

## RELACIÓN ENTRE LA DIVERSIDAD DE AVES ACUÁTICAS Y LA VARIACIÓN TEMPORAL DE LAS DIMENSIONES DE UN HUMEDAL PALUSTRINO EN PUNTARENAS, COSTA RICA

Elena María Vargas-Fonseca

Fundación Conserbio, Heredia, Costa Rica. *E-mail:* elena.vargasf@gmail.com

**Abstract.** – *Relation between diversity of waterfowl and temporal variation of the dimensions of a palustrine wetland in Puntarenas, Costa Rica.* – Laguna Pochotal is a palustrine wetland, uncommon in the Pacific coast of Costa Rica. However, information about it is scarce, scattered, and overall lacking. The aim of this study was to record the waterfowl community of the Laguna Pochotal and the dimensions of the wetland throughout an annual cycle in order to understand the relation between biotic and abiotic factors, and ultimately to provide reliable knowledge that enables the local government to manage and conserve this wetland. The study was conducted between May 2009 and April 2010, when 19 species belonging to 11 families were recorded. The estimators Chao 2 and Jack 1 state that the proportion of registered species was 98%. The average relative abundance of the waterfowl community in the period of study was 32.66 individuals. According to the monthly richness and using the Jaccard index, the community composition of aquatic birds was divided into four periods: 1) May, June, and July; 2) August, September, and November; 3) October, December, and January; 4) February, March, and April. During the rainy season (May–October), species richness was significantly correlated with depth, area, and perimeter while the abundance was not correlated to any of the physical variables. During the dry season (November to April), both the abundance and richness were significantly correlated to the variables depth, area and perimeter. The data indicate that the waterfowl community is responding to other factors than the physical variables analyzed in this study, and the context suggests that prey availability could be an important factor, to be analyzed in future studies. It is important that the natural seasonal fluctuations of the physical variables of the wetland are not aggravated by drainages or human impacts that could cause its desiccation during the dry season and negatively affect the trophic cascades that occur in this ecosystem.

**Resumen.** – La Laguna Pochotal es un humedal palustrino, poco común en la vertiente Pacífica de Costa Rica. A pesar de esto, la información registrada sobre esta es escasa, dispersa y en general inexistente. La intención de este trabajo fue describir la comunidad de aves acuáticas presente en la zona y su relación con algunas variables físicas del humedal, con el fin de brindar insumos para el manejo y la conservación del sitio por parte del gobierno local. El estudio se llevó a cabo entre mayo del 2009 y abril del 2010, periodo durante el cual se registró un total de 19 especies, pertenecientes a 11 familias. Los estimadores Chao 2 y Jack 1 establecen que la proporción de fauna registrada es de 98%. La abundancia relativa promedio de la comunidad de aves acuáticas en el ciclo anual fue de 32,66 individuos. Utilizando los datos de riqueza mensual y en base al índice de Jaccard, la composición de la comunidad de aves acuáticas se diferenció en cuatro periodos: 1) mayo, junio, julio; 2) agosto, septiembre, noviembre; 3) octubre, diciembre, enero; 4) febrero, marzo, abril. En la época lluviosa (mayo–octubre), la riqueza estuvo correlacionada significativamente con la profundidad, área y perímetro, no así la abundancia. Mientras que en la época seca (noviembre–abril), tanto la abundancia como la riqueza estuvieron relacionadas significativamente con las variables profundidad, área y perímetro. Los datos indican que la comunidad de aves acuáticas también responde a otros factores, y el contexto sugiere que la disponibilidad de presas es una variable que debe ser analizada en futuros estudios. Es impor-

tante que las fluctuaciones naturales de las variables físicas del humedal no se vean agravadas por los impactos humanos, ya que la desecación estival puede afectar las cadenas tróficas presentes en este ecosistema. *Aceptado el 9 de octubre de 2014.*

**Key words:** Costa Rica, diversity, Laguna Pochotal, palustrine wetland, waterfowl.

## INTRODUCCION

En Latinoamérica se han realizado diversos estudios sobre las comunidades de aves acuáticas en diferentes humedales (e.g., Brabata & Carmona 1999, Hernández-Velázquez 2000, Castillo-Guerrero & Carmona 2001, Romano *et al.* 2005, Rueda *et al.* 2005, Guadagnin & Maltchik 2007), incluyendo estudios realizados en Costa Rica (e.g., Hurtado 2003, Umaña 2004, Villarreal-Orias 2006, Corrales-Gómez 2006, González-Jiménez & Jiménez-Ramón 2006) que han aportado al conocimiento de la avifauna acuática de un número restringido de humedales.

En Costa Rica, se han registrado 688 humedales, de los cuales un 18,3% corresponden a pantanos, y de estos solamente el 19,4% se encuentran en la vertiente Pacífica (Tabilio-Valdivieso 1997). Por lo tanto, los sistemas palustrinos del Pacífico costarricense aportan heterogeneidad en el paisaje y contribuyen con una mayor diversidad biológica (Castillo-Guerrero & Carmona 2001, García-Moreno *et al.* 2007).

