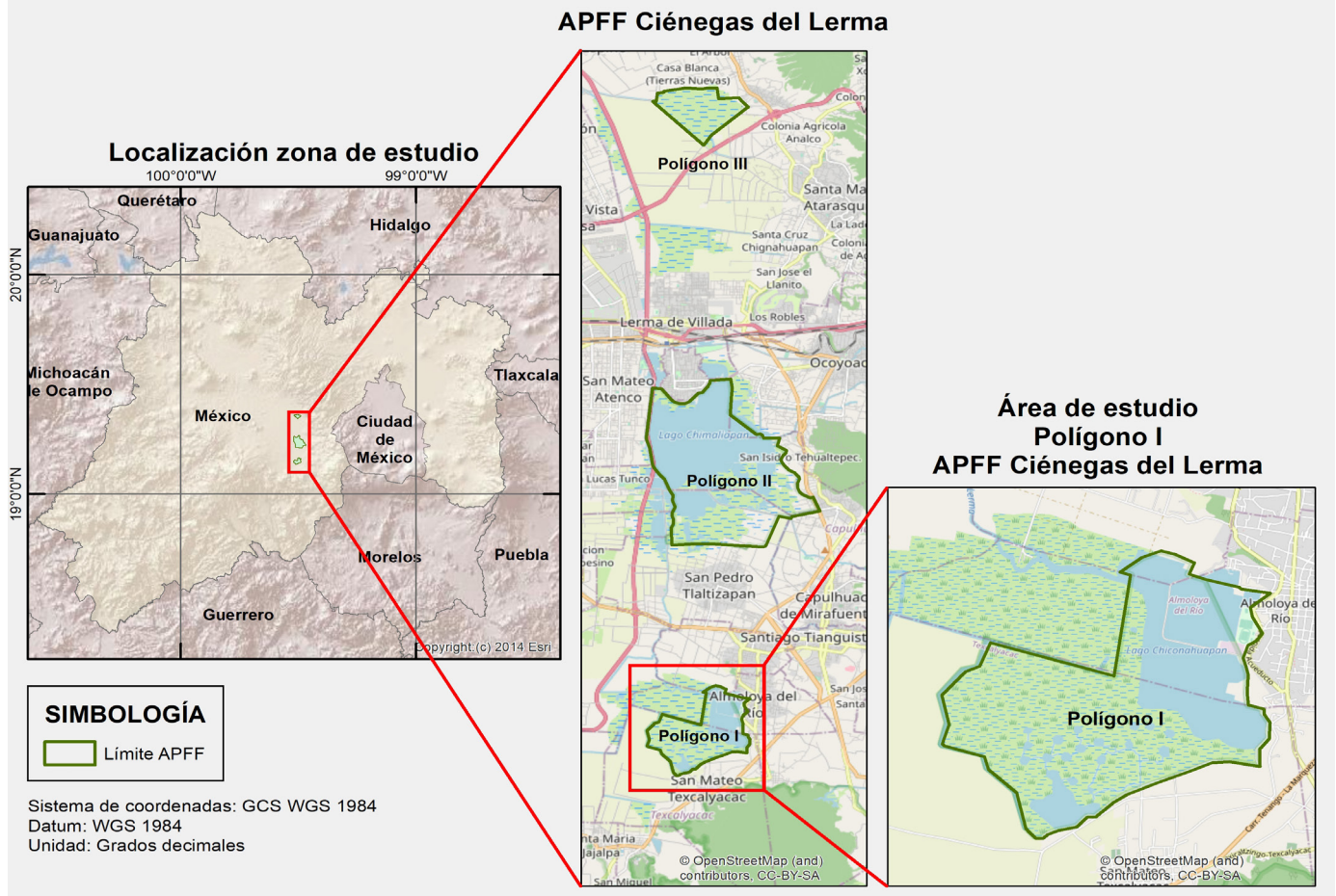
El pato golondrino (*Anas acuta*) es un anátido de superficie que se reproduce en el norte de los Estados Unidos y sur de Canadá y es visitante de invierno a México (Monterrubio y Téllez 2005). Esta especie es prioritaria en el plan de manejo de las aves acuáticas de Norteamérica debido a su disminución de 5.6 millones individuos reproductivos en la década de 1970, a 2.4 millones en 2018 (Baldassarre 2014, U.S. Fish and Wildlife Service 2018). En México, de acuerdo con los datos de los conteos de medio invierno realizados de 1981 a 2000 por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, la población disminuyó 7.9% anualmente, pasando del 24% al 13% del total de aves acuáticas registradas entre 1961 y 2000 (Pérez-Arteaga y Gaston 2004).

El pato golondrino es una especie omnívora y oportunista que consume una gran variedad de alimentos vegetales y animales (Fredrickson y Heitemeyer 1991). Durante la reproducción en Dakota del Norte, más del 60% de su dieta se compone de invertebrados (Krapu 1974, Krapu y Swanson 1975, Swanson 1985), especialmente en la dieta de las hembras, ya que éstos aportan proteína y calcio requeridos en altos niveles para la producción de huevos (Krapu y Swanson 1975). Los componentes principales reportados por Krapu (1974) y Krapu y Swanson (1975) fueron larvas de mosquitos (Chironomidos), lombrices de tierra (Anélidos), crustáceos y moluscos, y pocas semillas de pasto corral (*Echinochloa crusgalli*) y trigo (*Triticum aestivum*).

En los Estados Unidos, se ha registrado que durante el otoño-invierno su dieta se compone principalmente de semillas de plantas silvestres de al menos 13 familias (McGilvrey 1966, Euliss y Harris 1987, Miller 1987, Euliss et al. 1991, Baldassarre 2014) tales como mijo (*Pennisetum glaucum*), chilillo (*Polygonum* sp.), junco (*Typha* sp.), zacate guinea (*Panicum* sp.) y pasto Timothy (*Phleum pratense*). También consume semillas de plantas cultivadas como arroz (Fredrickson y Heitemeyer 1991, Brochet et al. 2012), trigo, maíz y cebada (Monterrubio y Telléz 2005). La fracción animal se compone de larvas de moscas, insectos acuáticos, lombrices de tierra y arañas (Fredrickson y Heitemeyer 1991) y también puede llegar a consumir anfibios y peces pequeños (Carboneras y Kirwan 2018).

En México existen hasta la fecha tres estudios sobre los hábitos alimenticios del pato golondrino durante el invierno. Los estudios fueron realizados en Ciénegas del Lerma, Estado de México (Fuchs 1979), laguna de Celestún, Yucatán (Thompson et al. 1992) y Bahía de Santa María, Sinaloa (Migoya y Baldassarre 1995). Pese a que estos difieren notablemente en la composición de especies registradas, en los tres casos las semillas de plantas acuáticas fueron el principal recurso consumido representado por especies como *Polygonum* sp., *Chara* sp. (tubérculos) y *Schoenoplectus maritimus*, respectivamente (Fuchs 1979, Thompson et al. 1992, Migoya y Baldassarre 1995).

En la época invernal los patos requieren alimento suficiente que les permita compensar el desgaste



**Figura 1.** Ciénegas del Lerma que muestra los tres vasos lacustres. El presente estudio se realizó solo en el vaso sur (Polígono I: Laguna de Chiconahuapan), Estado de México.

físico y fisiológico de la muda, adquirir energía para sobrevivir a las bajas temperaturas del invierno y obtener la condición corporal adecuada para realizar el viaje de retorno hacia los sitios de anidamiento en Canadá y Estados Unidos de América (Krapu 1974, Heitmeyer y Fredrickson 1981, Fredrickson y Heitmeyer 1991, Baldassarre y Bolen 2006, INECC 2007). La degradación de sus hábitats de invierno en México podría constituir una amenaza para sus poblaciones, y afectar su desempeño en la reproducción (Mann y Sedinger 1993, Esler y Grand 1994). Por lo tanto, el conocimiento sobre la dieta invernal del pato golondrino y sus cambios a largo plazo es fundamental en el manejo de los hábitats de invierno, para garantizar así la disponibilidad de los recursos vegetales y animales esenciales que permitan la supervivencia de la especie a lo largo del ciclo anual (Fredrickson y Heitmeyer 1991).

