

**UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Informe Escrito Final

**Caracterización de la avifauna y su relación con las variables físicas del
Humedal Laguna Pochotal, Puntarenas, Costa Rica**

**Proyecto de graduación presentado como requisito parcial para optar al grado de
Licenciatura en Biología con énfasis en Manejo de Recursos Naturales**

Elena María Vargas Fonseca

**Campus Omar Dengo
Heredia, 2010**

Este trabajo de graduación fue _____ por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Biología con énfasis en Manejo de Recursos Naturales.

M.Sc. Alexander Gómez Lépiz (quién preside)
Sustituye al Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Lic. Alejandro Durán Apuy
Sustituye al Director de la Escuela de Ciencias Biológicas

M.Sc. Lilliana Piedra Castro
Tutora

M.Sc. Carmen Hidalgo Calderón
Asesora

M.Sc. Johnny Villareal Orias
Invitado especial

Resumen

La Laguna Pochotal está identificada dentro del Inventario de Humedales de Costa Rica, sin embargo, la información que se conoce de esta es escasa y dispersa. Por ello, la intención de este trabajo fue registrar algunas características del humedal Laguna Pochotal, con el fin de brindar insumos para que el gobierno local pueda tomar decisiones fundamentadas en el manejo y la conservación del sitio. Para ello se consideró necesario estudiar la comunidad de aves acuáticas presente en la zona y su relación con las variables físicas del humedal. Asimismo se analizaron aspectos del entorno relacionados con el manejo del humedal, y se presentaron las recomendaciones formuladas ante el Concejo Municipal de Garabito.

El estudio se llevó a cabo entre mayo del 2009 y abril del 2010. Durante este periodo se registró un total de 19 especies, pertenecientes a 7 órdenes, 11 familias y 17 géneros. Los estimadores Chao 2 y Jack 1 establecen que el número estimado de especies es de 19 y la proporción de fauna registrada es de 98%.

La composición de la comunidad de aves acuáticas, se dividió en cuatro periodos: 1) Mayo, Junio y Julio. 2) Agosto Septiembre y Noviembre. 3) Octubre, Diciembre y Enero. 4) Febrero, Marzo y Abril. En el periodo lluvioso, la riqueza estuvo relacionada significativamente con la profundidad, área y perímetro, no así con la abundancia. Mientras que en el período seco, tanto la abundancia como la riqueza estaban relacionadas significativamente con las variables profundidad, área y perímetro.

Se encontró una dominancia de los comportamientos en cada uno de los gremios tróficos. En el caso de los consumidores terciarios, fue determinado por la alimentación ($\chi^2= 161.26$; gl 72; $P<0.05$). En el caso de los consumidores secundarios, también fue determinado por la alimentación ($\chi^2= 1070.95$; gl 95; $P<0.05$). En el caso de los consumidores primarios, fue determinado por el descanso ($\chi^2= 527.55$; gl 32; $P<0.05$). Considerando que el 79% de las especies registradas son consumidores terciarios, se puede establecer que la Laguna Pochotal es un sitio importante de alimentación para la avifauna local.

La caracterización del paisaje mostró que aún existe un sistema de canales y quebradas que lleva parte de las aguas del humedal laguna Pochotal hasta el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala; dicho sistema probablemente es utilizado por la avifauna acuática local para movilizarse entre los dos sitios.

El área de espejo de agua muestra una disminución progresiva a partir de 1974, cuando este era un 76% mayor que en el 2009, consecuencia del cambio en el uso de suelo en esta zona. Actualmente el humedal está siendo impactado por el drenaje y la desecación debido al desarrollo inmobiliario turístico de la zona.

Agradecimiento

A Diosito y todas las personas que me apoyaron, mi familia, amigos, amigas y profesores.

Dedicatoria

A Quino y Otto

Índice

Miembros del tribunal.....	I
Resumen.....	II
Agradecimientos.....	IV
Dedicatoria.....	V
Índice.....	VI
Índice de cuadros.....	VIII
Índice de figuras.....	IX
Abreviaturas.....	X
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
2. Materiales y Métodos.....	6
2.1 Descripción del área de estudio.....	6
2.2 Metodología.....	8
2.2.1 Colecta de datos.....	8
2.2.2 Análisis de los datos.....	9
3. Resultados.....	13
3.1 Diversidad.....	13
3.2 Correlación diversidad-variables físicas.....	16
3.3 Uso de hábitat.....	18
3.4 Caracterización del paisaje.....	22
3.5 Presentación ante Concejo Municipal de Garabito.....	28
4. Discusión.....	29
4.1 Diversidad.....	29

4.2	Relación diversidad-variables físicas	33
4.3	Uso de hábitat.....	34
4.4	Caracterización del paisaje	36
4.5	Presentación ante Concejo Municipal de Garabito	39
5.	Conclusiones	40
6.	Recomendaciones	42
7.	Bibliografía	45
8.	Anexos	50

Índice de cuadros

Cuadro 1. Lista de aves acuáticas registradas en la Laguna Pochotal. (* R: residente; M: migratoria; Fuente: AOCR, 2010).....	13
Cuadro 2. Similitud entre la comunidad de aves según los meses evaluados en la Laguna Pochote.	15
Cuadro 3. Lista de especies pertenecientes al gremio trófico de consumidores terciarios.....	20

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del área de estudio	6
Figura 2. Curva de acumulación de especies.....	14
Figura 3. Dendrograma de similitud de los meses según la comunidad de aves acuáticas presentes.	16
Figura 4. Comportamiento mensual de las variables área, perímetro, profundidad, abundancia mensual total y riqueza mensual en la Laguna Pochotal, durante el ciclo anual 2009 y 2010.	17
Figura 5. Comportamiento mensual del uso de hábitat que presentan los consumidores primarios en la Laguna Pochotal.	19
Figura 6. Comportamiento mensual del uso de hábitat que presentan los consumidores secundarios en la Laguna Pochotal.....	20
Figura 7. Comportamiento mensual del uso de hábitat que presentan los consumidores terciarios en la Laguna Pochotal.....	21
Figura 8. Cuerpos de agua asociados al Humedal Laguna Pochotal.	23
Figura 9. Comparación del área de espejo de agua de la Laguna Pochotal de los años 1974, 1984, 1992, 1997 y 2005	25
Figura 10. Comparación del límite del humedal Laguna Pochotal según diferentes criterios	26
Figura 11. Comparación del cambio mensual del borde de la zona inundada del Humedal Laguna Pochotal.	27

Abreviaturas

AD	Abundancia media diaria
AM	Abundancia media mensual
AMT	Abundancia media total
Al	Alimentación
ANDEVA	Análisis de Varianza
CENAT	Centro Nacional de Alta Tecnología
De	Descanso
Li	Limpieza
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
Mo	Movimiento
RD	Riqueza diaria
RE	Riqueza esperada
Re	Reproducción
RM	Riqueza media mensual
RP	Riqueza media anual
RT	Riqueza total
RVS PH-PM	Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
So	Sociales
Sv	Sobrevuelo
UD	Uso diario
UICN	Unión Mundial por la Naturaleza
UM	Uso medio mensual
UT	Uso total
Vu	Vuelo

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, conocida como Ramsar, establece que los humedales son: “extensiones de marismas, pantanos, turberas o superficies cubiertas por aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Con base en ello se definieron 42 categorías de humedales, entre las cuales se encuentra los pantanos, las lagunas, los manglares, los bosques inundados, los arrecifes, los esteros, entre otras (Ramsar, 2006).

Un humedal debe poseer tres características esenciales: a) la vegetación hidrófila; b) los suelos hídricos, que pueden mostrar desde altos grados de humedad hasta saturación; y c) condición hídrica. No obstante, dependiendo del sitio y del régimen climático es posible que una de estas características no sea perceptible o no esté presente durante todo el año (Bravo y Windevoxhel, 1997).

Los humedales se clasifican en sistema: a) marino b) estuarino; c) riberino; d) lacustrino; y e) palustrino. Estos dos últimos se caracterizan por darse en depresiones topográficas o drenajes represados natural o artificialmente, puede contener vegetación como plantas emergentes, flotantes, musgos líquenes; la salinidad del agua puede ser mareal o no mareal. Se diferencian en la profundidad del cuerpo de agua, se catalogan como lagos o lagunas si la profundidad es mayor a dos metros y como pantanos si la profundidad es menor a esta cifra (Bravo y Windevoxhel, 1997).

En Costa Rica, se han registrado 688 humedales que cubren una superficie de 3.588 km², esto significa un 7,02% del territorio nacional. De este, un 18,3 % corresponde a pantanos que presentan una densidad de 0,28 humedales/100 km² y un área media de 4,6 ± 1,94 km². La mayoría de los pantanos del país se ubica en la Región Norte, solamente el 19,4% (127,3 km²) se encuentra en la vertiente Pacífica (Tabilio-Valdivieso 1997), esto hace de los

pantanos de esta vertiente humedales raros y de importancia para la conservación de hábitats heterogéneos que alberguen una mayor diversidad biológica, como lo es la avifauna acuática.

Las aves acuáticas dependen de los humedales para llevar a cabo diferentes actividades como alimentación, reproducción, descanso, entre otras; y demandan hábitats heterogéneos que les permitan satisfacer estas necesidades. Esto se debe a la separación de nichos de las especies, donde cada una se especializa en un tipo de hábitat, tamaño de presa, zona de forrajeo, estrategia de captura, etc. (Brabata y Carmona, 1999). Por ello, en los ecosistemas que poseen mayor heterogeneidad se encuentra una mayor biodiversidad (Castillo-Guerrero y Carmona, 2001), por lo tanto, todos los tipos de hábitats son importantes en cuanto albergan especies distintas y satisfacen diferentes necesidades.