En general, los ecosistemas de humedal se encuentran bajo amenaza a nivel mundial, debido a que han sido alterados, destruidos o desaparecidos (Nebel *et al.* 2008). En Centroamérica, los principales causantes de la degradación de los humedales son: drenaje, dragado, relleno, desarrollo turístico desordenado y fragmentación del paisaje, entre otros (CCAD *et al.* 1999, Frazier 1999, UICN 2002, Ellison 2004). Estos impactos son de especial importancia en este estudio, ya que el cambio en el uso del suelo, de agricultura y ganadería hacia el desarrollo urbanístico en el área de estudio, ha sido una de las principales amena-

zas para su conservación; ya que algunos sectores donde “la alteración ha sido más drástica ya que se ha tratado de secar” (Córdoba-Muñoz *et al.* 1998: 245 pp.), ha afectado directamente el área y la profundidad de estos humedales.

Al mismo tiempo, estas dos variables - área y profundidad - son los principales factores que definen la comunidad de aves acuáticas presentes en un humedal (Desgranges *et al.* 2006). Los ecosistemas con mayor área pueden albergar mayor abundancia de aves, mientras que el hábitat accesible de cada especie se limita a un rango de profundidad que depende de los hábitos alimentarios y la longitud de las patas, entre otros factores (Castillo-Guerrero & Carmona 2001, Maheswaran & Rahmani 2001, Paszkowski & Tonn 2006).

La Laguna Pochotal está identificada dentro del Inventario de Humedales de Costa Rica (Córdoba-Muñoz *et al.* 1998). No obstante, la poca información que se conoce sobre ella, está dispersa en archivos administrativos de diferentes instituciones nacionales, y no existe una adecuada descripción de sus características físicas y biológicas. En este estudio se describe por primera vez la comunidad de aves acuáticas, en términos de riqueza y abundancia relativa, y se evalúa la relación entre las variables biológicas y las variables físicas, con lo que se pretende aportar bases científicas para un adecuado manejo de este recurso natural.

## MÉTODOS

*Descripción del área de estudio.* La Laguna Pochotal (9°34'50"N, 84°36'25"W), se ubica en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical

transición a basal, según la clasificación de Holdridge (1982); con una precipitación anual de 3780 mm, una temperatura mínima y máxima de 23°C y 31°C respectivamente y una época seca marcada entre noviembre y abril (Instituto Meteorológico Nacional 2010).

El sector se encuentra ubicado al este de la Fila Chiquera, continúa hasta el sector de Punta Mala, en forma de una franja costera atravesada por las cuencas del río La Gloria y el río Tulín, y las quebradas Zapote, Santa Elena y El Muerto. Estas, en conjunto con la laguna, conforman una planicie de inundación de 450 hectáreas con elevaciones entre 0 y 8 m s.n.m., donde se encuentran humedales de tipo estuarino, palustrino y riberino (Bravo 2003). El Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala (RVS PH-PM) protege dos secciones de estos humedales: el estero Los Diegos (25 ha) y el estero Roto (20 ha), que están separados por la desembocadura del río Tulín (Córdoba-Muñoz *et al.* 1998). La Laguna Pochotal corresponde a un sistema palustrino, y su vegetación se encuentra dominada por especies gramíneas, con suelos de tipo “Fluva-quentic Haplupoll” (Bravo 2003), caracterizados por un drenaje pobre, fácilmente inundables, y típicamente conforman lagunas y pantanos con vegetación anegada de gramíneas y ciperáceas (Gómez & Herrera 1986).

Durante la época seca, la Laguna Pochotal presenta obvios cambios estacionales en cuanto a su extensión, sin embargo según las anécdotas de los guarda-parques de la zona, el área de espejo de agua ha disminuido drásticamente durante la última década, incluso en el verano del 2006 llegó a secarse completamente por primer vez, producto de los drenajes construidos por los desarrollos turísticos costeros aledaños (García com. pers.).

*Toma de datos.* Los muestreos se realizaron durante el periodo mayo 2009–abril 2010, aproximadamente una vez a la semana, para un total de 47 muestreos. Se utilizó la técnica

de muestreo por punto fijo sin área definida (Caughley & Sinclair 1994), en conjunto con la técnica de barrido (Martin & Bateson 1993, Ralph *et al.* 1996) aplicada cada hora desde las 05:30 h hasta las 08:30 h, y desde las 15:00 h hasta las 18:00 h, cada 20 minutos (Baillie 1991), para un total de seis repeticiones por semana. Todas las observaciones se realizaron desde una loma ubicada en el extremo norte y utilizando binoculares Bushnell 8 x 42 y un telescopio Bushnell 15x–45 x 70. Las aves se identificaron utilizando la guía de Stiles & Skutch (1995) y se registró el número de individuos de cada especie de ave acuática.

Se realizaron recorridos mensuales alrededor de la laguna para calcular las variables área y perímetro del humedal, utilizando sistemas de georeferenciación. Se utilizó una estaca calibrada, ubicada en el punto más profundo del espejo de agua, para medir la profundidad semanalmente. Finalmente se elaboraron recomendaciones de manejo que fueron presentadas ante las autoridades gubernamentales pertinentes (Vargas-Fonseca 2012), pero no son analizadas en este estudio.