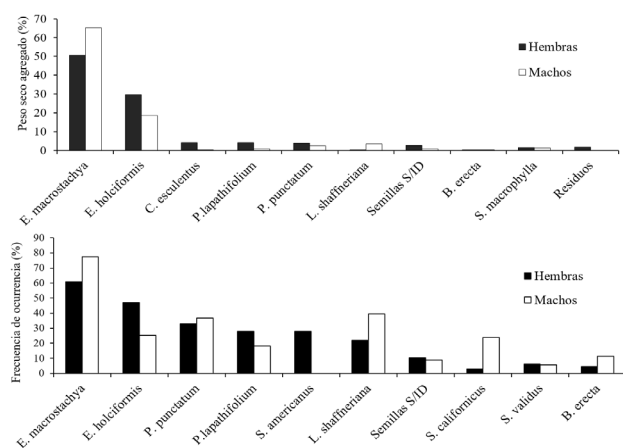
En las Ciénegas del Lerma, el pato golondrino, junto con la cerceta alas azules (*Spatula discors*), la cerceta de alas verdes (*Anas crecca*) y el pato cuchara (*Spatula clypeata*), es uno de los anátidos

invernantes más comunes y la tercera con mayor aprovechamiento cinegético en las 10 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de la región (Colón y Soto 2012). Si bien el estudio de Fuchs (1979) provee información sobre la dieta de la especie, no existen estudios recientes para los tres vasos lacustres de las Ciénegas del Lerma (Zepeda et al. 2012). Nuestro estudio tiene como objetivos determinar la composición de la dieta de invierno del pato golondrino en esta zona y establecer las diferencias en el consumo de recursos alimenticios entre sexos. Se pretende generar información que sirva de base para formular programas de manejo del hábitat, orientados a proveer recursos abundantes y de calidad durante el invierno y que a su vez contribuyan al sostenimiento y salud de la población invernante.

## Métodos

Realizamos el estudio en el vaso sur o Laguna de Chiconahuapan (19°09'05"N, 99°30'13"O) de las Ciénegas del Lerma (Figura 1). Esta zona fue decretada el 27 de noviembre del 2002 como





**Figura 2.** Representación de los 10 alimentos vegetales como A) porcentaje de peso seco agregado, y B) porcentaje de frecuencia de ocurrencia, en muestras esofágicas de patos golondrinos (*Anas acuta*) en el vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México, recolectadas en el invierno de 2004-2005 y 2005-2006.

área natural protegida bajo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna y también designada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), bajo las categorías A1, A2 y A4i (Arizmendi y Márquez 2000). Adicionalmente, el 2 de febrero del 2004 se designó sitio RAMSAR (sitio 1335). La zona presenta clima templado subhúmedo con lluvias en verano y otoño, y la temperatura media anual es de 10 – 14°C. Anualmente llueve de 700 – 1200 mm y se ubica a una altura promedio de 2600 msnm (Ceballos 2003). Predominan los suelos ricos en materia orgánica y nutrientes feozem, así como andosol, luvisol y vertisol (Ceballos 2003). El humedal tiene una superficie de 546 ha, de las cuales, 240 ha son zonas de inundación permanente y 306 ha de inundación estacional. En el área de inundación permanente, aproximadamente 60 ha son espacios de agua abierta y 180 ha están cubiertas por vegetación acuática emergente, principalmente tule redondo (*Schoenoplectus tabernaemontani*). En el área de inundación estacional hay vegetación tolerante a la inundación como *Polygonum* sp., plantas acuáticas anuales y perennes emer-

gentes principalmente de las familias Cyperaceae, Juncaceae y plantas acuáticas enraizadas de hojas flotantes como el crestón o berro (*Hydrocotyle ranunculoides*) (Ramos 2000, Colón y Soto 2012).

Durante las temporadas cinegéticas 2004-2005 y 2005-2006, recolectamos 138 esófagos y proventriculos de patos golondrinos cazados legalmente en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) “Laguna de Chiconahuapan”, San Mateo Texcalyacac, Estado de México, con número de registro DFYFS-CR-EX0681-MEX (Tabla 1). De cada ejemplar extrajimos el contenido esofágico (muestra), el cual conservamos en etanol al 80% hasta su análisis para evitar la digestión enzimática *post mortem* (Swanson y Bartonek 1970). De febrero del 2017 a julio del 2019 analizamos las muestras, para lo cual separamos el contenido vegetal (semillas y residuos vegetales) del contenido animal (invertebrados). Posteriormente, secamos cada componente en estufa a 50°C hasta peso constante y registramos su masa (peso seco) usando una balanza analítica con capacidad máxima de 420 g y precisión de 0.01 g. Las muestras de machos y hembras se analizaron por separado. Desechamos tres muestras que solo contenían fango, por lo que fue un total de 135 muestras que se incluyeron en el análisis.

Utilizamos un microscopio estereoscópico con reglilla de medición, pinzas entomológicas y cajas de Petri para clasificar los componentes de las muestras de acuerdo con su morfología. Posteriormente, identificamos los componentes vegetales hasta el nivel de especie con base en Martin y Barkley (1961), Correl y Correl (1972) y Espinosa y Sarukhán (1997). Los invertebrados fueron identificados sólo hasta orden y familia, siguiendo a Pennak (1978) y Teskey (1984).

Reportamos la composición de la dieta para todos los ejemplares como porcentaje de la frecuencia de ocurrencia (% FO) que se expresa como los alimentos que más se repiten en el total de las muestras (Swanson et al. 1974, Krapu y Reinecke 1992,

Sexo	Temporada 2004-2005				Temporada 2005-2006		Total de muestras
	Nov	Dic	Ene	Feb	Nov	Dic	
Machos	9	33	9	0	5	6	72
Hembras	4	20	11	2	7	2	66
Total	13	53	20	2	12	38	138

**Tabla 1.** Número de muestras de contenido esofágico de patos golondrinos (*Anas acuta*) del vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México. Los datos están discriminados por sexo, temporada y mes.

Custer y Custer 1996) y que es un indicador de su utilización (Baldassarre y Bolen 2006). Asimismo, indicamos el porcentaje de peso seco agregado (% PSA) que indica la proporción de consumo que tuvieron las aves (Baldassarre y Bolen 2006). Para calcular ambos valores utilizamos las siguientes fórmulas (tomadas de Burns 2003):

$$\% \text{ PSA} = \left[ \frac{\sum \left( \frac{\text{Peso de cada alimento en cada muestra}}{\text{Peso de todos los alimentos en cada muestra}} \right)}{\text{Total de muestras}} \right] * 100$$

$$\% \text{ FO} = \left( \frac{\# \text{ muestras se encontró "X" alimento}}{\text{Total de muestras}} \right) * 100$$

Para evaluar la semejanza de las dietas en términos de categorías taxonómicas consumidas por los machos en comparación con las hembras, aplicamos el coeficiente de similitud de Sorensen (Ellenberg y Mueller-Dombois 1974) cuya fórmula es la siguiente:

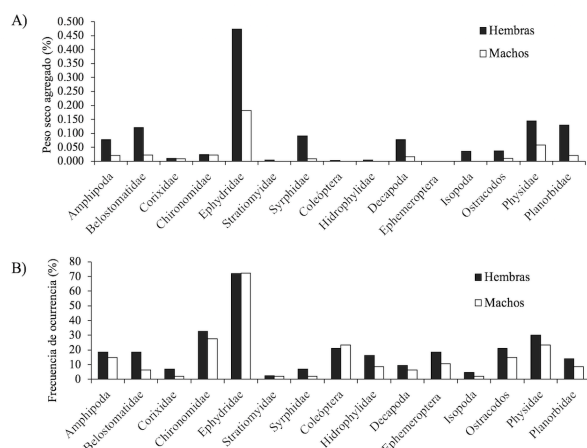
$$\text{CS} = [2c / (S1 + S2)] * 100$$

Dón  
las dos dietas.