Los ecosistemas de humedal se encuentran bajo amenaza a nivel mundial, debido a que han sido alterados, destruidos o desaparecidos (Nebel *et al*, 2008), esto ha llevado a posicionar la fragmentación y la pérdida de hábitat como las principales causas de riesgo para la conservación de la avifauna (Bennett, 2004; García- Moreno *et al*, 2007). Por lo tanto es importante mantener la conectividad de los hábitats, ya que permite la dispersión y evita el aislamiento de las poblaciones de aves acuáticas, aumentando así sus probabilidades de supervivencia (Poiani, 2006).

En el caso de Centroamérica, los principales causantes de la degradación de los humedales son el dragado, el drenaje, el relleno, el desarrollo turístico desordenado y la fragmentación del paisaje, entre otros (CCAD *et al*, 1999; Frazier 1999; UICN, 2002; Ellison, 2004). Este deterioro se puede cuantificar por medio de la medición de algunas variables ambientales como área y profundidad del cuerpo de agua, pues al drenar un humedal estas disminuyen progresivamente hasta el caso extremo en el que el humedal desaparece.

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

La Laguna Pochotal es un humedal palustrino utilizado por las aves acuáticas, tanto residentes como migratorias, cuya principal degradación se debe a las presiones antrópicas. Anteriormente la laguna estaba comunicada con el Estero Los Diegos, ubicado dentro del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala (RVS PH-PM), a través de una quebrada que, tras unirse con la Quebrada Zapotal, corría paralela a la costa hasta desembocar en el estero. El cambio en el uso del suelo, de agricultura y ganadería hacia el desarrollo urbanístico causó una interrupción de esta conexión y en cambio se construyó un drenaje que desemboca en el mar. La degradación de este sitio ha sido progresiva, el sector de Estero Los Diegos -“ha sufrido alteraciones drásticas ya que se ha tratado de secar”- (MINAE y UICN, 1998), y hasta la actualidad ha sido punto de conflicto entre inversionistas y el Estado.

Actualmente se están desarrollando varios procesos judiciales con relación al sitio, por ejemplo, mediante el Decreto Ejecutivo 34507 (La Gaceta 2008) se establecieron los límites de la laguna, sin embargo, este se encuentra en impugnación ya que dicha resolución no incluye el área total del humedal, por lo tanto es una amenaza para la conservación de este hábitat de aves acuáticas.

1.2 Justificación

Costa Rica es un país reconocido internacionalmente por los esfuerzos en conservación que las comunidades, instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales han realizado en aras de la protección de los recursos naturales. Los Convenios Internacionales como el Convenio sobre los Humedales de Importancia Internacional conocido como Ramsar y la legislación nacional, como la Ley Orgánica del Ambiente y la Ley de Biodiversidad, son fruto de esos esfuerzos, sin embargo, aún falta mucho por mejorar en materia de política ambiental y persisten vacíos en el conocimiento sobre nuestros humedales.

La Laguna Pochotal está identificada dentro del Inventario de Humedales de Costa Rica (MINAE y UICN, 1998) a pesar de eso la información que se conoce sobre ella es escasa y dispersa en archivos administrativos de diferentes instituciones, por lo que no se cuenta con una adecuada descripción de sus características físicas, químicas y biológicas. Este desconocimiento finalmente se traduce en la ausencia de bases científicas para el manejo adecuado del humedal, y como reflejo de ello se pueden mencionar los múltiples conflictos ambientales entre distintas instancias gubernamentales e inversionistas. Además es un humedal que por su ubicación geográfica está sometido a una fuerte presión antrópica pues se encuentra en una de las playas de mayor actividad turística y desarrollo inmobiliario del país, a pesar de que son planicies de inundación y que la Comisión Nacional de Emergencias recomienda una restricción del desarrollo urbano para prevenir desastres naturales (Bravo 2003).

El humedal Laguna Pochotal es un hábitat poco común en la región Pacífico Central, que cumple diversas funciones como el control de inundaciones, disminución de la sedimentación, entre otros. Asimismo alberga una comunidad de aves acuáticas, tanto residentes como migratorias, que atrae a los turistas que visitan la zona, lo cual podría ser aprovechado por las comunidades y gobierno local, así como por los inversionistas que integren una visión de desarrollo compatible con la naturaleza. No obstante, para llevarlo a cabo se necesita de información científica que sirva de insumo para la conservación y manejo de este recurso natural, intención de esta investigación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar la relación entre la comunidad de aves acuáticas, respecto a las características físicas del humedal Laguna Pochotal, Puntarenas, y su entorno, para la creación de estrategias de manejo y conservación de este ecosistema.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la variación temporal de la profundidad, área y perímetro de la Laguna Pochotal sobre la diversidad de aves acuáticas presentes.
- Describir el uso de hábitat que realiza la comunidad de aves acuáticas sobre la Laguna Pochotal.
- Realizar una caracterización del paisaje que rodea la Laguna Pochotal y otros humedales aledaños.
- Formular recomendaciones para el manejo y conservación del humedal Laguna Pochotal para presentarlas ante el gobierno local de Garabito, Puntarenas.

2. Materiales y Métodos

2.1 Descripción del área de estudio

La Laguna Pochotal está ubicada en la provincia de Puntarenas, cantón de Garabito, distrito de Jacó, en la cuenca del Río Tulín (Figura 1), en las coordenadas 9° 34' 50'' latitud norte; 84° 36' 25'' longitud oeste (MINAE y UICN, 1998). 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 y una temperatura media mínima y máxima de 23 °C y 31 °C respectivamente (Instituto Meteorológico Nacional, 2010).

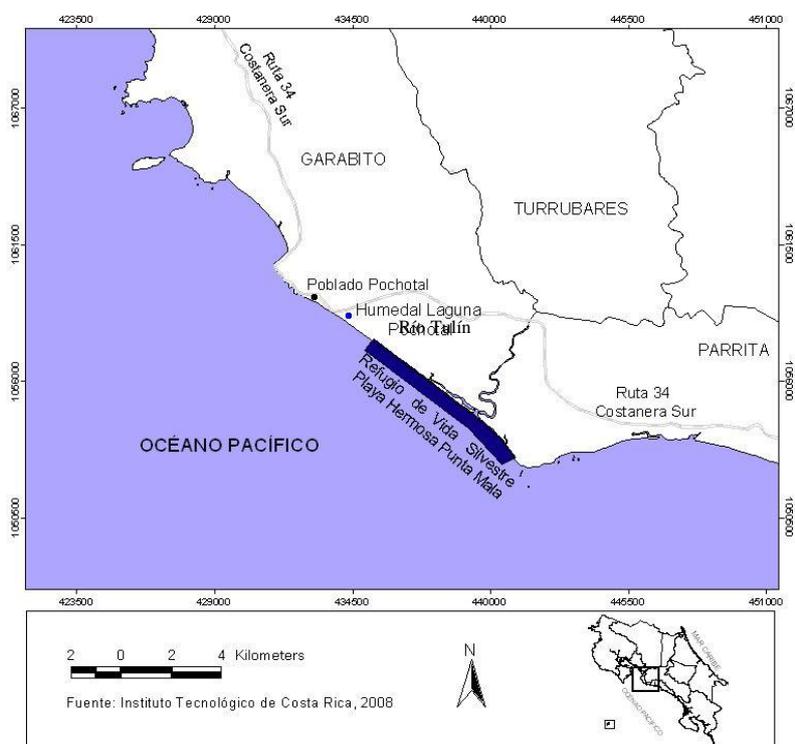


Figura 1. Ubicación del área de estudio

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 quebradas como Zapote, Santa Elena y El Muerto, que en conjunto con la laguna, conforman una planicie de inundación de 450 hectáreas con elevaciones entre 0 y ocho m.s.n.m. (Bravo, 2003), donde se encuentran humedales de tipo estuarino, palustrino y ribertino. El Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala (RVS PH-PM) protege una sección de estos humedales: el estero Los Diegos (25 hectáreas) y el estero Roto (20 hectáreas), que están separados por la desembocadura del río Tulín.

La Laguna Pochotal corresponde a un sistema palustrino, y vegetación dominada por especies gramíneas. Algunas especies de aves como *Egretta caerulea* (garza gris), *Ardea alba* (garza real), *Polyborus plancus* (quebranta huesos) y *Crotophaga sulcirostris* (tijo) son típicas de este humedal (Bravo, 2003).

El área de espejo de agua cambia por estacionalidad, mantiene un mínimo en la época seca, sin embargo, según conversaciones con los guarda parques del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, esta laguna ha disminuido su área de espejo de agua, incluso en el verano del 2006 llegó a secarse por completo, evento que no se recuerda que hubiera ocurrido en el pasado (García, 2009 com. per).

Los suelos son del tipo “Fluvaquentic Haplupoll” (Bravo, 2003) están caracterizados por un drenaje pobre y por ser zonas fácilmente inundables, lagunas y pantanos con vegetación anegada de gramíneas y ciperáceas (Gómez y Herrera 1986).

Tradicionalmente, esta zona ha sido utilizada para actividades ganaderas extensivas, pero recientemente se han desarrollado complejos turísticos que impactan este hábitat a pesar de que debería ser dedicado a la conservación de flora y fauna y a la protección de mantos acuíferos (Bravo, 2003).