*Análisis de datos.* La clasificación del estatus migratorio de las especies observadas se realizó en base a Obando-Calderón *et al.* (2013). Se calcularon los índices de riqueza diaria (RD), riqueza mensual (RM), riqueza total (RT), definidos como el número total de especies registradas por día, mes y durante todo el periodo de estudio, respectivamente. Para cada especie se estimó la abundancia media diaria (AD) como el promedio del número de individuos registrados en cada repetición, y la abundancia media mensual (AM), como el promedio de las AD de cada mes. Para la comunidad de aves acuáticas, se calculó la abundancia diaria total ( $ADT = \sum AD$ ) y la abundancia mensual total ( $AMT = \sum AM$ ).

Se construyó una curva de acumulación de especies, utilizando el índice RD, por medio de un análisis de regresión no lineal (modelo

Soberons), utilizando el programa Infostat (Grupo Infostat 2002) y EstimateS Win 7.5.0 (Colwell 2005), con el fin de calcular los valores de la pendiente de la ecuación de Clench [=  $a/(1+b \cdot n)^2$ ] y así determinar la fiabilidad del registro de la riqueza. Se estimó la proporción de fauna registrada [= Sobs/(a/b)] (Jiménez-Valverde & Lobo 2004), y los estadísticos Chao2 y Jack1, utilizando el programa R (Free Software Foundation 2009), para conocer el alcance del inventario y determinar el número estimado de especies.

Utilizando los índices de RM se realizó una prueba de similitud con base al índice de Jaccard, mediante el programa CAP III (Pisces Conservation 2004), para detectar meses cuya composición fuese similar ( $> 0,70$ ) y en base a ello se construyó un dendrograma. Los valores mayores a 0,70 indican meses con una composición similar y valores menores indican meses con una composición distinta. Este límite fue establecido a priori, arbitrariamente y basado en criterio de experto.

Se realizaron pruebas de correlación de Spearman de las variables físicas (área, perímetro y profundidad) con respecto a las variables biológicas (riqueza y abundancia), separadas en dos grupos correspondientes a la época lluviosa y seca, con el fin de observar diferentes tendencias en cada periodo y utilizando un modelo lineal en el programa R (Free Software Foundation 2009).

## RESULTADOS

La riqueza total de la comunidad de avifauna acuática de la Laguna Pochotal fue de 19 especies, pertenecientes a 11 familias. El estatus migratorio de la comunidad estuvo compuesto por ocho especies residentes, dos especies migratorias y nueve especies que presentan tanto poblaciones residentes como migratorias (Tabla 1). Las especies Ibis Blanco (*Eudocimus albus*) y Polluela Garganti-

blanca (*Laterallus albigularis*) se observaron fuera del protocolo de muestreo, por lo tanto no se incluyeron en los análisis. Los estimadores no paramétricos Chao2 y Jack 1, sobre la curva de acumulación de especies, indican que el número estimado de especies es de 19, la pendiente de la ecuación de Clench presenta un valor de 0,02, y el porcentaje de fauna registrada es de 98% (Fig. 1).

El dendrograma construido a partir de los datos de riqueza mensual y en base al índice de Jaccard, diferenció la composición de la comunidad de aves acuáticas en cuatro periodos: mayo–junio–julio (May-Jun-Jul); agosto–septiembre–noviembre (Ago-Sep-Nov); octubre–diciembre–enero (Oct-Dic-Ene); y febrero–marzo–abril (Feb-Mar-Abr) (Fig. 2). Las variables área, perímetro y profundidad presentaron los valores más bajos en el primer muestreo del estudio realizado al final de la época seca del 2009. Los valores encontrados en ese momento fueron de 0,01 ha, 29,11 m y 13 cm respectivamente. Al iniciar las primeras lluvias del mes de mayo todas las variables mostraron un aumento hasta que en el mes de octubre alcanzaron los valores máximos del periodo de estudio, 13,27 ha, 1502,82 m y 130 cm respectivamente. Al finalizar la época seca del 2010, estos valores fueron de 0,75 ha, 437,53 m y 49 cm respectivamente (Fig. 3). Asimismo las variables abundancia mensual total y riqueza mensual presentaron los valores más bajos en el mes de mayo del 2009 (23,11 individuos, 7 especies) y alcanzaron sus máximos en el mes de abril del 2010 (59,7 individuos, 16 especies) (Fig. 3).

En la época lluviosa, entre mayo y octubre, la profundidad estuvo correlacionada significativamente con la RD ( $r = 0,59$ ;  $P = 0,01$ ), no así con la ADT ( $r = 0,19$ ;  $P = 0,38$ ). Durante la época seca, entre noviembre y abril, tanto la ADT como la RD mostraron una correlación significativa con la profundidad: ADT-Profundidad ( $r = -0,46$ ;  $P = 0,03$ )

TABLA 1. Inventario de especies registradas en Laguna Pochotal, Costa Rica, durante el periodo mayo 2009-abril 2010, su nombre común y estatus migratorio. \*Estatus: R: residente; M: migratoria (Fuente: Obando-Calderón et al. 2013).