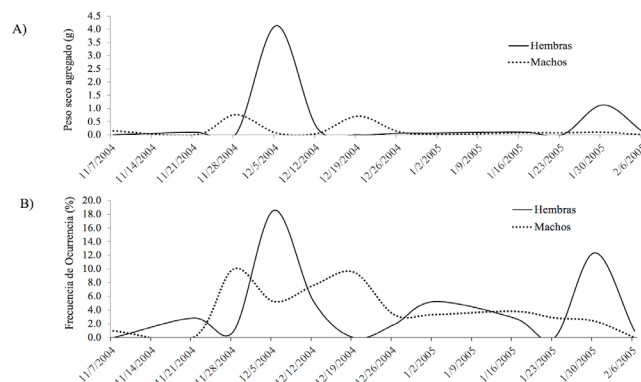
S1= Número de especies en la dieta de machos.

S2= Número de especies en la dieta de hembras.

Analizamos las dietas de machos y hembras por separado. Hicimos pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks a los datos del % PSA y % FO. Dado que



**Figura 3.** Representación de los alimentos animales como A) porcentaje de peso seco agregado, y B) porcentaje de frecuencia de ocurrencia, en muestras esofágicas de patos golondrinos (*Anas acuta*) en el vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México, recolectadas en el invierno de 2004-2005 y 2005.



**Figura 4.** Variación temporal en A) peso seco agregado (g), y B) el porcentaje de frecuencia de ocurrencia del consumo de invertebrados en la dieta de machos y hembras del pato golondrino (*Anas acuta*) en el otoño-invierno (2004-2005) en el vaso sur de Ciénegas del Lerma.

los datos son porcentajes que no presentan distribución normal aplicamos pruebas no paramétricas de Mann-Whitney U para probar la utilización del alimentos (% PSA) entre machos y hembras, empleando el paquete estadístico INFOSTAT versión 2017 (Di Rienzo et al. 2001). Aplicamos el nivel de significancia de  $P < 0.05$  y presentamos datos descriptivos de promedio con desviación estándar.

## Resultados

### Composición vegetal de la dieta

La dieta invernal del pato golondrino estuvo constituida por 99.2% de material vegetal, integrada por 28 especies de 26 géneros y 13 familias. Las familias Cyperaceae, Poaceae y Polygonaceae constituyeron el 92% del % PSA de material vegetal y el 42% del total de especies de plantas, de las cuales Cyperaceae fue la más representada con cinco especies. Hubo componentes no identificados y que formaron parte del análisis ya que su % PSA y % FO fueron importantes y los incluimos como semillas (varias) sin identificar en los Cuadros.

Las especies más importantes en la dieta invernal del pato golondrino de acuerdo al % PSA y % FO fueron *E. macrostachya* (PSA: 58.3%, FO: 67.4%) y *E. holciformis* (PSA: 23.8%, FO: 38.5%), que en conjunto representaron el 82.1% de biomasa de la dieta vegetal y también fueron más consumidas en la dieta (Figura 2, Apéndice 1). Las otras especies de plantas representaron un porcentaje mínimo del PSA en la dieta de los patos (Figura 2), pero algunos alimentos se consumieron más que otros por lo que su importancia la establecimos de acuerdo a su fre-

**Tabla 2.** Composición vegetal (semillas) en muestras esofágicas de 64 hembras y 71 machos de pato golondrino (*Anas acuta*) en el vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México, durante el invierno de 2004-2005 y 2005.

Familia	Especie	Tipo / nombre común	Hembras			Machos		
			Promedio %PSA	Rango <sup>1</sup> %PSA	%FO	Promedio %PSA	Rango <sup>1</sup> %PSA	%FO
Alismatáceae	<i>Sagittaria macrophylla</i>	Tubérculos/papa de agua	1.56	0 - 100	1.6	1.39	0 - 98.7	1.4
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Semilla / quintonil	0.21	0 - 7.8	4.7	0.05	0 - 1.9	2.8
Apiaceae	<i>Berula erecta</i>	Semilla / palmita de agua	0.10	0 - 3.7	4.7	0.06	0.1 - 1.1	11.3
Araliaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Semilla / malacote	0.33	0 - 21.3	1.6			
Asteraceae	<i>Euphrosyne partheniifolia</i>	Semilla / amargosa	0.01	0 - 0.9	1.6	NR	NR	1.4
	<i>Bidens</i> sp.	Semilla / mozote	NR	NR	1.6			
	<i>Cirsium vulgare</i>	Semilla / cardo negro	0.01	0 - 0.5	1.6			
	<i>Silybum marianum</i>	Semilla / cardo blanco	0.01	0.1 - 0.4	4.7	NR	NR	NR
Brassicaceae	<i>Nasturtium aquaticum</i>	Semilla / berro de agua				0.07	0 - 4.7	1.4
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Semilla / quelite cenizo	NR	NR	1.6	0.04	0.1 - 1.2	5.6
	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Semilla / epazote	NR	NR	1.6	0.01	0.1 - 0.5	4.2
Commelinaceae	<i>Tinantia erecta</i>	Semilla / platanillo				0.02	0 - 1.6	1.1
	<i>Tripogandra purpurascens</i>	Semilla / hierba de pollo				0.00	0 - 0.3	1.4
Cucurbitaceae	<i>Echinopepum milleflorus</i>	Semilla / chayotillo						
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>	Turiones / coquillo amarillo	4.26	75-100	4.7	0.18	0 - 12.9	1.4
	<i>Eleocharis macrostachya</i>	Semilla / tulillo	50.58	0 - 100	60.9	65.23	1.1 - 100	77.5
	<i>Schoenoplectus americanus</i>	Semilla / junco	0.81	0 - 31.4	28.1			
	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Semilla / junco	NR	0 - 0.1	3.1	0.13	0 - 0.1	23.9
	<i>Schoenoplectus validus</i>	Semilla / junco	0.02	0 - 0.6	6.3	0.01	0 - 0.2	5.6
Poaceae	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Semilla / zacate de agua				0.17	2.1 - 7.5	4.2
	<i>Echinochloa holciformis</i>	Semilla / zacate camalote	29.62	0 - 100	46.9	18.52	0.7 - 100	25.4
	<i>Hordeum vulgare</i>	Semilla / cebada				0.05	0 - 3.2	1.4

	<i>Paspalum distichum</i>	Semilla / grama				NR	NR	1.4
Polygonaceae	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Semilla / chilillo	4.12	0 - 90.2	28.1	0.88	0 - 26.4	18.3
	<i>Polygonum punctatum</i>	Semilla / chilillo	4.03	0 - 66.3	32.8	2.32	0 - 90.6	36.6
	<i>Polygonum pensylvanicum</i>	Semilla / chilillo	0.04	0 - 0.02	1.6	0.93	0.1 - 65.7	2.8
	<i>Rumex flexicaulis</i>	Semilla / lengua de vaca	0.01	0 - 0.3	3.1	0.06	0 - 0.1	4.2
Umbelliferae	<i>Lilaeopsis shaffneriana</i>	Semilla / lenteja de agua	0.26	0 - 9.06	21.9	3.43	0 - 100	39.4
S/ID	S/ID	Semillas (varias)	2.64	0 - 24.8	10.4	0.84	0 - 41.1	8.9
Residuos	-	Tallos, raíces, piedras	1.72	0 - 45.7	28.1			

%PSA= Peso seco agregado; % FO = Frecuencia de ocurrencia; <sup>1</sup> Valores mínimos y máximos en función del porcentaje que ocuparon en la dieta de cada individuo; NR = Especie que no registró un valor de peso; S/ID = Sin identificar.



cuencia de ocurrencia.

Entre los recursos vegetales con bajo % PSA pero con % FO relativamente alta se encuentran las semillas de *Polygonum punctatum*, *L. shaffneriana* y *P. laphatifolium* y que estuvieron en el 39.3%, 33.3% y 28.9% de las muestras respectivamente (Apéndice 1), por lo que son especies representativas en función de su frecuencia de ocurrencia. Las semillas de *B. erecta*, *S. macrophylla* y *S. validus* son poco representativas en la dieta en términos de biomasa aportada y de frecuencia de ocurrencia (Figura 2).