2.2 Metodología

2.2.1 Colecta de datos

Los muestreos de aves acuáticas se realizaron una vez a la semana durante un año, para un total de 47 muestreos. Cada muestreo consistió en dos sesiones: la primera durante cuatro horas a partir de la hora de la salida del sol, y la segunda durante las tres horas anteriores a la puesta del sol (Ralph *et al*, 1996). Se utilizó la técnica de barrido (Martin y Bateson, 1993; Ralph *et al*, 1996), de norte a sur y de oeste a este y se registraron todas las especies de aves, el número de individuos de cada una y el comportamiento exhibido. Siguiendo las recomendaciones de Goldsmith (1991), las observaciones se hicieron cada hora, en períodos de 20 minutos (nueve repeticiones por día), para evitar réplicas de las observaciones. Se utilizó la técnica de muestreo por punto fijo sin área definida (Caughley y Sinclair, 1994), dicho punto fue ubicado en el extremo noroeste de la laguna, en un sitio elevado, donde se alcanzó la máxima visibilidad.

La identificación de las especies se realizó empleando guías especializadas (Stiles y Skutch 1995; Garrigues 2007) y la determinación del comportamiento se basó en la metodología utilizada por Rueda-C. *et al* (2005), quienes definen las siguientes categorías generales: Descanso (**De**), momentos de reposo o percha; Limpieza (**Li**), baño y limpieza utilizando el agua, el pico o las patas realizado sobre sí mismo; Movimiento (**Mo**), todo desplazamiento dentro del área de la laguna, sea este aéreo, terrestre o acuático; Alimentación (**Al**), forrajeo, captura e ingestión de alimento; Reproducción (**Re**), incluye conductas de cortejo, cópula y nidación; Sociales (**So**), conductas de juego, agresión y alo-acicalamiento (limpieza corporal de un individuo hacia otro); Vuelo desde o hacia afuera de la laguna (**Vu**) corresponde a los individuos que recién llegan o se van del área de la laguna. En esta última categoría se incluyó una modificación: se incorporaron ocho sub categorías correspondientes al punto cardinal del desplazamiento: (Vu Norte, Vu Noroeste, Vu Oeste, Vu Suroeste, Vu

Sur, Vu Sureste, Vu Este y Vu Noreste) para conocer la dirección que tienen las aves al volar fuera del humedal, así como la dirección de la que provienen las aves que llegan del humedal.

Se registró el borde de la laguna, definido como el límite de los suelos saturados de agua (Bravo y Windevoxhel, 1997), además fue recorrido una vez al mes utilizando un GPS marca Garmin (modelo eTrex Vista), con un margen de error de cuatro metros. Los datos se transfirieron utilizando el programa GPS Track Maker (Junior, 2007) y se trasladaron al programa Arc View 3.2 (ESRI, 1999) para calcular las variables área y perímetro del humedal. En cuanto a la profundidad de la laguna, se midió semanalmente utilizando una estaca calibrada fija, que fue ubicada en el punto más profundo del espejo de agua al inicio del estudio.

2.2.2 Análisis de los datos

Para llevar a cabo la descripción de la comunidad de aves acuáticas presente, se calcularon los parámetros de riqueza y abundancia, basándose en la metodología utilizada por Hurtado (2003), no obstante, se hicieron las siguientes modificaciones:

Siendo la riqueza diaria (RD), el número total de especies observadas cada día, se calcularon los siguientes índices:

Riqueza Diaria (RD) = # de especies observadas por día

Riqueza Mensual (RM) = # de especies observadas por mes

Riqueza Total (RT) = el número total de especies registradas

En este cálculo realizado para cada especie, “a” representa el número de individuos observados en cada conteo, se computó la abundancia media diaria y abundancia media mensual de cada especie

$$\text{Abundancia media diaria (AD)} = \sum a / \# \text{ conteos diarios}$$

$$\text{Abundancia media mensual (AM)} = \sum \text{AD} / \# \text{ muestreos por mes}$$

Para cada mes, se calculó la abundancia total diaria y abundancia mensual total de la comunidad de aves acuáticas.

$$\text{Abundancia diaria total (ADT)} = \sum \text{AD},$$

$$\text{Abundancia mensual total (AMT)} = \sum \text{AM}$$

Se construyó una curva de acumulación de especies, utilizando las AD, por medio de un análisis de regresión no lineal (modelo Soberons), para esto fueron utilizados los programas: Infostat (Grupo Infostat, 2002) y EstimateS (Altura Software, 2003). Se calcularon los valores de la pendiente de la ecuación de Clench ($=a/(1+b \cdot n)^2$) para determinar la fiabilidad del registro de la riqueza; y se estimó la proporción de fauna registrada ($=Sobs/(a/b)$) para conocer el alcance del inventario (Jiménez-Valverde y Lobo, 2004). Por último, se estimaron los estadísticos Chao2 y Jack1 para determinar el número estimado de especies, utilizando el programa R (Free Software Foundation, 2009)

Utilizando las AM de cada especie se realizó una prueba de similitud con base en el índice Jaccard, mediante el programa CAP III (Pisces Conservation, 2004), para toda la comunidad de aves registrada para determinar si existen meses cuya composición fuese similar (>0.7) Además se construyó un dendrograma para graficar la similitud de la comunidad de aves acuáticas en los meses estudiados.

Para estimar el uso de hábitat que las aves realizan en el humedal se dividió la comunidad de acuerdo al gremio trófico al que pertenece cada especie basándose en los gremios establecidos por Hidalgo (1999). Para cada gremio (consumidores primarios, secundarios y terciarios) se calculó la proporción de las ocurrencias de cada tipo de comportamiento. Para cada tipo de comportamiento se calcularon los siguientes índices, es las fórmulas “f” representa el número de ocurrencias por día (Martin y Bateson 1993):

$$\text{Uso Diario (UD)} = f * 100 / \# \text{ de individuos observados por día}$$

$$\text{Uso medio mensual (UM)} = \sum \text{UD} / \# \text{ muestreos por mes}$$

Las subcategorías de “vuelo” fueron analizadas de forma independiente y anual para ello se calculó el porcentaje que cada dirección registrada representa del total de vuelos anotados:

$$\% \text{ Vu (dirección)} = \text{Frecuencia Vu (dirección)} * 100 / \text{Total Vu}$$

Se construyeron figuras que muestran la distribución del uso de hábitat para cada gremio trófico empleando el programa Excel. Mediante el programa StatGraphics (StatPoint, 2007), para cada uno de los tres gremios, se construyó una tabla de contingencia, utilizando la prueba de Chi cuadrado para determinar la dependencia de los comportamientos registrados. En el caso de los consumidores secundarios fue necesario eliminar el mes de Junio y los comportamientos “social” debido a que no se produjo registros. En el caso de los consumidores primarios por las mismas razones se eliminaron los meses de febrero y marzo, así como el comportamiento “reproducción”.

Se separaron los datos en dos grupos correspondientes a la Época Lluviosa (Mayo-Octubre) y Época Seca (Noviembre-Abril). Se realizaron pruebas de normalidad de los datos y homogeneidad de varianza, esto condujo a la aplicar una prueba de correlación no paramétrica (Zar, 1999). Para cada época se realizaron pruebas de correlación de Spearman de los datos mensuales de área y perímetro con respecto a las AMT y las RM; así como con los datos semanales de profundidad con relación a las ADT Y RD. En todos los casos se utilizó el programa Infostat (Grupo Infostat, 2002), donde la hipótesis nula fue que no existe alguna relación entre la variación temporal.

Utilizando el programa Arc View 3.2 (ESRI, 1999) se realizó una caracterización del paisaje que rodea la Laguna Pochotal. Para ello se utilizó información levantada en las visitas de campo, fotografías aéreas del Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT) del año 1942, 1974, 1997 y 2005, y registros históricos de la zona, brindados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Mediante dichas fuentes se produjeron: mapas sobre los afluentes y efluentes del humedal, otras áreas aledañas inundadas, la posición de los mojones del IGN

que se encuentran en el humedal, el cambio mensual del área inundada durante el período de estudio, comparación entre las áreas de espejo de agua de la Laguna Pochotal registrados para los años 1974, 1984, 1992, 1997, y el 2009, y comparación de las fotografías aéreas de los años 1942, 1974, 1997 y 2005.

Con base en estos resultados se definieron recomendaciones para la conservación y manejo de este humedal. Además se realizó una solicitud de audiencia ante el Concejo Municipal de Garabito para exponer los resultados obtenidos y presentar las recomendaciones formuladas.

3. Resultados

3.1 Diversidad

Se realizaron 47 muestreos entre mayo del 2009 y abril del 2010. Como resultado fueron registradas 19 especies de aves acuáticas, las cuales pertenecen a 7 órdenes, 11 familias y 17 géneros. El estatus migratorio de la comunidad está compuesto por ocho especies residentes, dos especies migratorias y nueve especies que presentan tanto poblaciones residentes como migratorias (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lista de aves acuáticas registradas en la Laguna Pochotal.

(* R: residente; M: migratoria)

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS*
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquatus</i>	Martín pescador	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	M
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza del ganado	R-M
	<i>Butorides virescens</i>	Garcilla verde	R-M
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	R-M
	<i>Egretta thula</i>	Garza blanca	R-M
	<i>Nyctanassa violacea</i>	Martinete	R-M
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Chocuaco	R-M
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre	R
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeñón	R-M
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Gallito de agua	R
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Patito zambullidor	R
Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	Gallina de agua morada	R
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Soldadito	R-M
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Pijije, Zarceta	M
Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	R

*Fuente: Asociación Ornitológica de Costa Rica (AOCR), 2010

La curva de acumulación de especies llega a formar una asíntota (Figura 2), que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente. Esto fue confirmado por medio de los estimadores no paramétricos Chao2 y Jack 1, los cuales establecen que el número estimado de especies es de 19, mediante la pendiente de la ecuación de Clench, que presenta un valor de 0.02, y por medio del porcentaje de fauna registrada, el cual es de 98%.