Familia	Especie	Nombre común	Estatus
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquatus</i>	Martín Pescador Collarejo	R
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Piche Común	R
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Pato Aguja	R
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Real	R-M
	<i>Ardea herodias</i>	Garzón Azulado	M
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla Bueyera	R-M
	<i>Butorides virescens</i>	Garcilla Verde	R-M
	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta Azul	R-M
	<i>Egretta thula</i>	Garceta Nivosa	R-M
	<i>Nyctanassa violacea</i>	Martinete Cabecipinto	R-M
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Martinete Coroninegro	R-M
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre Cuellinuda	R
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeñón	R-M
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana Centroamericana	R
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor Enano	R
Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallina de Agua Morada	R
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Soldadito	R-M
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Pijije Patiamarillo Menor	M
Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula Rosada	R

y RD-Profundidad ( $r = -0,72$ ;  $P < 0,01$ ). Las variables de área y perímetro no se correlacionaron con la AMT, durante la época lluviosa AMT-Área: ( $r = 0,09$ ;  $P = 0,85$ ); AMT-Perímetro: ( $r = 0,09$ ;  $P = 0,85$ ), mientras que la RM presentó una correlación significativa con ambas variables físicas: RM-Área: ( $r = 0,89$ ;  $P = 0,05$ ) y RM-Perímetro: ( $r = 0,89$ ;  $P = 0,05$ ). Durante la época seca, tanto la AMT como la RM presentaron una correlación significativamente con el área y perímetro AMT-Área: ( $r = -0,77$ ;  $P = 0,08$ ); AMT-Perímetro: ( $r = -0,77$ ;  $P = 0,08$ ); RM-Área: ( $r = -0,87$ ;  $P = 0,05$ ); RM-Perímetro: ( $r = -0,87$ ;  $P = 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

El inventario de riqueza de aves acuáticas realizado se considera completo en un 98%, por lo que el esfuerzo de muestreo fue sufi-

ciente para asegurar que durante el periodo de estudio, y con la metodología utilizada se registraron prácticamente todas las especies posibles. Sin embargo, no fue posible el registro oficial de la Polluela Gargantiblanca, una especie críptica cuya presencia fue comprobada fuera del periodo de estudio, por medio de la identificación del canto. Se recomienda ampliar las técnicas de muestro para cubrir a otros miembros de la familia Rallidae, u otras especies crípticas en caso de estar presentes. Además, dado que el hábitat fue utilizado por la especie migratoria Pijije Patiamarillo Menor (*Tringa flavipes*) (Obando-Calderón et al. 2013), es posible que otras especies migratorias o accidentales visiten el área en el futuro. El inventario levantado aporta al conocimiento previo sobre la avifauna acuática de este humedal ya que el único registro encontrado para este humedal, constataba de forma preliminar

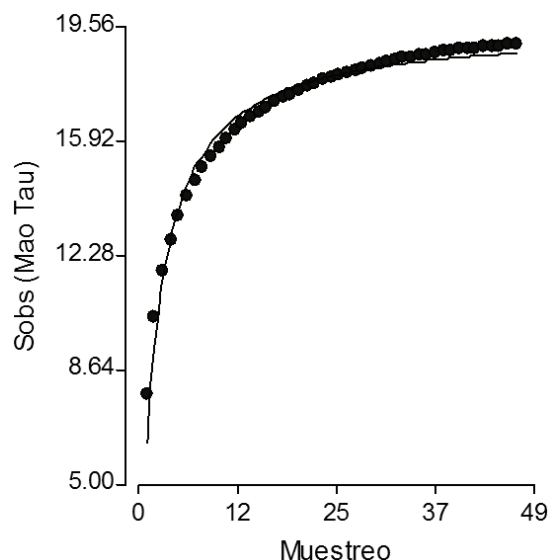


FIG. 1. Curva de acumulación de especies construido a partir del índice Riqueza Diaria de la comunidad de aves acuáticas en Laguna Pochotal durante el ciclo anual 2009 y 2010.

la presencia de solamente cuatro especies (Bravo 2003).

Las especies Garcilla Verde (*Butorides virescens*), Garza Tigre Cuellinuda (*Tigrisoma mexicanum*), Garza Real (*Ardea alba*), Jacana Centroamericana (*Jacana spinosa*) y Garcilla Bueyera (*Bubulcus ibis*) estuvieron presentes durante todo el periodo de estudio, mientras que otras especies como Pato Aguja (*Anbinga anbinga*), Martinete Coroninegro (*Nycticorax nycticorax*), Garzón Azulado (*Ardea herodias*), Gallina de Agua Morada (*Porphyrio martinica*) y Pijije Patiamarillo Menor solamente se presentaron en uno o dos meses del periodo de estudio.

El grupo de meses May-Jun-Jul se caracterizó por presentar los valores de abundancia mensual, riqueza y área mínima de todo el periodo de estudio en el mes de mayo. Es importante considerar que el primer valor de área registrado en el primer muestreo fue de 52 m<sup>2</sup>, lo cual es atribuible a que durante el año 2009, la precipitación fue menor a los 3000 mm, lo cual es al menos un 20% menor

que la media definida para la región por el Instituto Meteorológico Nacional (2010), lo cual se debió a la ocurrencia del efecto del fenómeno del Niño (National Oceanic and Atmospheric Administration 2010). Las especies observadas durante este grupo de meses fueron Piche Común (*Dendrocygna autumnalis*), la única especie registrada en este estudio de tipo consumidor primario, Jacana Centroamericana, Garza Tigre Cuellinuda y Pijije Patiamarillo Menor, la última siendo una especie migratoria que solamente se observó al inicio y al final del periodo de estudio (mayo 2009 y abril del 2010).