### Composición animal de la dieta

La fracción animal constituyó solamente el 0.77% de la dieta invernal del pato golondrino y estuvo formada por especies de al menos 15 taxa, 10 órdenes y nueve familias de invertebrados (Tabla 2). Predominaron las larvas de mosca Ephydriidae (0.34% PSA) y los caracoles de agua dulce Physidae (0.11% PSA) en la dieta del pato golondrino (Apéndice 1), que conformaron el 58.2% del total PSA de la composición animal, además de haber sido consumidos con frecuencias de 89% y 32.9% respectivamente (Figura 3). Los componentes de las familias Belostomatidae y Chironomidae les siguieron en importancia en cuanto al % de biomasa aportada (Apéndice 1).

### Comparación de dieta de machos y hembras

De acuerdo con el índice de Sorensen, las dietas de machos y hembras mostraron un 77% de similitud en la composición de material vegetal. La dieta de las hembras se conformó de 21 especies de plantas, de las cuales *E. macrostachya*, *E. holciformis* y *Cyperus esculentus* sumaron más del 80% del total del PSA. Asimismo, la dieta de los machos se conformó de 23 especies de plantas, donde al igual que lo observado con las hembras *E. macrostachya* y *E. holciformis* fueron los recursos más abundantes y conformaron el 89.5% del PSA de la dieta total (Tabla 3, Figura 2).

No hubo diferencia significativa entre sexos en el % PSA del conjunto de especies vegetales en la dieta ( $U_{26} = 718.5$   $p = 0.95$ ). Asimismo, al considerar cada especie vegetal individualmente no hubo diferencias significativas entre sexos en la representación de cada especie en la dieta. Sin embargo, las hembras consumieron más semillas de *E. holciformis* ( $29.6\% \pm 0.40\%$ ) y de *Polygonum laphatifolium* ( $4.12\% \pm 0.26\%$ ) que los machos ( $18.5\%$

$\pm 0.35\%$  y  $0.88\% \pm 0.08\%$  respectivamente; Tabla 3). En cambio, los machos consumieron en promedio mayor cantidad de *E. macrostachya* ( $65.2\% \pm 0.26\%$ ) y *Lilaeopsis shaffneriana* ( $39.4\% \pm 0.20\%$ ) que las hembras ( $50.6\% \pm 0.29\%$  y  $0.26\% \pm 0.02\%$  respectivamente; Tabla 3). Las semillas de malacote, mozote, cardo negro y junco fueron únicamente consumidas por machos, mientras que el berro de agua, platanillo, hierba del pollo, zacate de agua, cebada y el grama únicamente por hembras, conformando el 23% de las especies que no fueron compartidas.

En cuanto a la fracción animal, el índice de Sorensen mostró 84.6% similitud en la composición de las especies de invertebrados en la dieta de hembras y machos del pato golondrino (Tabla 2) y no hubo diferencia significativa entre sexos en el % PSA ( $U_{12} = 105.0$ ,  $p = 0.24$ ). Hubo tendencia para las hembras de consumir mayor cantidad de las larvas de mosca (Diptera) y los caracoles de agua dulce (Gastropoda), representando un porcentaje superior al 60% de la biomasa de invertebrados en la dieta de las hembras. Las larvas de mosca también fueron las más frecuentes en la dieta de las hembras (72% FO), mientras que los chironómidos, coleópteros y ostrácodos, a pesar de contribuir con un % PSA relativamente pequeño, tuvieron alta frecuencia de consumo (33% FO, 21% FO y 21% FO respectivamente). Igualmente para los machos, los dípteros (Ephydriidae) y gastrópodos (Physidae) representaron la mayor biomasa y frecuencia en la dieta, aunque con ligeramente menor cantidad que las hembras (Figura 3), contribuyendo en conjunto con 24% del PSA. Asimismo, las larvas de mosca fueron las más frecuentemente consumidas (72.3% FO), seguidas de las larvas de mosquito (Chironomidae) con 27.7% FO en la dieta de los machos (Figura 3, Tabla 2).

No obstante, encontramos un comportamiento diferencial en el consumo de invertebrados, tanto en % FO y % PSA, a lo largo del periodo de estudio. Los machos manifestaron un consumo regular de invertebrados en los cuatro meses estudiados, en tanto que en las hembras el consumo fue bimodal con dos picos claramente definidos, uno a finales de noviembre y principios de diciembre, y el segundo de menor magnitud, a finales de enero (Figura 4).

### Discusión

Nuestro análisis de los componentes de la die-



**Cuadro 3.** Composición animal (invertebrados) en muestras esofágicas de 67 hembras y 51 machos de pato golondrino (*Anas acuta*) del vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México, invierno de 2004-2005 y mitad de la temporada 2005 – 2006.

Familia / Clase / Orden	Tipo / nombre común	Hembras			Machos		
		Promedio %PSA	Rango <sup>1</sup> %PSA	% FO	Pro- medio %PSA	Rango <sup>1</sup> %PSA	% FO
Amphipoda	Crustáceos	0.077	0.02 - 1.27	18.60	0.021	0.09 - 0.37	14.89
Belostomatidae / Hemiptera	Insecto / chinche acuática	0.121	0.01 - 1.20	18.60	0.022	0.19 - 0.37	6.38
Corixidae / Hemiptera	Insecto / chinche acuática	0.010	0.05 - 0.26	6.98	0.009	0 - 0.37	2.13
Chironomidae / Diptera	Larva / mosquito	0.024	0.06 - 0.59	32.56	0.022	0 - 0.37	27.66
Ephydriidae / Diptera	Larva / mosca	0.474	0.01 - 1.27	72.09	0.182	0.01 - 0.37	72.34
Stratiomyidae / Diptera	Larva / mosca soldado	0.004	0 - 0.13	2.33	NR	NR	2.13
Syrphidae / Diptera	Larva / mosca de las flores	0.091	0.46 - 1.27	6.98	0.009	0 - 0.37	2.13
Coleoptera	Insecto / S/ID	0.003	0 - 0.11	20.93	NR	NR	23.40
Hidrophylidae / Coleoptera	Insecto / S/ID	0.005	0 - 0.15	16.28	NR	NR	8.51
Decapoda	Crustáceos	0.077	0.06 - 1.27	9.30	0.017	0.30 - 0.37	6.38
Ephemeroptera	Larvas / cachipollas	NR	NR	18.60	NR	NR	10.64
Isopoda	Insecto / cochinillas	0.036	0.39 - 0.79	4.65	NR	NR	2.13
Ostracoda	Conchas/ crustáceos	0.037	0.04 - 0.81	20.93	0.011	0.06 - 0.37	14.89
Physidae / Gastropoda	Caracoles de agua dulce/ moluscos	0.144	0.25 - 0.98	30.23	0.057	0.01 - 0.37	23.40
Planorbidae / Gastropoda	Caracoles de agua dulce/ moluscos	0.130	0.78 - 1.27	13.95	0.020	0.03 - 0.37	8.51

%PSA= Peso seco agregado; % FO = Frecuencia de ocurrencia; <sup>1</sup> Valores mínimos y máximos en función del porcentaje que ocuparon en la dieta de cada individuo; NR = Familia/Orden que no registró un valor de peso; S/ID = Sin identificar.

ta del pato golondrino en la temporada invernal en México evidencia una alimentación basada en semillas, y una mínima proporción de invertebrados de ambiente acuático. Especies de las familias Cyperaceae, Poaceae y Polygonaceae fueron las más consumidas por el pato golondrino y constituyeron el 92% del PSA de material vegetal. En la dieta invernal de esta ave en California, las familias Poaceae (Euliss y Harris 1987), Rupiaceae (Euliss et al. 1991), y Cyperaceae (Burns 2003) fueron los recursos predominantes. De igual forma, Fuchs (1979) en México reportó que las familias Polygonaceae, Poaceae y Cyperaceae fueron las más importantes en peso y frecuencia de ocurrencia, en ese orden. Corano (2007) encontró mayor densidad de Cyperaceas en el sitio de estudio (12,980 plantas/m<sup>2</sup>) comparado con las familias Polygonaceae y Poaceae. Por lo tanto, el mayor consumo de Cyperaceae en la dieta del pato golondrino en el presente estudio podría reflejar su abundancia en el sitio de estudio. Fuchs (1979) encontró nueve especies de la familia Cyperaceae en la dieta del pato golondrino en el vaso norte de las Ciénegas del Lerma, mientras que nosotros registramos solo cinco especies, pero en términos de % PSA esta familia fue la más representativa. Las variaciones en el consumo de especies pueden depender, entre otros factores, de la productividad anual del humedal asociada a las variaciones del hidropereodo (Schlesinger y Bernhardt 2013), las perturbaciones de origen antrópico como cambio de uso de suelo (Rashford et al. 2016), la contaminación (Kertész y Frossard 2015) y la disponibilidad de recursos (Krapu y Swanson 1975, Heitmeyer y Fredrickson 1981).