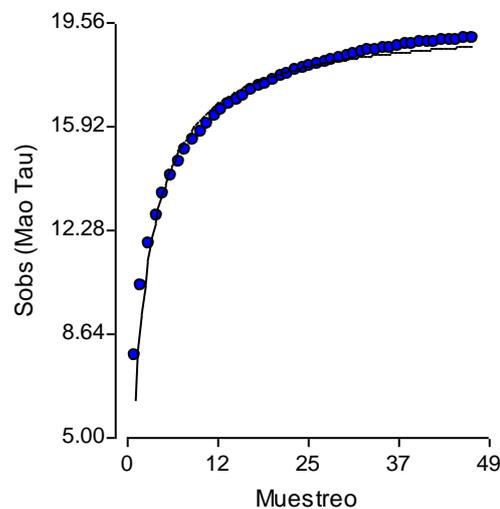


Figura 2. Curva de acumulación de especies.

La especie acuática *Eudocimus albus* se registró en el 15% de los muestreos, mientras volaba sobre el sitio de estudio, pero no fue considerada en los análisis debido a que los vuelos eran observados fuera de lo que se definió como límite del humedal. Además la especie acuática *Laterallus albigularis* se registró cantando en 3 ocasiones, no obstante, tampoco se incluyó en los análisis, debido a que fue escuchada fuera del periodo de muestreo, cuando se realizaba la delimitación del borde del humedal.

Los valores mayores o iguales a 0.70 resultantes de la prueba de similitud de Jaccard indican que los pares de meses junio-julio; junio-agosto; junio-septiembre; julio-agosto; julio-septiembre; agosto-septiembre; noviembre-julio;

noviembre- agosto; noviembre-septiembre; noviembre-octubre; diciembre-enero; y febrero-marzo presentan la mayor similitud en su comunidad de aves acuáticas. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Similitud entre la comunidad de aves según los meses evaluados en la Laguna Pochotal.

	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene	Feb.	Mar	Abr.
Mayo												
Junio	0.63											
Julio	0.67	0.75										
Agosto	0.67	0.75	0.78									
Septiembre	0.67	0.75	0.78	1.00								
Octubre	0.55	0.45	0.64	0.64	0.64							
Noviembre	0.60	0.67	0.70	0.89	0.89	0.73						
Diciembre	0.46	0.38	0.54	0.54	0.54	0.69	0.62					
Enero	0.40	0.43	0.57	0.57	0.57	0.60	0.64	0.86				
Febrero	0.33	0.27	0.40	0.40	0.40	0.64	0.47	0.67	0.69			
Marzo	0.31	0.25	0.38	0.38	0.38	0.60	0.44	0.63	0.65	0.80		
Abril	0.44	0.29	0.41	0.41	0.41	0.63	0.47	0.65	0.67	0.71	0.88	

El dendrograma construido a partir de la prueba de similitud de Jaccard, agrupa los meses del año según la similitud de la comunidad de aves acuáticas presentes. A partir de este se puede separar los meses en 4 grupos: mayo-junio-julio; agosto-septiembre-noviembre; octubre-diciembre-enero; y febrero-marzo-abril, cuya comunidad de aves acuáticas es similar dentro de cada grupo, pero diferente entre ellos (Figura 3).

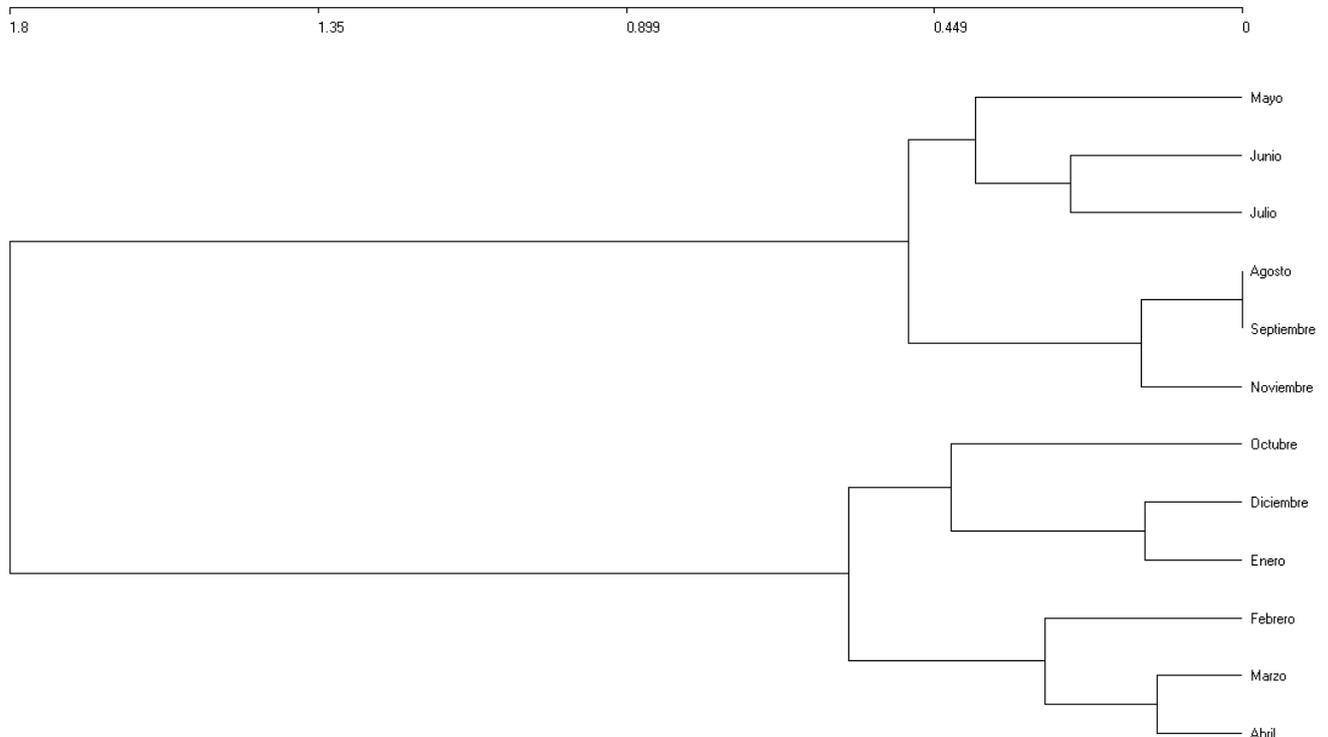


Figura 3. Dendrograma de similitud de los meses según la comunidad de aves acuáticas presentes.

3.2 Correlación diversidad-variables físicas

Las variables área, perímetro y profundidad presentan 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 muestran un aumento hasta que en el mes de octubre alcanzan los valores máximos del periodo de estudio, 13.27 ha, 1502.82 m y 130 cm respectivamente. Al iniciar los muestreos del mes de noviembre todas estas variables, área, perímetro y profundidad, decrecen hasta llegar el último muestreo del estudio, realizado al final de la época seca del 2010. Los valores registrados en ese momento fueron de 0.75 ha, 437.532 m y 49 cm respectivamente.

Asimismo las variables abundancia y riqueza presentan los valores más bajos en el mes de mayo del 2009: 23.11 individuos y 7 especies respectivamente, y alcanzan su máximo en el mes de abril, 59.70 individuos y 16 especies respectivamente (Figura 4).