El grupo de meses Ago-Sep-Nov, coincidió con el incremento en la precipitación propia de la época lluviosa (Instituto Meteorológico Nacional 2010), aumentando el área del humedal y habilitando mayor hábitat acuático accesible para las aves. Considerando que el 80% de las especies registradas son consumidores terciarios (Hidalgo no publ., Stiles & Skutch 1995), es presumible que la calidad del hábitat no incremente inmediatamente tras el

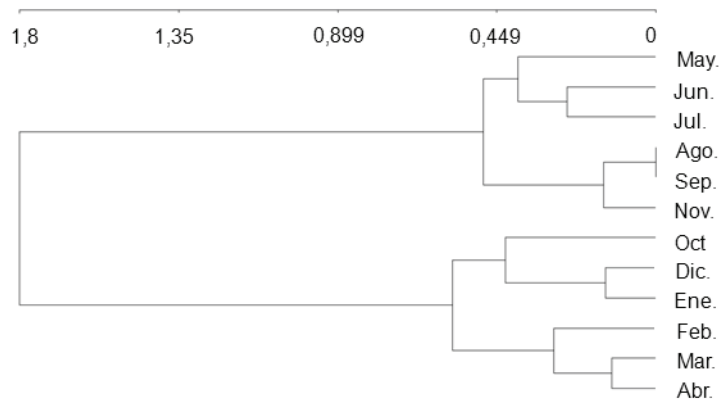


FIG. 2. Dendrograma de similitud entre meses basado en el índice de Jaccard de la avifauna acuática en Laguna Pochotal durante el ciclo anual 2009 y 2010.

aumento del área ya que se debe dar un proceso para la recuperación de las poblaciones que constituyen su fuente de alimento (Kushlan 1976a, Fortuna 2003). Por ello se observa mayor riqueza de especies, pero solamente algunos individuos de cada una, lo cual es evidente en la correlación positiva de la riqueza con las variables físicas, pero no así entre la abundancia y las mismas variables.

El grupo Oct-Dic-Ene incluye el mes que presentó los valores máximos de área y profundidad (octubre: 13,27 ha 130 cm respectivamente), agrupado con el mes de enero, cuando estas variables disminuyen drásticamente (1,47 ha y 88,5 cm). Esto indica que la comunidad de aves acuáticas presentes no solo estaría determinada por las variables físicas del humedal, sino también por variables como la disponibilidad de presas. Cuando el humedal alcanzó sus dimensiones máximas, llegó a conectar aguas superficiales con los sistemas ribereños aledaños, lo cual posiblemente permite la colonización de organismos acuáticos desde las quebradas hasta la laguna. Considerando que al inicio del periodo de estudio, no existía una conexión superficial de las aguas, es predecible que los episodios de lluvia que permiten esta conexión son importantes para la introduc-

ción de presas como peces, crustáceos y macro-invertebrados al sistema palustrino, y que constituyen presas importantes para las aves acuáticas de tipo consumidor secundario y terciario (Stiles & Skutch 1995). En este grupo de meses se registra por primera vez a el Pato Aguja y Garceta Azul (*Egretta caerulea*), quienes posiblemente determinan la separación de este grupo de meses con respecto a los demás. Las especies nadadoras-buceadoras, como Pato Aguja y Zambullidor Enano (*Tachybaptus dominicus*), requieren de cuerpos de agua con profundidad suficiente para permitir que estas se sumerjan en busca de presas, por lo que su abundancia en la laguna está relacionada de forma positiva con la profundidad (Rogers 1964, Paracuellos *et al.* 1994).

En el grupo Feb-Mar-Abr, la variable área se mantuvo entre los 1,35 ha y 0,75 ha, valores relativamente bajos, no obstante durante el mes de abril, se observaron los valores máximos de abundancia y riqueza, de todo el periodo estudiado, 57,70 individuos y 16 especies respectivamente. El incremento en la diversidad de aves acuáticas en este grupo se atribuye a dos factores conjuntos. Primero, conforme disminuye el área y profundidad del humedal pero sin llegar a niveles cercanos a la