### Composición vegetal de dieta

Nuestros resultados demostraron que las dos especies de planta más importantes en la dieta del pato golondrino fueron *E. macrostachya* y *E. holciformis*. Ambas especies tienen una frecuencia mayor al 60% en el banco de semillas de las Ciénegas del Lerma (Zepeda et al. 2015). En el caso particular del vaso sur, *E. macrostachya* tiene la más alta densidad de semillas y plantas en varios sitios, con 17,029 semillas/m<sup>2</sup> y 11,580 semillas/m<sup>2</sup>, respectivamente (Corano 2007). Esto podría explicar la frecuencia de consumo de *Polygonum punctatum* y *Schoenoplectus americanus* en el presente estudio ya que *E. macrostachya* se asocia regularmente con *P. lapathifolium*, *P. punctatum* y *S. americanus* (Ramos 2000), lo que podría explicar la aparición de estas tres especies en la dieta. Por otro lado, Corano

(2007) no registró *E. holciformis* en el banco de semillas del humedal, aunque, Zepeda et al. (2015) la documentaron, pero en menor densidad que *E. Macrostachya*. Dado lo anterior, nuestro registro de *E. holciformis* como la segunda especie de planta más importante en la dieta del pato golondrino, sugiere que fue consumida en ambientes anegados fuera del humedal, probablemente en predios inundables, así como en campos de cultivos inundados circundantes a las Ciénegas (Colón 2009). Las áreas inundables adyacentes al cuerpo de agua, con una superficie aproximada de 422 ha, presentan presiones por las actividades humanas, como desecación, contaminación por el uso de agroquímicos, pérdida de vegetación silvestre por uso de herbicidas, pastoreo de ganado bovino y ovino, y descargas de aguas residuales no tratadas. Estas actividades reducen la productividad de las plantas de valor alimenticio para los patos y cambian la composición de especies, dando espacio a malezas e invasoras (Zepeda et al. 2015) que pudieran desplazar a especies nativas de valor alimenticio para las aves acuáticas.

Nuestro registro de mayor consumo de las semillas de *E. macrostachya* y *E. holciformis* en el vaso sur de las Ciénegas del Lerma es distinto a lo reportado en el invierno de 1975 en el vaso norte, donde las semillas más consumidas por este pato fueron *Rumex* sp. y *Polygonum* sp. (Fuchs 1979). Las dos especies más importantes en el estudio de Fuchs (1979) son anuales, así como *E. holciformis*, mientras que *E. macrostachya* es una planta perenne y muy abundante en 2011 (Zepeda et al. 2015). Mas que cambios en las preferencias del pato por los recursos alimenticios, estas diferencias podrían estar asociadas a la variación en la composición florística de los vasos norte y sur. No obstante, *Rumex* sp y *Polygonum* sp, son taxones que en el vaso sur han sido desplazadas por especies exóticas como el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el cardo santo (*Sylibum marianum*), así como por la expansión y denso crecimiento de tule redondo (*Schoenoplectus* sp.) que ha cubierto espacios de agua abierta donde estas especies se distribuían. Esto está enmarcado por modificaciones en el hidropereodo del humedal, teniendo periodos más prolongados de sequía y de bajos niveles de 0.10 a 0.70 m de profundidad que podrían haber favorecido la abundancia de las especies exóticas y de algunas nativas como el tular, y *E. macrostachya*.

Los recursos de plantas que registramos en la dieta del pato golondrino durante 2004-2005 fueron

semejantes a los consumidos por otros patos residentes y migratorios como el pato mexicano (*Anas diazi*) y la cerceta de alas azules (Colón 2009). En particular para el pato mexicano su dieta se compuso principalmente de *E. holciformis*, y *P. lapathifolium* durante 2004 y de maíz (*Zea mays*) en el 2005 (Colón 2009), mientras que *Echinochloa* sp. fue el alimento principal de las cercetas de alas azules en el mismo año (Colón et al. 2007). Cierta traslape de sus dietas es esperado debido a que las tres especies son simpátricas durante el otoño-invierno en el sitio de estudio (Saunders y Saunders 1981). Además, todos son especies de superficie o chapoteadoras que tienen el mismo hábito de alimentación, usando sitios someros en los que obtienen alimento filtrando el fango o la superficie del agua, o inclinando el cuerpo e ingresando la cabeza en la columna de agua para alcanzar el fondo (Elphick et al. 2001). Es posible entonces que durante el otoño-invierno el pato golondrino compita por el consumo de semillas de *E. holciformis* y otras poligonáceas con el pato mexicano y la cerceta de alas azules. Por el contrario, el pato golondrino consumió *E. macrostachya* en proporciones mucho mayores que el pato mexicano (Colón 2009) y la cerceta de alas azules (Colón et al. 2007), los cuales la consumieron de forma marginal, por lo que el pato mexicano puede estar excluyendo de este recurso a las otras dos especies con las que comparte el hábitat.

Sin embargo, nuestros resultados de plantas importantes en la dieta del pato golondrino difiere a lo que se ha registrado en otras regiones. En Sinaloa las semillas asociadas a los campos agrícolas como *S. maritimus* fueron el recurso mas importante (Migoya y Baldassarre 1995), en tanto que en Yucatán la dieta invernal del pato golondrino se conformó en 99% de *Ruppia marítima*, que se desarrolla típicamente en las lagunas someras (Thompson et al. 1992). Por otro lado, en California los patos se alimentaron de plantas representativas de la zona o que están disponibles de manera temporal (Euliss y Harris 1987, Euliss et al. 1991, Burns 2003). Estas variaciones en especies de plantas consumidas en la dieta de invierno del pato golondrino probablemente podrían estar asociadas a cambios en la disponibilidad de plantas en los sitios de alimentación.

### **Composición animal de dieta**

En el presente estudio, el consumo de invertebrados por el pato golondrino fue mínimo, pero la frecuencia con la que fueron consumidos fue alta comparada con otros estudios de su dieta invernal

(Fuchs 1979, Burns 2003, Ballart et al. 2004, Brochet et al. 2012). Los efíridos y los gasterópodos (Physidae y Planorbidae) fueron los invertebrados más consumidos por el pato golondrino, similar a la dieta de la cerceta de alas azules, que consumió gasterópodos y ostrácodos en mayor proporción (Colón et al. 2007). Asimismo los anisópteros fueron el alimento animal más consumido por el pato mexicano, con una alta frecuencia de ocurrencia de gasterópodos en su dieta (Colón 2009). Al respecto, Migoya y Baldassarre (1995) reportan que los patos golondrinos de Sinaloa también consumen gasterópodos con frecuencia (20%), pero en Yucatán sobresalen los chironómidos y algunos parásitos de peces de la familia Ergasilidae (Thompson et al. 1992).