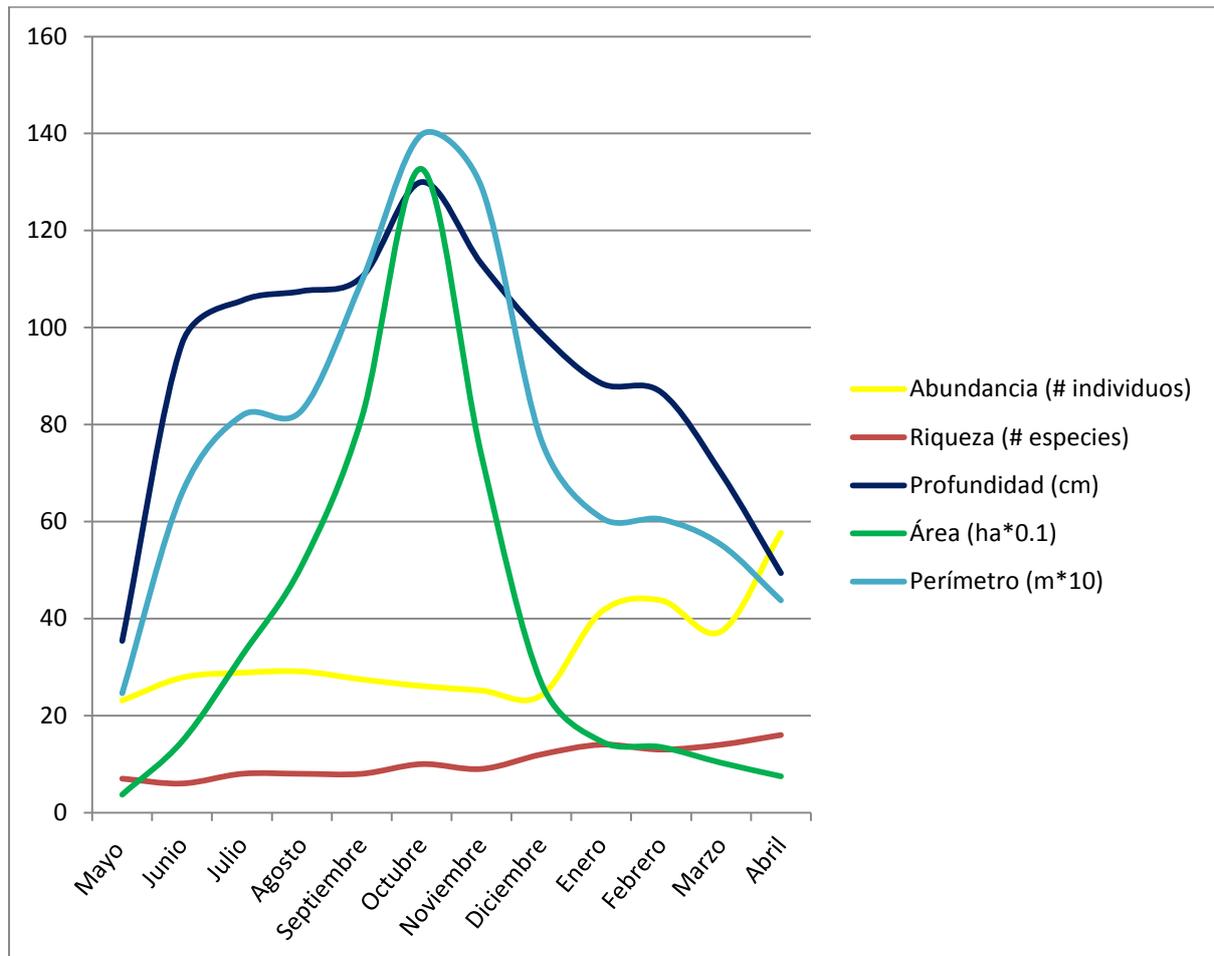


Figura 4. Comportamiento mensual de las variables área, perímetro, profundidad, abundancia mensual total y riqueza mensual en la Laguna Pochotal, durante el ciclo anual 2009 y 2010.

En el periodo lluvioso, entre mayo y octubre, la profundidad está correlacionada significativamente con la RD ($r=0.59$; gl 21; $P=0.01$), no así con la ADT ($r=0.19$; gl 21; $P=0.38$).

Durante el período seco, entre noviembre y abril, tanto la ADT como la RD están correlacionadas significativamente con la profundidad: ADT-Profundidad ($r=-0.46$; gl 22; $P=0.03$) y RD-Profundidad ($r=-0.72$; gl 22; $P<0.01$).

Las variables de área y perímetro no se encuentran correlacionadas con la AMT, durante el periodo lluvioso AMT-Área: ($r=0.09$; gl 4; $P=0.85$); AMT-Perímetro: ($r=0.09$; gl 4; $P=0.85$). Mientras que la RM presentó una correlación significativa con ambas variables físicas: RM-Área: ($r=0.89$; gl 4; $P=0.05$) y RM-Perímetro: ($r=0.89$; gl 4; $P=0.05$).

Durante el período seco, tanto la AMT como la RM se correlacionan significativamente con el área y perímetro AMT-Área: ($r=-0.77$; gl 4; $P=0.08$); AMT-Perímetro: ($r=-0.77$; gl 4; $P=0.08$); RM-Área: ($r=-0.87$; gl 4; $P=0.05$); RM-Perímetro: ($r=-0.87$; gl 4; $P=0.05$).

3.3 Uso de hábitat

El gremio trófico de consumidores primarios se encuentra conformado solamente por la especie *D. autumnalis*. En los meses de febrero y marzo, no se registró la presencia de esta especie en el sitio de estudio, por lo tanto, no existen datos de uso de hábitat, para esos meses. (Figura 5). En este gremio se encontró una dependencia significativa del uso del hábitat, donde la actividad de “descanso” fue el comportamiento que se registró con mayor frecuencia ($\chi^2= 527.55$; gl 32; $P<0.05$).

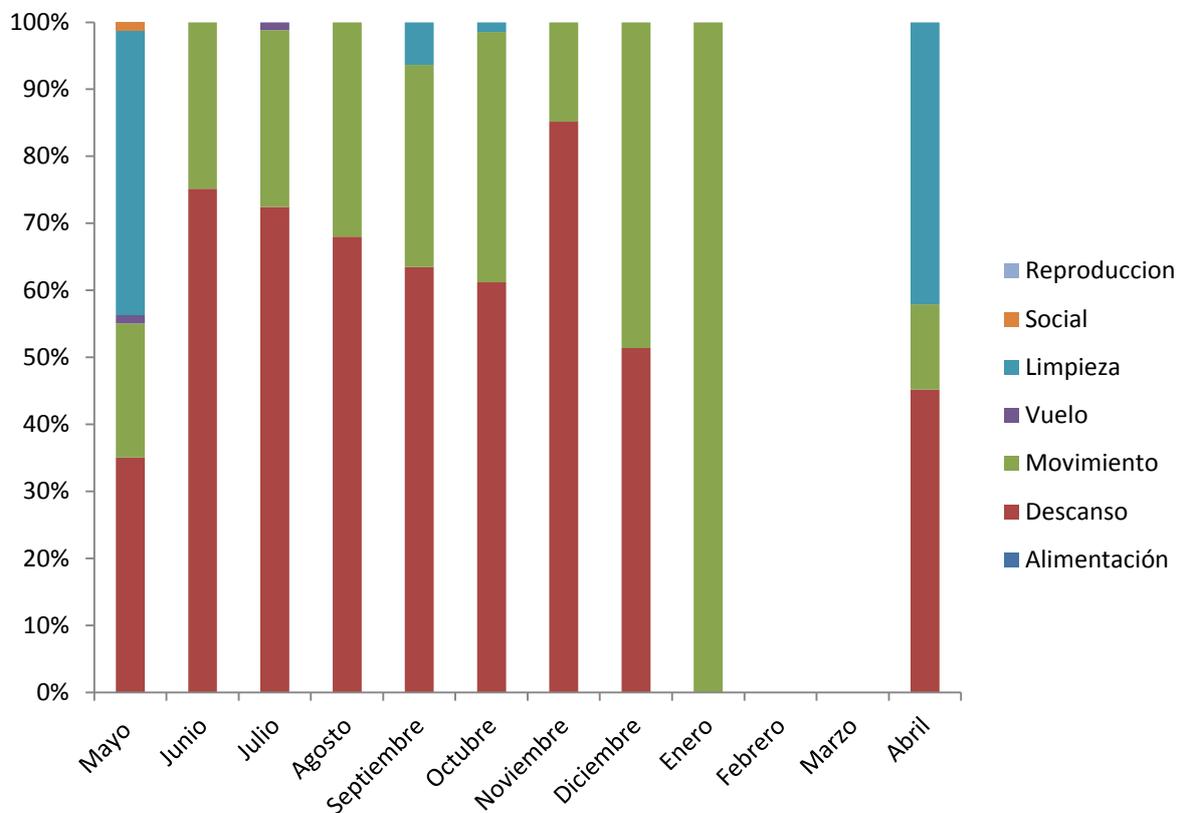


Figura 5. Comportamiento mensual del uso de hábitat que presentan los consumidores primarios en la Laguna Pochotal.

El gremio trófico de consumidores secundarios se encuentra conformado por las especies *B. ibis*, *T. flavipes* e *H. mexicanum*. En el mes de junio no se registró la presencia de estas especies en el sitio de estudio, razón por la que no existen datos de uso de hábitat para esos meses. (Figura 6). En este caso, se encontró una dependencia significativa en el uso del hábitat ($\chi^2 = 1070.95$; gl 95; $P < 0.05$), donde la actividad de “alimentación” fue mayormente registrada.

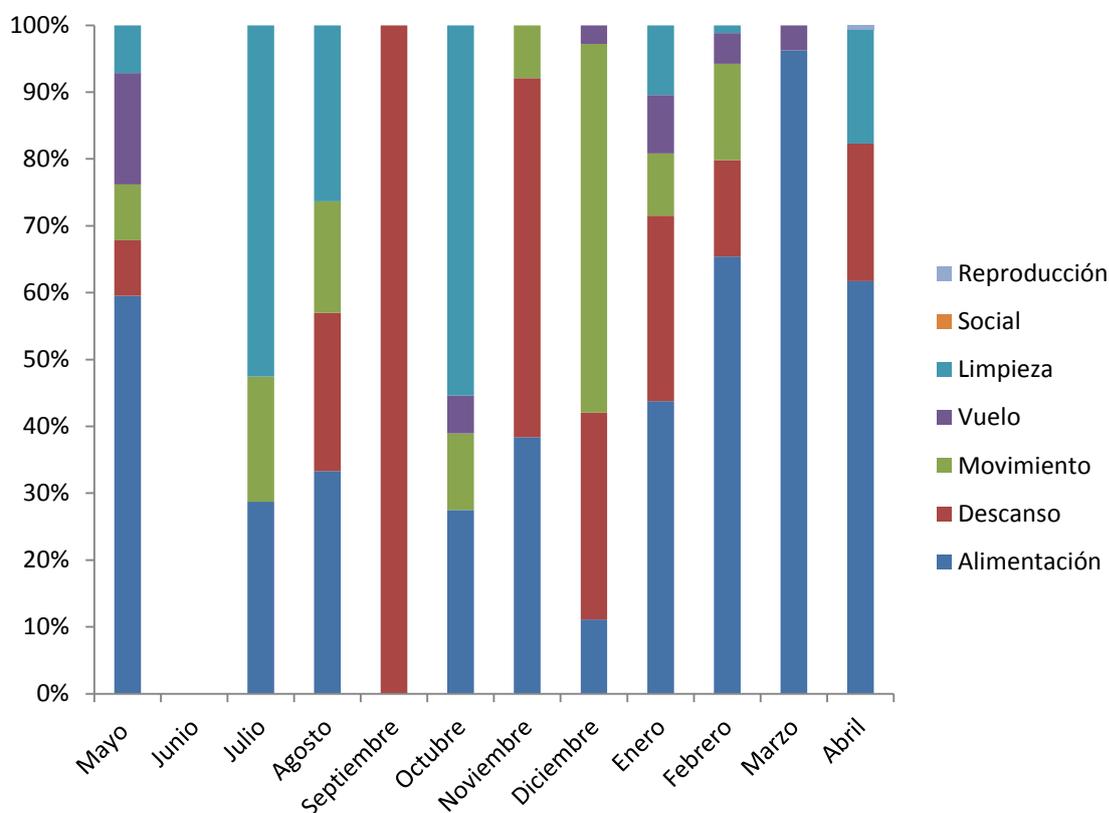


Figura 6. Comportamiento mensual del uso de hábitat que presentan los consumidores secundarios en la Laguna Pochotal.