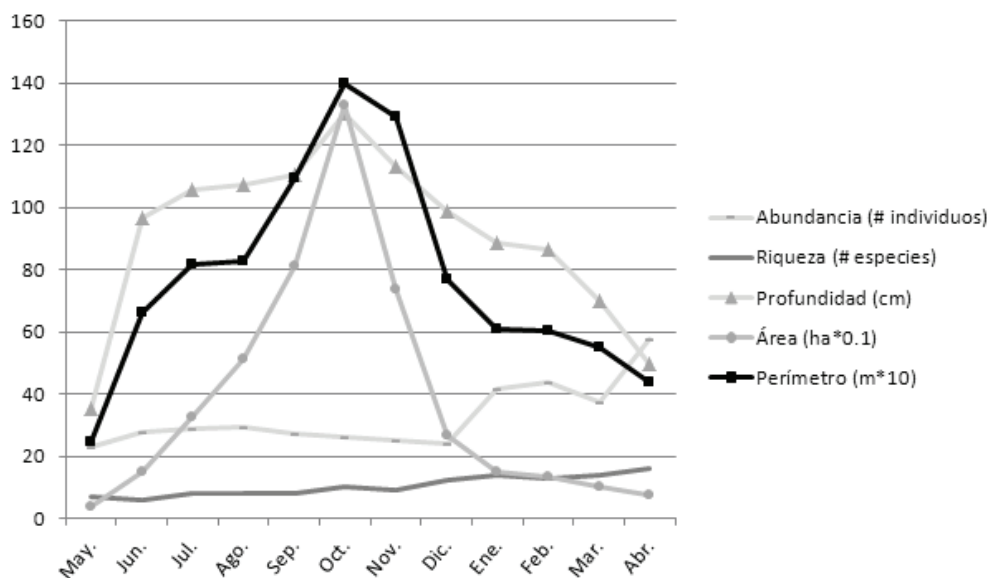


FIG. 3. Valores medios mensuales del área, perímetro, profundidad, abundancia mensual total y riqueza mensual en la Laguna Pochotal, durante el ciclo anual 2009 y 2010.

deseccación que degradarían la calidad del agua, es presumible que ocurra un aumento en la densidad de presas, lo cual significa una fuente de alimento fácilmente accesible, que sustenta una mayor abundancia de aves en comparación con los meses anteriores. En el caso del Cigüeñón (*Mycteria americana*), se observó un comportamiento de forrajeo en grupo, donde al menos 10 individuos inician un tipo de barrido en un extremo del humedal, y caminan lentamente en formación lineal hacia el otro extremo. En un momento dado, los peces se encuentran hacinados en una esquina del cuerpo de agua, lo cual es aprovechado por las aves para atrapar sus presas sincrónicamente. Así mismo, es posible que el pico en abundancia total observado en este periodo sea debido a que coincide con la época migratoria, ya que los Cigüeñones, son quienes contribuyen con la mayoría de la abundancia total del mes de abril, y fuera del periodo migratorio su presencia fue escasa y rara. Finalmente y contrario a la mayoría de

especies, el Pato Aguja no se registró en este periodo y el Zambullidor Enano, disminuyó su abundancia mensual debido a la reducción en la profundidad del humedal.

En la época seca (noviembre 2009–abril 2010) los índices riqueza mensual y abundancia media total, están inversamente correlacionados con todas las variables físicas del humedal, lo cual se debe a que posteriormente al pico de la época lluviosa presentado en octubre (Instituto Meteorológico Nacional 2010), las aves acuáticas suelen regresar a este tipo de sitios donde pueden encontrar alta disponibilidad de alimentos (Poiani 2006). Otros autores (Kushlan 1976a, Amat 1984, Hernández-Vázquez 2000) describen esta misma relación entre el nivel de agua y la diversidad de Ciconiiformes en lagunas estacionales, debido a la concentración del alimento y la accesibilidad a zonas de menor profundidad. El aumento de la diversidad de aves en la época seca ha sido corroborado en otros humedales estacionales de Costa Rica,



para algunas especies de aves acuáticas en la zona de Guanacaste (Villareal-Orias 2006, Corrales-Gómez 2006).

Al comparar el final de época seca del año 2009, correspondiente al inicio del periodo de estudio, con el final de la época seca del 2010, correspondiente al final del periodo de estudio, se observó que las dimensiones de las variables físicas fueron mayores en el 2010, probablemente debido a la diferencia en el volumen de precipitación entre ambos años, lo cual provocó que la comunidad de aves acuáticas presente fuese diferente en estas épocas homólogas. Fortuna (2003) determinó que un ciclo anual precedido por la desecación estival de un humedal causó que la diversidad de aves acuáticas fuera menor que un ciclo anual precedido por la permanencia de agua en el mismo humedal, debido principalmente a la diferencia en la disponibilidad trófica. Romano *et al.* (2005), recomiendan no hacer generalizaciones en estos casos, ya que es probable que la dinámica de la comunidad varíe en cada ciclo anual.

El estudio realizado por Umaña (2004) en los estuarios del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, reporta un total de 46 especies de aves acuáticas, lo cual se entiende al considerar el área que estos estuarios cubren, aproximadamente 45 ha, y el grado de protección que gozan. Guadagnin & Maltchik (2007) describen que fragmentos de humedales con mayor área presentan mayor riqueza de aves acuáticas que los de menor área. A pesar de que Laguna Pochotal es un humedal que en su máxima extensión cubre unas 13,27 ha, es importante contextualizar que los humedales palustrinos de Costa Rica presentan la menor densidad (0,28 humedales/100 km<sup>2</sup>) en comparación con los otros tipos de humedal (Tabilio-Valdivieso 1997), por lo tanto Laguna Pochotal es un ecosistema que se puede considerar raro y juega un papel regional importante para aportando a que la heterogeneidad del

paisaje albergue mayor diversidad de avifauna.