El bajo consumo de invertebrados y alto consumo de semillas vegetales por el pato golondrino registrado en nuestro estudio podría estar asociado con sus requerimientos nutricionales en el sitio de internación. Posterior a su arribo a las áreas de internación, los patos golondrinos requieren reponerse del desgaste energético causado por la migración (Miller 1986), comenzar el proceso de muda y almacenar grasa para el retorno a sus áreas de reproducción. Estas necesidades nutricionales son primordialmente cubiertas por semillas de gramíneas nativas y cultivos de la región (Fredrickson y Heitemeyer 1991). En California, los patos golondrinos internantes aumentaron el consumo de invertebrados entre febrero y marzo previo a la migración de primavera (Miller 1985, Miller 1986), y posiblemente en respuesta a una mayor disponibilidad de insectos. Smith y Sheeley (1993) documentaron que no hubo aumento de peso en los patos golondrinos durante el invierno en Texas, mientras en Yucatán los patos golondrinos no mostraron incremento en tiempo dedicado al forrajeo durante el invierno previo a la migración hacia áreas de reproducción (Thompson y Baldassarre 1991). Esto sugiere que las poblaciones de patos en sus sitios de internación no tienen altos requerimientos de proteína para incrementar su masa corporal. Lo anterior implica que la dieta de los patos golondrinos en invierno cuando fueron obtenidas las muestras (noviembre a enero) es preponderantemente vegetariana, tendiente más a la reposición de energía que al consumo de proteína.

### **Comparación de dieta de machos y hembras**

En nuestro estudio la dieta de las hembras no fue diferente a la de los machos, y la fracción animal fue mínima y estadísticamente similar para

ambos sexos. La similitud de las dietas de hembras y machos durante la temporada no reproductiva (otoño-invierno) podría ser debido a que la necesidad primordial de todos los individuos es reponerse del desgaste ocasionado por la migración, y sobrevivir durante el invierno. Por lo tanto, los alimentos que aportan energía (semillas) fueron los más consumidos por ambos sexos. Esto difiere a la temporada reproductiva (primavera-verano) cuando las necesidades de proteína en las hembras son mayores para la producción de huevos. Algunos estudios con otras especies de anátidos, han puesto de manifiesto que durante la época reproductiva, los requerimientos nutricionales de los machos y las hembras no reproductoras son similares en la composición animal y vegetal, mientras que el consumo de las hembras reproductoras difiere del consumo de machos y hembras no reproductivas (Swanson et al. 1985, Jarvis y Noyes 1986).

No obstante, a diferencia del consumo de material vegetal, el consumo de invertebrados indicó que hubo un uso diferencial por parte de las hembras en dos momentos específicos. El primer momento ocurrió a finales de noviembre y principios de diciembre y podría estar asociado a la primera muda pre-reproductiva de hembras juveniles, o a la muda pre-reproductiva definitiva de hembras adultas (Pyle 2005). Esta muda ocurre en los sitios de invierno posterior a la muda de los machos, ya que las hembras salen de sus sitios reproductivos un mes y medio después que los machos, una vez concluida la crianza, y arriban a sus sitios de invernación entre octubre y noviembre (Fredrickson y Heitmeyer 1991, Baldasarre 2014). De esta manera, el incremento en la ingesta de invertebrados podría estar asociado a una mayor demanda de proteínas para la formación de plumas nuevas (Fredrickson y Reid 1988).

El segundo momento de mayor consumo de invertebrados por las hembras ocurrió a finales de enero y podría estar asociado al inicio de la muda pre-reproductiva definitiva de las hembras (Pyle 2005). Sin embargo, es probable que también esté asociado a la preparación fisiológica de las hembras para la reproducción, mediante el desarrollo de folículos, ya que en una de las hembras muestreadas se detectó desarrollo del ovario (observación personal). Esto evidencia la importancia de la diversidad de recursos que produce el humedal para la nutrición de los patos que les permite cubrir los procesos biológicos que ocurren durante el otoño-in-

vierno. Por consiguiente, es importante analizar el impacto negativo que pudieran tener los pesticidas e insecticidas usados en los campos de cultivo aledaños, que probablemente llegan al humedal por difusión o descargas directas, además del impacto del agua residual no tratada en la productividad de invertebrados (observación personal).

### Recomendaciones

Dada la alta importancia de las plantas acuáticas, subacuáticas y tolerantes a la inundación para el pato golondrino durante el invierno, es recomendable promover su crecimiento mediante el manejo y formación de zanjas someras y amplias tanto al interior del humedal como en los campos de cultivo aledaños. También sugerimos restaurar las planicies de inundación estacional someras a través del incremento del hidroperiodo y el manejo del banco de semillas existente, a efecto de controlar especies exóticas como pasto kikuyo y cardo santo, cuya creciente distribución en el área, desplaza la emergencia de las plantas nativas como *E. macrostachya* y varias especies de chillillo (género *Polygonum*). Estas acciones contribuirán a la recuperación de especies nativas, proporcionarán hábitat para otra fauna silvestre y proveerán mayores recursos alimenticios tanto de semillas de especies nativas como de invertebrados, que aportan a las aves los nutrientes necesarios requeridos para satisfacer las necesidades fisiológicas que les demanda la temporada invernal.

Una acción fundamental para conservar el área de alimentación del pato golondrino y otras aves acuáticas, es la regulación del pastoreo de ganado doméstico bovino, ovino y equino, ya que previene el crecimiento de *E. macrostachya* y otras plantas nativas como la cebadilla (*E. holciformis*), el arrozillo (*Leersia hexandra*) y la papa de agua cimarrona (*Sagittaria macrophylla*), lo cual afecta la producción de semillas y tubérculos. El pastoreo modifica la composición florística y la estructura de la vegetación original y favorece la proliferación de especies exóticas invasoras mediante la dispersión de semillas, la alteración de los nutrientes del suelo por la deposición de heces y orina, y la compactación del suelo (López-Rosas et al. 2006). La regulación del pastoreo está considerada en el Programa de Manejo del Área de Natural Protegida para la subzona de recuperación del vaso sur (CONANP 2018), por lo que es importante su implementación a fin de minimizar los impactos negativos de éste sobre la vegetación nativa y la fauna silvestre residente y migratoria. También es necesario evaluar el impacto



de la descarga de aguas residuales no tratadas, ya que pueden influir en la composición de las especies que existen por la aportación de contaminantes al humedal.

Finalmente, sugerimos realizar evaluaciones periódicas de la dieta de invierno del pato golondrino a fin de monitorear cambios en su composición y complementar esta información con análisis nutricional de las especies más consumidas. Paralelamente, se deben hacer estimaciones de abundancia y disponibilidad de especies vegetales e invertebrados acuáticos los tres polígonos de las Ciénegas del Lerma y zonas adyacentes.

### Agradecimientos

Al Colegio de Postgraduados por el apoyo financiero a la investigación. Al M. en C. David Colón Quezada, por la donación de las muestras esofágicas, al APFF Ciénegas del Lerma de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el apoyo con personal para las actividades en campo. Al Biól. Antonio Soto Méndez por su apoyo en la toma de muestras; A la UMA Laguna de Chiconahuapan por las facilidades para la toma de muestras; Al Herbario-Hortorio CHAPA y al Laboratorio de Nutrición de Rumiantes del Colegio de Postgraduados, por el apoyo brindado en el procesamiento de las muestras. A los alumnos voluntarios que apoyaron a la toma de datos y manejo de la información. Finalmente, a los revisores anónimos, cuyas observaciones contribuyeron a mejorar considerablemente el presente manuscrito.