El gremio trófico de consumidores terciarios se encuentra conformado por las demás quince especies (Cuadro 3).

Cuadro 3. Lista de especies pertenecientes al gremio trófico de consumidores terciarios

ESPECIES	
<i>Megaceryle torquatus</i>	<i>Nycticorax nycticorax</i>
<i>Anhinga anhinga</i>	<i>Tigrisoma mexicanum</i>
<i>Ardea alba</i>	<i>Mycteria americana</i>
<i>Ardea herodias</i>	<i>Jacana spinosa</i>
<i>Butorides virescens</i>	<i>Tachybaptus dominicus</i>
<i>Egretta caerulea</i>	<i>Porphyrio martinica</i>
<i>Egretta thula</i>	<i>Platalea ajaja</i>
<i>Nyctanassa violacea</i>	

El gremio de consumidores terciarios representa el 80% de toda la comunidad de aves acuáticas del humedal Laguna Pochotal, su presencia se registró durante todo el periodo de estudio, y el comportamiento dominante fue la alimentación ($\chi^2 = 161.26$; gl 72; $P < 0.05$) (Figura 7).

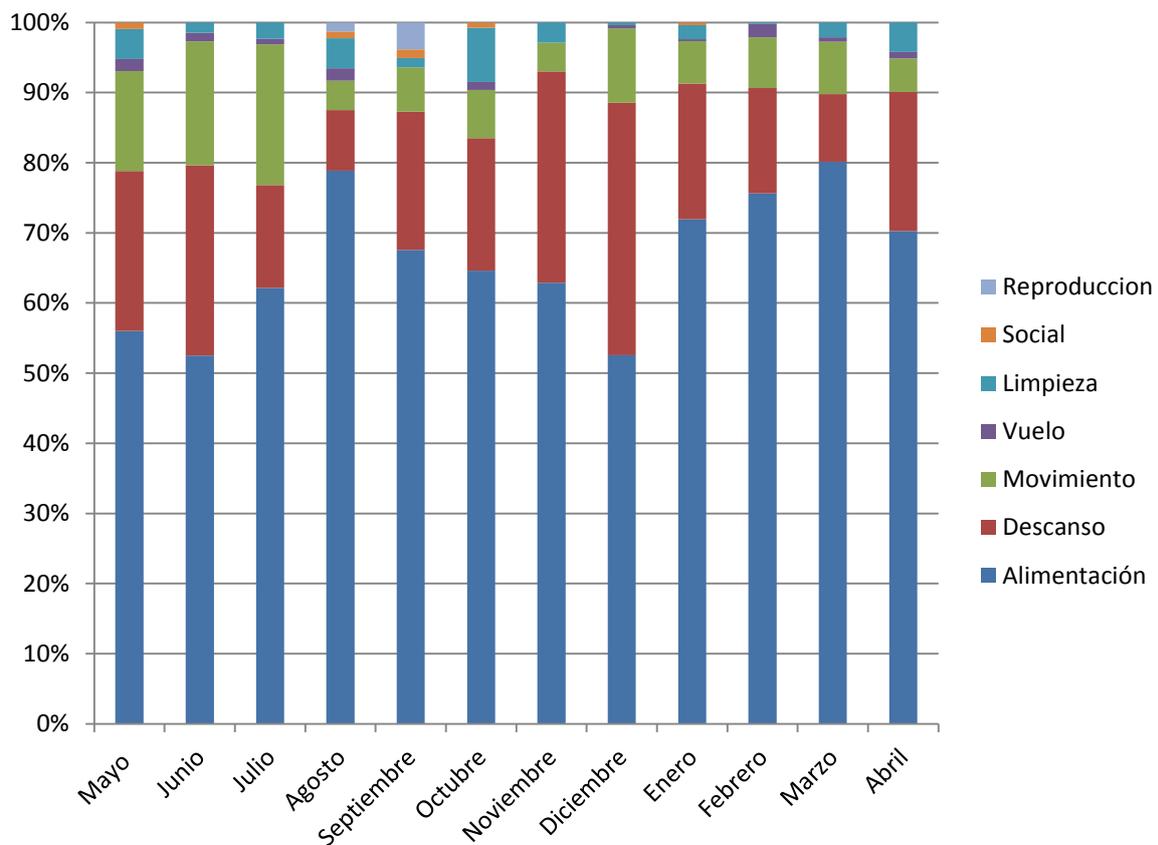


Figura 7. Comportamiento mensual del uso de hábitat que presentan los consumidores terciarios en la Laguna Pochotal.

Por último, la subcategoría de "vuelo (sureste)" acaparó el 100% de los registros de vuelos anotados, significando que todas las aves que llegan o que se marchan del humedal tienen dirección sureste con respecto al sitio.

3.4 Caracterización del paisaje

El Humedal Laguna Pochotal se encuentra en una depresión topográfica, por lo tanto, la lluvia que cae en el sector norte fluye en forma superficial y subterránea hasta llegar al humedal. Otros afluentes son el alcantarillado pluvial proveniente de la zona de calle Hermosa, que pasa debajo de la carretera nacional Costanera Sur y desemboca hacia el Humedal Laguna Pochotal, y la quebrada Zapotal, afluente intermitente que en la época lluviosa tiene conexión con la laguna.

El principal efluente del humedal es un drenaje artificial, construido entre los años 1992 y 1997, que desagua el caudal del Humedal Laguna Pochotal y parcialmente la Quebrada Zapotal. El resto de las aguas de la Quebrada Zapotal fluye hasta conectarse con las Quebradas Santa Elena y El Muerto, y continúa hasta el Estero Los Diegos, donde forma otros humedales a su paso con lo cual constituye un sistema de conexión entre el Humedal Laguna Pochotal y el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala (Figura 8).

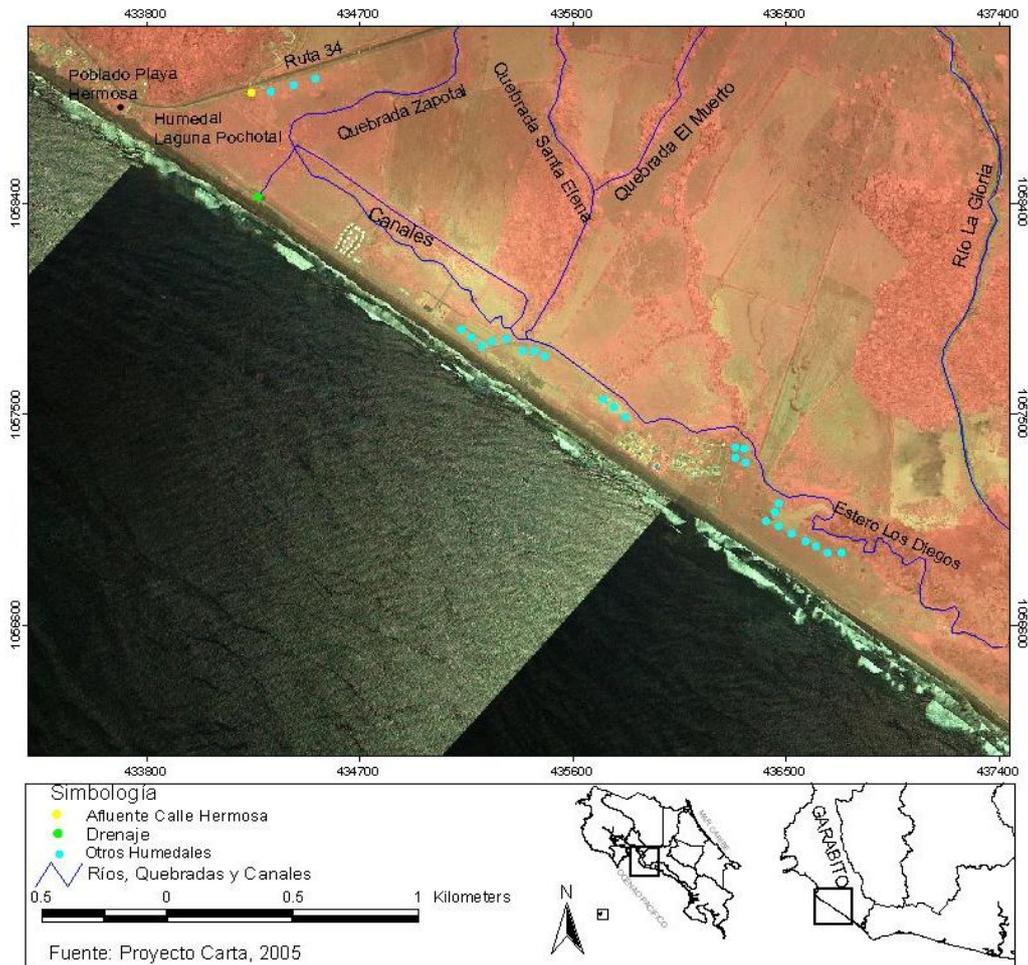


Figura 8. Cuerpos de agua asociados al Humedal Laguna Pochotal.