Finalmente es importante recalcar que el área acá registrada para este humedal, forma parte de un sistema íntimamente conectado con humedales de tipo riverino y estuarino, que en conjunto forman una planicie de inundación de 450 ha (Bravo 2003), pero que los diferentes drenajes que se han construido para secarlo (Córdoba-Muñoz *et al.* 1998), han ocasionado una disminución de su extensión. De acuerdo a un análisis de fotos aéreas, el espejo de agua de Laguna Pochotal en el 2009 es un 76% menor que en el año 1974 (Vargas-Fonseca 2012). Es importante que las fluctuaciones estacionales de las variables físicas del humedal Laguna Pochotal no sean agravadas por las presiones antrópicas presentes en la zona (Córdoba-Muñoz *et al.* 1998), pues podría causar desecaciones estivales frecuentes y el impedimento de recolonización de presas en la época lluviosa que afectarían la disponibilidad de presas (Kushlan 1976b) y consecuentemente la diversidad de la comunidad de aves acuáticas presentes podría verse afectada negativamente.

## AGRADECIMIENTOS

A Liliana Piedra-Castro, Oscar Ramírez-Alán y Carmen Hidalgo Calderón, profesores de la Universidad Nacional de Costa Rica, por su apoyo, conocimiento compartido e inspiración. A Idea Wild por el apoyo económico para la compra del telescopio y demás equipo. A Ricardo Pérez Negro por su asistencia en el campo.

## REFERENCIAS

- Amat, J. A. 1984. Las poblaciones de aves acuáticas en las lagunas andaluzas: composición y diversidad durante un ciclo anual. *Ardeola* 31: 61–79.
- Baillie, S. R. 1991. Monitoring terrestrial breeding bird populations. Pp. 112–132 *en* Goldsmith, F.

- B. (ed.). Monitoring for conservation and ecology. Chapman and Hall, London, UK.
- Brabata, G., & R. Carmona. 1999. Conducta alimentaria de cuatro especies de aves playera (Charadriiformes: Scolopacidae) en Chametla, B.C.S., México. *Rev. Biol. Trop.* 47: 239–243.
- Bravo, J. 2003. Informe: Playa Hermosa, Sector Laguna Pochotal. Expediente administrativo #172–2002. Secretaría Técnica Nacional Ambiental, San José, Costa Rica.
- Castillo-Guerrero, J. A., & R. Carmona. 2001. Distribución de aves acuáticas y rapaces en un embalse dulceacuícola artificial de Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 49: 1055–1066.
- Caughley, G., & A. Sinclair. 1994. Wildlife ecology and management. Blackwell Scientific Publications, Boston, Massachusetts, USA.
- CCAD, PROARCA, Costas, & UICN. 1999. Memorias del taller conservación y manejo de humedales y zonas costeras en América Central: metodologías y prioridades. CCAD/ PROARCA/Costas/Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Colwell, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5.0. User's guide and application. Department of Ecology and Evolutionary Biology, Univ. of Connecticut, Storrs, USA. Disponible de <http://purl.oclc.org/estimates> [Consultado el 1 de mayo, 2010].
- Córdoba-Muñoz, R., J. C. Romero-Araya, & N. J. Windevoxhel-Lora. 1998. Inventario de los humedales de Costa Rica. UICN, MINAE, SINAC, Embajada Real de los Países Bajos, San José, Costa Rica.
- Corrales-Gómez, N. 2006. Abundancia de la correa (*Aramus guarana*) en la Laguna Mata Redonda, Guanacaste, Costa Rica. *Zeledonia* 10: 25–30.
- Desgranges, J. L., J. Ingram, B. Drolet, J. Morin, C. Savage, & D. Borcard. 2006. Modeling wetland bird response to water level changes in the Lake Ontario - St. Lawrence River Hydrosystem. *Environ. Monit. Assess.* 113: 329–365.
- Ellison, A. M. 2004. Wetlands of Central America. *Wetl. Ecol. Manag.* 12: 3–55.
- Fortuna, M. A. 2003. Dependencia hídrica de la comunidad ornítica acuática de la Laguna de Manjavacas: la importancia de la desecación estival. *Oxyura* 11: 85–98.
- Frazier, S. 1999. Visión general de los sitios Ramsar: una sinopsis de los humedales de importancia internacional en el mundo. Wetlands International, Berkshire, UK.
- Free Software Foundation. 2009. R Project. Disponible de <http://cran.itam.mx/> [Consultado el 1 de mayo de 2010].
- García-Moreno, J., R. P. Clay, & C. A. Ríos. 2007. The importance of birds for conservation in the Neotropical region. *J. Ornithol.* 148: S321–S326.
- Gómez, L. D. 1986. Vegetación y clima de Costa Rica. Volumen 1: Vegetación de Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- González-Jiménez, E., & J. A. Jiménez-Ramón. 2006. Respuesta de las aves acuáticas a la apertura del espejo de agua en el humedal Ramsar Palo Verde, Costa Rica. *Zeledonia* 10: 4–12.
- Grupo Infostat. 2002. Infostat versión 1.1. Grupo Infostat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Univ. Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Guadagnin, D. L., & L. Maltchik. 2007. Habitat and landscape factors associated with Neotropical waterbird occurrence and richness in wetland fragments. *Biol. Conserv.* 16: 1231–1244.
- Hernández-Vázquez, S. 2000. Aves acuáticas del Estero La Manzanilla, Jalisco, México. *Acta Zool. Mex.* 80: 143–153.
- Hurtado, J. 2003. Abundancia, diversidad, riqueza, uso de hábitat y comportamiento de aves acuáticas: una comparación entre un humedal seminatural y un arrozal con riego en Costa Rica. Tesis de maestría, Univ. Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. 2010. Datos climatológicos: Aguirre. Descargado el 17 de junio del 2011 desde [http://www.imn.ac.cr/IMN/MainAdmin.aspx?\\_\\_EVENT-TARGET=LinksInfoClimatica](http://www.imn.ac.cr/IMN/MainAdmin.aspx?__EVENT-TARGET=LinksInfoClimatica).
- Jiménez-Valverde, A., & J. M. Lobo. 2005. Determining a combined sampling procedure for a reliable estimation of Araneidae and Thomisidae assemblages (Arachnida: Araneae). *J.*