### Literatura citada

- Arizmendi MC, Márquez Valdelamar L. 2000. Áreas de Importancia para la conservación de las Aves de México. México, D.F. CIPA-MEX.
- Baldassarre G. 2014. Northern Pintail. Pp 514-544 En: Ducks, geese and swans of North America. Wildlife Management Institute, Johns Hopkins University Press. Baltimore MD. DOI: <https://doi.org/10.1108/rr-05-2015-0133>
- Baldassarre GA, Bolen GE. 2006. Waterfowl Ecology and Management. 2a ed. Krieger Publishing Company, Florida (EUA).
- Brochet AL, Mouronval JB, Aubry P, Gauthier-Clerc M, Green AJ, Fritz H, Guillemain M. 2012. Diet and feeding habitats of Cargaret dabbling ducks: what has changed since the 1960s? Waterbirds 35:555-576. DOI: <https://doi.org/10.1675/063.035.0406>
- Burns, EG. 2003. An analysis of food habits of Green-Winged Teal, Northern Pintails, and Mallards wintering in the Suisun Marsh to develop guidelines for food plant management. Tesis de Doctorado. University of California, Davis, California.
- Carboneras C, Kirwan GM. 2018. Northern Pintail (*Anas acuta*). En: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal J, Christie DA, de Juana E. (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona. (consultado el 25 julio 2018). <https://www.hbw.com/node/52884>
- Ceballos G. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR): Ciénegas del Lerma. (consultado el 25 de Julio de 2018). DOI: <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1335RIS.pdf>
- Colón QD. 2009. Composición de la dieta de otoño del pato mexicano (*Anas diazi*) en el vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 80:193-202. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.001.596>
- Colón QD, Cavazos GA, Maldonado VE. 2007. Dieta invernal de la cerceta alas azules (*Anas discors*) en las Ciénegas del Lerma. En: Memorias del VII Congreso para el Estudio y Conservación de las Aves en México, Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPA-MEX). San Francisco de Campeche (Cam.).
- Colón QD, Soto MA. 2012. Supervisión del aprovechamiento de aves acuáticas en el APFF Ciénegas del Lerma. Informe final de la temporada cinegética 2011-2012. Informe inédito. Toluca (Mex.). Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma, CONANP.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2018. Programa de manejo, Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F.: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Corano FEI. 2007. Evaluación del banco de semillas de la laguna de Chiconahuapan en el municipio de Taxcalyacac, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Mex.
- Correl DS, Correl HB. 1972. Aquatic and wetland plants of southwestern United States. Stanford University Press, California. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.4197>
- Custer CM, Custer TW. 1996. Food habits of diving ducks in the Great Lakes after the zebra mussel invasion. *Journal of Field Ornithology* 67:86-99.
- Di Rienzo J, Balzarini M, Casanoves F, Gonzalez L, Tablada M, Robledo C. 2001. InfoStat: software estadístico. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Ellenberg D, Mueller-Dombois D. 1974. Aims and methods of vegetation ecology Wiley and Sons New York (NY). DOI: <https://doi.org/10.2307/213332>
- Elphick C, Dunning Jr JB, Sibley DA. 2001. The Sibley Guide to bird life and behavior. National Audubon Society, Alfred A. Knopf, New York.
- Esler D, Grand JB. 1994. The role of nutrient reserves for clutch formation by Northern Pintails in Alaska. *The Condor* 96:422-432. DOI: <https://doi.org/10.2307/1369325>
- Espinosa GFJ, Sarukhán J. 1997. Manual de malezas del valle de México. Fondo de Cultura Económica/Universidad Nacional Autónoma de México, México (DF).
- Euliss NHJr., Harris SW. 1987. Feeding ecology northern pintails and green-winged teal wintering in California. *The Journal of Wildlife Management* 51:724-732. DOI: <https://doi.org/10.2307/3801733>
- Euliss NHJr., Jarvis RL, Gilmer DS. 1991. Feeding ecology of waterfowl wintering on evaporation ponds in California. *Condor* 93:582-590. DOI: <https://doi.org/10.2307/1368190>
- Fredrickson LH, Heitmeyer ME. 1991. Life history strategies and habitat needs of the northern pintail. *Fish and Wildlife Leaflet*, 13.1.3 DOI: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(93\)90752-m](https://doi.org/10.1016/0006-3207(93)90752-m)
- Fredrickson LH, Reid FA. 1988. Nutritional values of waterfowl foods. *Fish and Wildlife Leaflet* 13.1.1.
- Fuchs QFM. 1979. Hábitos alimenticios de nueve especies de anátidos invernantes de las Ciénegas del Lerma, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Escuela de Ciencias Biológicas.
- Heitmeyer ME, Fredrickson LH. 1981. Do wetland conditions in the Mississippi Delta hardwoods influence mallard recruitment? (Conservation, wildlife; USA). En: *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conferences (USA)*.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2007. (Consultado el 8 de Julio de 2018). <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/29/apendices.html>
- Jarvis RL, Noyes JH. 1986. Foods of canvasback and redheads in Nevada: paired males and ducklings. *Journal of Wildlife Management* 50:199-203.
- Kertesz MA, Frossard E. Biological Cycling of Inorganic Nutrients and Metals in Soils and Their Role in Soil Biogeochemistry, Pp 471-503. En: Eldor A. Paul (Editor), *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry* (4a ed), Academic Press, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415955-6.00016-5>
- Krapu GL. 1974. Feeding ecology of pintail hens during reproduction. *The Auk* 91:278-290.
- Krapu GL, Reinecke JK. 1992. Foraging ecology and nutrition. Pp 1-29 En: *Ecology and Management of Breeding Waterfowl*, BDJ Batt, AD Afton, MG Anderson, CD Ankney, DH Hohnson, JA Kadlec y GL Krapu (eds.). University of Minnesota Press, Minneapolis. DOI: <https://doi.org/10.2307/3809573>
- Krapu GL, Swanson GA. 1975. Some nutritional aspects of reproduction in prairie nesting pintails. *The Journal of Wildlife Management* 39:156-162. DOI: <https://doi.org/10.2307/3800479>
- López-Rosas H, Moreno-Casasola P, Mendelssohn I. 2006. Effects of experimental disturbance

- es on a tropical freshwater marsh invaded by the African grass *Echinochloa pyramidalis*. *Wetlands* 26:593-604. DOI: [http://dx.doi.org/10.1672/0277-5212\(2006\)26%5B593:EOEOA%5D2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1672/0277-5212(2006)26%5B593:EOEOA%5D2.0.CO;2)
- Mann FE, Sedinger, JS. 1993. Nutrient-reserve dynamics and control of clutch size in Northern Pintails breeding in Alaska. *The Auk* 110:264-278. DOI: <https://doi.org/10.1093/auk/110.2.264>
- Martin AC, Barkley WD. 1961. Seed identification manual. University of California Press.
- McGillvrey BF. 1966. Fall food habits of ducks near Santee refuge, South Carolina. *Journal of Wildlife Management* 30:577-580. DOI: <https://doi.org/10.2307/3798750>
- Migoya R, Baldassarre GA. 1995. Winter survival of female northern pintails in Sinaloa, Mexico. *The Journal of Wildlife Management* 59:16-22. DOI: <https://doi.org/10.2307/3809110>
- Miller MR. 1985. Time budgets of Northern Pintails wintering in the Sacramento Valley, California. *Wildfowl* 36:53-64.
- Miller MR. 1986. Molt chronology of Northern Pintails in California. *Journal of Wildlife Management* 50:57-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3801488>
- Miller MR. 1987. Fall and winter foods of northern pintails in the Sacramento Valley, California. *Journal of Wildlife Management* 51:405-414. DOI: <https://doi.org/10.2307/3801027>
- Monterrubio RTC., Téllez GL. 2005. Ficha técnica de *Anas acuta*. En: Escalante-Pliego, P. (compilador). "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2". Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W042. México (DF).
- Pennak RW. 1978. Fresh-water invertebrates of the United States, 2a ed, Wiley New York. DOI: <https://doi.org/10.2307/3494078>
- Pérez-Arteaga A, Gaston KJ. 2004. Wildfowl population trends in Mexico, 1961-2000: a basis for conservation planning. *Biological Conservation* 115: 343-355. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00088-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00088-0)
- Pyle P. 2005. Molts and plumages of Ducks (Anatinae). *Waterbirds* 28: 208-219 DOI: [http://dx.doi.org/10.1675/1524-4695\(2005\)028%5B0208:MAPODA%5D2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1675/1524-4695(2005)028%5B0208:MAPODA%5D2.0.CO;2)
- Ramos VL. 2000. Estudio de la flora de la vegetación acuáticas vasculares de la cuenca alta del Río Lerma, en el Estado de México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México DF.
- Rashford BS, Adams RM, Wu JJ, Voldseth RA, Guntenpergen GR, Werner B, Carter Johnson W. 2016. Impacts of climate change on land-use and wetland productivity in the Prairie Pothole Region of North America. *Regional Environmental Change* 16:515-526. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0768-3>
- Saunders GB, Saunders DC. 1981. Waterfowl and their wintering grounds in Mexico, 1937-64. Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior Resource Publication 138. April 1981, Washington, D.C.
- Schlesinger WH, Bernhardt ES. Pp 233-274. *Wetland Ecosystems*. En: Biogeoghesmtry, an analysis of global change. Schlesinger WH, Bernhardt ES (Eds) Academic Press, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385874-0.00007-8>
- Smith LM, Sheeley DG. 1993. Factors affecting condition of Northern Pintails wintering in the Southern High Plains. *Journal of Wildlife Management* 57:62-71. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3809001>
- Swanson GA. 1985. Invertebrates consumed by dabbling ducks (Anatinae) on the breeding grounds. *Journal of Minnesota Academy of Sciences* 50:37-40.
- Swanson GA, Meyes MI, Adomaitis VA. 1985. Foods consumed by breeding mallards on wetlands of south central North Dakota. *Journal of Wildlife Management* 49:197-203.
- Swanson GA, Krapu GL, Bartonek JC, Serie JR, Johnson DH. 1974. Advantages in mathematically weighting waterfowl food habits data. *Journal of Wildlife Management* 38:302-307. <https://doi.org/10.2307/3800737>