En las cuatro fotografías aéreas que se disponen, además de la información brindada por el IGN, se puede observar el cambio de uso de suelo llevado a cabo en la zona de estudio. En la fotografía del año 1942 (Anexo 1), se puede apreciar que la zona estaba conformada por bosque primario. Por las características topográficas (poca pendiente), hidrológicas (presencia de varios ríos con influencia intermareal) y edafológicas (suelos arcillosos de baja permeabilidad) se puede deducir que la mayor parte de la vegetación costera era de tipo manglar. En la zona de la Laguna Pochotal y las Quebradas Zapotal, Santa Elena y El Muerto es probable que la vegetación predominante haya sido bosque inundado, con zonas de espejos de agua y vegetación acuática.

En la fotografía aérea del año 1974, se puede observar el drástico cambio en el uso del suelo (Anexo 2). La mayor parte del bosque primario, incluyendo zonas de manglar, fue deforestado. En la fotografía aérea del año 1997 (Anexo 3) se puede apreciar que la mayor parte de los parches de bosque remanentes se mantiene desde 1974, e incluso hay zonas donde se han dado procesos de recuperación.

La última fotografía aérea disponible corresponde al año 2005, en ella se observa que los parches de bosque remanentes que no están protegidos dentro del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, también se aprecia que los bosques riparios que protegen las quebradas de la zona se mantienen (Anexo 4). El cambio más importante en cuanto a uso del suelo es la presencia de proyectos de urbanización turísticos, ubicados dentro de la planicie de inundación de la cuenca del Río Tulín, para llevar a cabo su construcción algunos humedales y quebradas fueron drenados o desviados.

Según un estudio fotointerpretativo, basado en fotografías aéreas, realizado por el Departamento de Cartografía del IGN, la construcción de la carretera costanera sur significó un impacto al sistema hidrográfico local, sin embargo, en los planos de 1984 y 1992 es posible observar que las aguas de la laguna se unían con las Quebradas Zapotal, Santa Elena y El Muerto y en conjunto fluían paralelo a la costa con dirección sureste hasta llegar al Estero Los Diegos, donde desembocaban sus aguas naturalmente (Vargas, 2002). En cambio, en el plano basado en la fotografía aérea del año 1997 se observa que “el desagadero natural de la laguna, es prácticamente imperceptible.... El desagüe actual de la laguna se produce en forma perpendicular a la carretera, en un punto que se puede apreciar claramente una cárcava remontante de grandes proporciones y agua empozada debido al impedimento de salida por nivel” (Vargas, 2002).

Actualmente el estado de este sistema de humedales se encuentra deteriorado, especialmente porque las quebradas y canales que corren paralelo a la costa no cuentan con la zona de protección que establece la Ley Forestal (15-20 metros en ambos márgenes). El sistema que conecta el Humedal Laguna Pochotal y el Estero Los Diegos mide aproximadamente cinco km, y en su mayor parte se encuentran desprovisto de vegetación.

El área del espejo de agua de la Laguna Pochotal ha disminuido a través del tiempo según los registros de los años 1974, 1984, 1992, 1997 y 2009 (Figura 9). El tamaño de

espejo de agua que se encontró en el trabajo de campo realizado en el 2009 ha disminuido en un 76% con relación al año 1974.

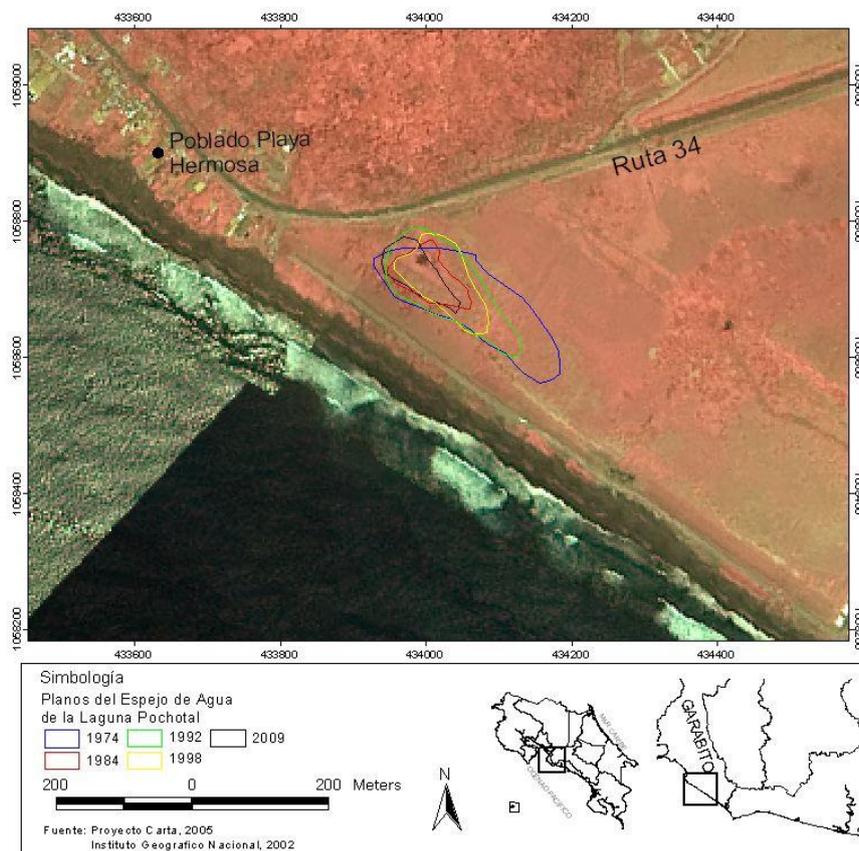


Figura 9. Comparación del área de espejo de agua de la Laguna Pochotal de los años 1974, 1984, 1992, 1997 y 2005

En el trabajo de campo realizado en el año 2009, se confirma que el amojonamiento realizado en el 2002 no delimita el borde del Humedal Laguna Pochotal, pues desde el mes de junio el borde de la zona inundada sobrepasa los mojones mencionados y conforme avanza la época lluviosa estos se ubica cada vez más lejos del borde de la zona inundada. A pesar de que la ubicación de los mojones es incorrecta, y que el Instituto Geográfico Nacional en conjunto con funcionarios del Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC) realizó otro levantamiento en diciembre del 2005, la posición de estos no ha sido corregida, por lo cual la delimitación oficial de la Laguna Pochotal (Decreto Ejecutivo 34507, 2008) continúa siendo

parcial. Incluso este último levantamiento fue realizado en el mes de diciembre por lo que no incluye el tamaño que alcanza el humedal en la época lluviosa (Figura 10).

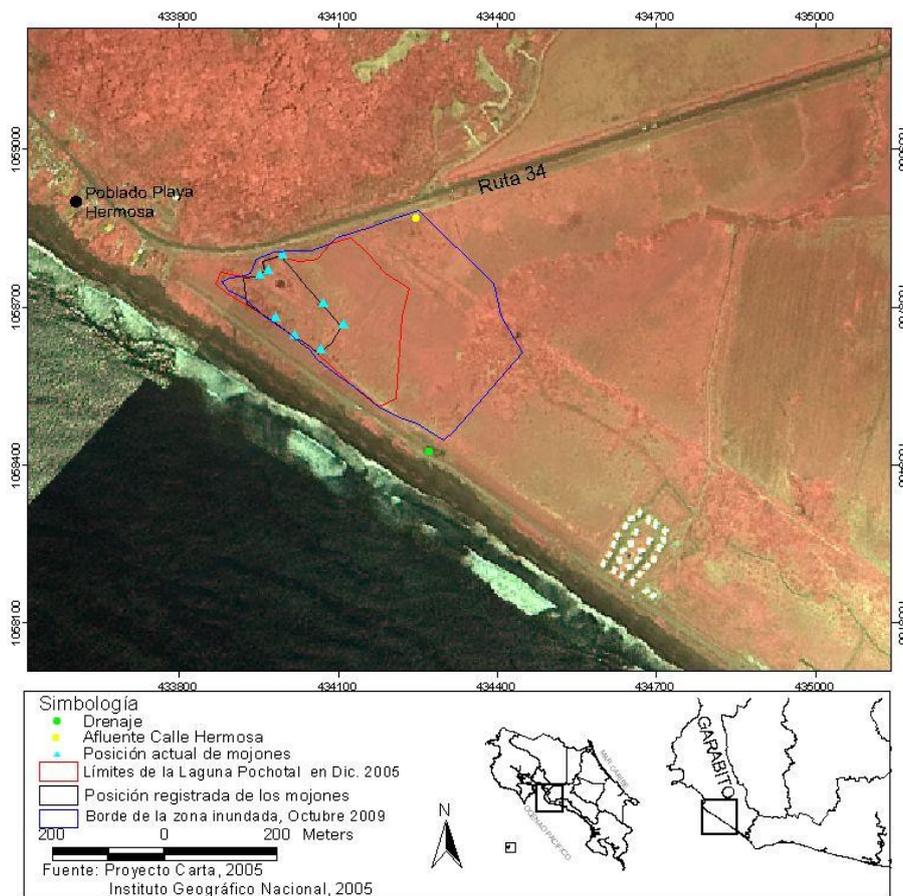


Figura 10. Comparación del límite del humedal Laguna Pochotal según diferentes criterios

Debido a las marcadas estaciones del año y al sistema de drenaje el tamaño de este humedal cambia drásticamente a través del año. Esto se visualiza en la Figura 11, donde se grafica el borde de la zona inundada registrado mediante trabajo de campo durante los meses comprendidos entre Abril 2009 y Octubre 2009, este estudio abarca el tamaño mínimo y máximo del humedal durante el periodo de estudio.