- Arachnol. 33: 33–42.
- Kushlan, J. A. 1976a. Environmental stability and fish community density. *Ecology* 57: 821–825.
- Kushlan, J. A. 1976b. Wading bird predation in a seasonally fluctuating pond. *Auk* 93: 464–476.
- Maheswaran, G., & A. Rahmani. 2001. Effects of water level changes and wading bird abundance on the foraging behavior of Black-necked Storks *Ephippiorhynchus asiaticus* in Dudwa National Park, India. *Bioscience* 26: 373–382.
- Martin, P., & P. Bateson. 1993. *Measuring behavior: an introductory guide*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 2010. Historical El Niño and La Niña Episodes Based on the ONI computed using ERSST.v3. Descargado el 6 de junio 2010 desde [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/lanina/enso\\_evolution-status-fcsts-web.pdf](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf).
- Nebel, S., J. L. Porter, & R. T. Kingsford. 2008. Long-term trends of shorebird populations in eastern Australia and impacts of freshwater extraction. *Biol. Conserv.* 141: 971–980.
- Obando-Calderón, Gerardo., J. Chaves-Campos, R. Garrigues, M. Montoya, O. Ramirez y J. Zook. 2013. Lista Oficial de las Aves de Costa Rica 2013-2014 – Versión Online. Comité de Especies Raras y Registros Ornitológicos (Comité Científico), Asociación Ornitológica de Costa Rica. Disponible de <http://listaoficialavesdecostarica.wordpress.com/lista-oficial/lista-oficial-online/> [Consultado el 1 de agosto de 2014].
- Paracuellos, M., J. A. Oña, J. M. López, J. J. Matamala, G. Salas, & J. C. Nevado. 1994. Caracterización de los humedales almerienses en función de su importancia provincial para las aves acuáticas. *Oxyura* 7: 183–194.
- Paszowski, C. A., & W. M. Tonn. 2006. Foraging guilds of aquatic birds on productive boreal lakes: environmental relations and concordance patterns. *Hydrobiologia* 567: 19–30.
- Pisces Conservation. 2004. CAP III: Community Analysis Package, Version 3.1. Pisces Conservation Ltd., Lymington, UK.
- Poiani, A. 2006. Effects of floods on distribution and reproduction of aquatic birds. *Adv. Ecol. Res.* 39: 63–83.
- Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante, & B. Milá. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. General technical report. Pacific Southwest Station, Forest Service, Department of Agriculture, Albany, California, USA.
- Rogers, J. P. 1964. Effect of drought on reproduction of the Lesser Scaup. *J. Wildl. Manag.* 28: 213–222.
- Romano, M., I. Barberis, F. Pagano, & J. Maidagan. 2005. Seasonal and interannual variation in waterbird abundance and species composition in the Melincué saline lake, Argentina. *Eur. Wildl. Res.* 51: 1–13.
- Rueda, L. E., E. Zerda, C. M. Del Valle, & V. Hernández. 2005. *Uso de hábitat de la avifauna del Humedal Jaboque, localidad de Engativá, Bogotá, D.C., Colombia*. Convenio investigación aplicada en restauración en el humedal de Jaboque. Instituto de Ciencias Naturales, Univ. Nacional, Bogotá, Colombia.
- Stiles, G., & A. Skutch. 1995. *Guía de aves de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Heredia, Costa Rica.
- UICN. 2002. Seguimiento de las directrices de la Convención Ramsar en la planificación de los humedales de importancia internacional en Centroamérica. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, San José, Costa Rica.
- Umaña, E. 2004. *Inventario Avifaunístico del Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, Puntarenas, Costa Rica*. Práctica Profesional Supervisada, Univ. Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.
- Vargas-Fonseca, E. 2012. *Caracterización de la avifauna y su relación con las variables físicas del Humedal Laguna Pochotal, Puntarenas, Costa Rica*. Tesis de Lic., Univ. Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.
- Villarreal-Orias, J. 2006. Aves acuáticas del Refugio de Vida Silvestre Laguna Mata Redonda. *Zeledonia* 10: 13–24.