- Swanson GA, Bartonek JC. 1970. Bias associated with food analysis in gizzards of blue-winged teal. *Journal of Wildlife Management* 34:739-746. <https://doi.org/10.2307/3799138>
- Teskey HJ. 1984. Aquatic Diptera: Part One. Larvae of aquatic Diptera. An Introduction to the Aquatic Insects of North America (2nd Ed). Kendall / Hunt Pub. 448-490.
- Thompson JD, Baldassarre GA. 1991. Activity patterns of nearctic dabbling ducks wintering in Yucatan, Mexico. *The Auk* 108:934-941.
- Thompson J., Sheffer BJ, Baldassarre GA. 1992. Food habits of selected dabbling ducks wintering in Yucatan, Mexico. *The Journal of Wildlife Management* 56:740-744. DOI: <https://doi.org/10.2307/3809468>
- USFWS (U.S. Fish and Wildlife Service). 2018. Waterfowl population status, 2018. U.S. Department of the Interior, Washington, (DC). (consultado el 22 agosto 2018). <https://www.fws.gov/birds/surveys-and-data/reports-and-publications.php>
- Zepeda GC, HA Lot, Nemiga XA, Manjarrez J. 2012. Florística y diversidad de las Ciénegas del Río Lerma, Estado de México, México. *Acta Botánica Mexicana* 98: 23-49. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm98.2012.1139>
- Zepeda GC, HA Lot, Nemiga, XA, Manjarrez J. 2015. Evaluación del banco de semillas y su importancia en la rehabilitación de la vegetación de humedales del centro México. *Botanical Sciences* 93:695-707. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.245>



**Apéndice I.** Espectro trófico del pato golondrino (*Anas acuta*) en el vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México, durante el invierno de 2004-2005 y mitad de la temporada 2005-2006.

Familia / Clase / Orden	Especie	Tipo / nombre común	% PSA		% FO
			Promedio	Rango <sup>1</sup>	
Componente vegetal (99.22%)					
Alismatáceae	<i>Sagittaria macrophylla</i>	Tubérculos/papa de agua	1.47	98.7-100	1.48
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i>	Semilla / quintonil	0.13	0.07-7.81	8.89
Apiaceae	<i>Berula erecta</i>	Semilla / palmita de agua	0.08	0.10-3.75	7.41
Araliaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Semilla / malacote	0.16	0 - 21.31	0.74
Asteraceae	<i>Euphrosyne partheniifolia</i>	Semilla / amargosa	0.01	0 - 0.92	5.19
	<i>Bidens sp.</i>	Semilla / mozote	NR	NR	0.74
	<i>Cirsium vulgare</i>	Semilla / cardo negro	NR	NR	1.48
	<i>Silybum marianum</i>	Semilla / cardo blanco	0.01	0.10 - 0.49	4.44
Brassicaceae	<i>Nasturtium aquaticum</i>	Semilla / berro de agua	0.04	0 - 4.79	0.74
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Semilla / quelite cenizo	0.02	0 - 1.26	1.48
	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Semilla / epazote	0.01	0.05 - 0.18	2.22
Commelinaceae	<i>Tinantia erecta</i>	Semilla / platanillo	0.01	0 - 1.64	0.74
	<i>Tripogandra purpurascens</i>	Semilla / hierba de pollo	0.01	0.29 - 0.56	2.22
Cucurbitaceae	<i>Echinopepom milleflorus</i>	Semilla / chayotillo	NR	NR	3.70
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i>	Turiones / coquillo amarillo	2.12	13 - 100	3.70
	<i>Eleocharis macrostachya</i>	Semilla / tulillo	58.29	0 - 100	67.41
	<i>Schoenoplectus americanus</i>	Semilla / junco	0.45	0 -31.42	25.19
	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Semilla / junco	NR	NR	6.67
	<i>Schoenoplectus validus</i>	Semilla / junco	0.01	0 - 0.66	0.74
Poaceae	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Semilla / zacate de agua	0.09	2.09 - 7.52	3.70
	<i>Echinochloa holciformis</i>	Semilla / zacate camalote	23.77	0 - 100	38.52
	<i>Hordeum vulgare</i>	Semilla / cebada	0.02	0 - 3.29	1.48
	<i>Paspalum distichum</i>	Semilla / grama	NR	NR	0.74
	<i>Polygonum lapathifolium</i>	Semilla / chilillo	2.41	0 - 90.24	28.89
Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i>	Semilla / chilillo	3.13	0 - 90.61	39.26
	<i>Polygunum pensylvanicum</i>	Semilla / chilillo	0.51	0.11 - 65.79	3.70
	<i>Rumex flexicaulis</i>	Semilla / lengua de vaca	0.03	0 - 4.09	5.19
Umbelliferae	<i>Lilaeopsis shaffneriana</i>	Semilla / lenteja de agua	1.93	0 - 100	33.33
S/ID	S/ID	Semillas (varias)	0.79	0 - 41.18	7.78
Residuos	–	Tallos, raíces, piedras	3.73	0.03 - 98.85	31.11

<b>Total</b>		<b>99.22</b>			
		<b>Componente animal</b>	<b>(0.77%)</b>		
Amphipoda	-	Crustáceos	0.045	0.01 - 0.78	20.55
Belostomatidae / Hemiptera	-	Insecto / Chinche acuática	0.059	0 - 0.78	15.07
Corixidae / Hemiptera	-	Insecto / Chinche acuática	0.013	0.03 - 0.78	5.48
Chironomidae / Diptera	-	Larva / mosquito	0.032	0.01 - 0.78	36.99
Ephydriidae / Diptera	-	Larva / mosca	0.342	0.01 - 0.78	89.04
Stratiomyidae / Diptera	-	Larva / mosca soldado	0.001	0 - 0.08	13.70
Syrphidae / Diptera	-	Larva / mosca de las flores	0.036	0.28 - 0.78	5.48
Coleoptera	-	Insecto / S/ID	0.001	0 - 0.07	27.40
Hidrophylidae / Coleoptera	-	Insecto / S/ID	0.001	0 - 0.09	15.07
Decapoda	-	Crustáceos	0.041	0 - 0.03	9.59
Ephemeroptera	-	Larvas / cachipollas	0.001	NR	17.81
Isopoda	-	Insecto / cochinillas	0.010	0.24 - 0.48	4.11
Ostracoda	-	Conchas/ Crustáceos	0.023	0.02 - 0.78	21.92
Physidae / Gastropoda	-	Caracoles de agua dulce/ Moluscos	0.106	0.02 - 0.78	32.88
Planorbidae / Gastropoda	-	Caracoles de agua dulce/ Moluscos	0.059	0.05 - 0.78	2.74
<b>Total</b>			<b>0.77</b>		

%PSA= Peso seco agregado; %FO= Frecuencia de ocurrencia; <sup>1</sup> Valores mínimos y máximos en función del porcentaje que ocuparon en la dieta de cada individuo; NR = Familia/Orden que no presentó un valor de peso significativo; S/ID = Sin identificar;