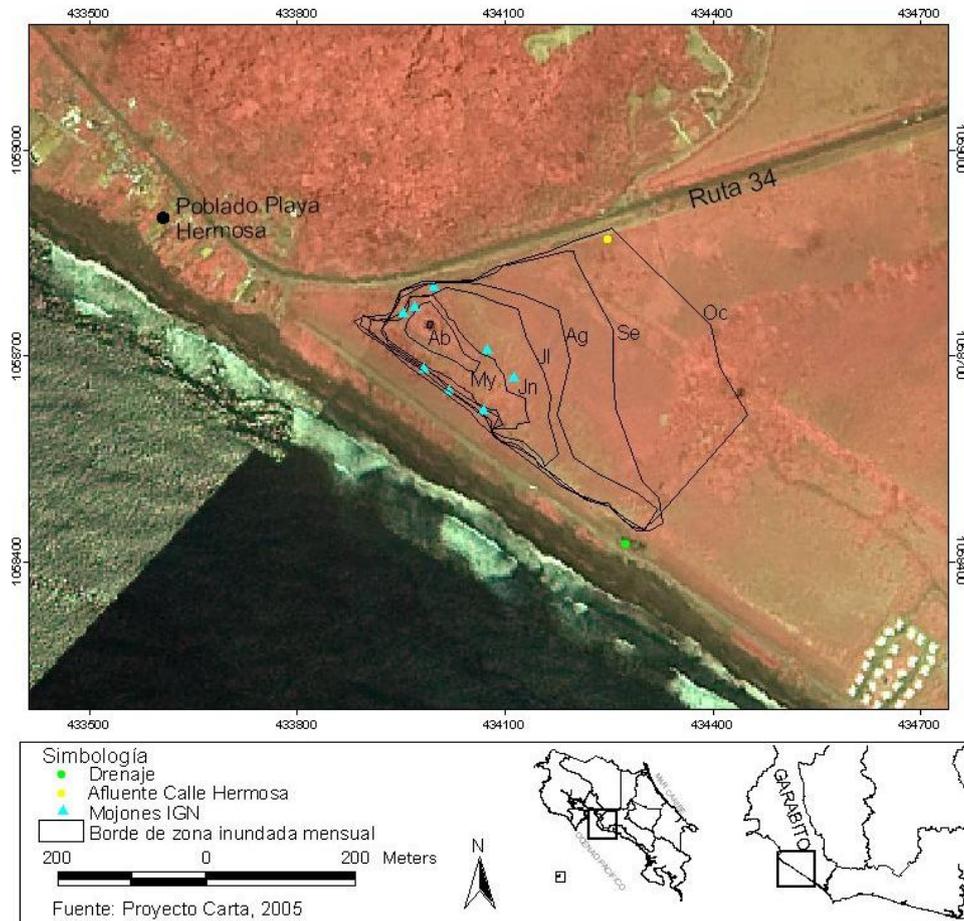


Figura 11. Comparación del cambio mensual del borde de la zona inundada del Humedal Laguna Pochotal (Ab: abril; My: mayo; Jn: junio; Jl: Julio; Ag: agosto; Se: septiembre; Oc: octubre).

Se debe mencionar que el área inundada del mes de octubre es de 13.27 hectáreas, sin embargo, esta llega a conectarse con la cuenca de la Quebrada Zapotal, por lo cual si se toman en cuenta ambos cuerpos de agua, en conjunto estos conforman una zona de inundación de mayor área, que supera a la representada en el mapa y a su vez está conectada con la zona inundada de las Quebradas Santa Elena y El Muerto, y finalmente desemboca en el Estero Los Diegos.

3.5 Presentación ante Concejo Municipal de Garabito

La información generada a través de esta investigación se presentó en el Concejo Municipal de Garabito, en la sesión ordinaria 44, celebrada el día dos de marzo del 2011, con el fin de servir como insumo para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales de estos humedales (Anexo 5). La presentación fue agradecida por parte de la Comisión Institucional Ambiental de la Municipalidad de Garabito así como por el Concejo Municipal (Anexo 6). Al finalizar la exposición el Presidente Municipal- Sr. Freddy Castro Agüero- propone la siguiente moción que dice:

“Solicitarle al señor Alcalde – Marvin Elizondo Cordero que para la sesión ordinaria del 16 de marzo del 2011 presente un informe escrito acerca de los permisos de construcción y permisos de uso de suelo aprobados en los últimos meses en el área de la Laguna Pochotal y Humedales de Playa Hermosa; y qué acciones ha tomado la Municipalidad para evitar incurrir en incumplimiento de las leyes que rigen la materia de conservación de humedales y vida silvestre”

4. Discusión

4.1 Diversidad

El inventario de riqueza de aves acuáticas realizado es significativamente completo, por lo que difícilmente se registrarían especies nuevas, sin embargo, es posible que otras especies migratorias o accidentales visiten el área en el futuro, considerando que en la actualidad es utilizada por la especie migratoria *T. flavipes*.

La especie *E. albus* realizó vuelos elevados sobre el humedal, a pesar de que no ingresó a lo que se definió como límites del humedal durante el periodo de estudio, cabe la posibilidad de que esta, así como otras especies de aves acuáticas, se puedan registrar en futuros ciclos anuales, ya que el hábitat tiene las características que Stiles y Skutch (1995) describen para muchas especies de aves acuáticas.

De acuerdo con la comunidad de aves acuáticas presentes, el ciclo anual estudiado se puede dividir en cuatro grupos distintos:

- 1) Mayo, Junio y Julio, 2009. Estos meses se caracterizaron por la abundancia y riqueza más baja de todo el periodo de estudio. Además también se registró la menor área del humedal de todo el periodo anual estudiado, probablemente debido a que durante el año 2009, la precipitación fue menor a los 3000 mm, posiblemente debido al efecto del fenómeno del Niño (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2010). El espejo de agua se redujo hasta medir 52 m², por lo que el hábitat acuático accesible para las aves era reducido y por ello la abundancia de alimento probablemente disminuyó.

Entre las especies que se mantienen durante estos meses, destaca *D. autumnalis*, la cual utiliza el humedal como sitio de descanso, principalmente. Asimismo las especies *J. spinosa* y *T. mexicanum* utilizan el hábitat como sitio de alimentación. Esta última presentó la abundancia

más baja en este periodo, esto se explica por la probable disminución de peces, su principal fuente alimenticia.

Por otro lado, es importante resaltar la presencia de la especie migratoria *T. flavipes*, durante mayo del 2009 y abril del 2010.

- 2) Agosto, Septiembre y Noviembre, 2009. La precipitación de la época lluviosa aumentó el área del humedal, habilitando mayor hábitat acuático accesible para las aves. Esto provocó un incremento en la abundancia de la comunidad de avifauna acuática, sin embargo, la riqueza se mantuvo relativamente constante. A pesar de que el hábitat accesible parece ser mayor, probablemente su calidad no incrementa de la misma forma, esto debido a que la población de las presas empieza a recolonizar el sitio en el mes de octubre, cuando el humedal se conecta con el cauce de la Quebrada Zapotal, y logran ingresar al sistema de especies acuáticas como peces, crustáceos, moluscos, etc. que no sobreviven a las condiciones extremas de los sistemas acuáticos durante el período seco. Por lo tanto, se espera que la máxima diversidad de presas ocurra posterior a este proceso, y ello, influye en la comunidad de aves acuáticas presente.

La presencia de la especie *N. violacea* es una variable que determina la separación de este grupo de meses con respecto al anterior, ya que se registró desde agosto hasta el final del periodo de estudio.

La variable área es similar en los meses de septiembre y noviembre, lo cual estaría determinando la comunidad de aves y por ello estos meses se encuentran agrupados conjuntamente, dejando por fuera el mes de octubre, el cual se agrupa con los meses posteriores a la planteada recolonización de presas y recuperación general del ecosistema.

- 3) Octubre, Diciembre 2009 y Enero, 2010. En este grupo se encuentra el mes de octubre, que presentó el valor máximo de la variable área y profundidad del humedal en el periodo estudiado, correspondiente a 13.27 ha y 130 cm, agrupado con los meses de diciembre y enero, cuando estas variables disminuyen hasta 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 los procesos de recuperación que ocurren en el humedal conforme aumentan esas variables.

Se registran especies que no se habían registrado en los meses anteriores, como *A. anhinga* y *E. caerulea*, por lo tanto podrían estar determinando la separación de este grupo de meses con respecto a los demás. Las especies nadadoras-buceadoras, como *A. anhinga* y *T. 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 (Paracuellos *et al*, 1994).

- 4) Febrero, Marzo y Abril, 2010. En este periodo, la variable área, tras disminuir drásticamente con respecto al grupo de meses anterior, se mantiene relativamente constante, registra valores entre 1.35 y 0.75 ha. Al comparar el final del periodo de estudio con respecto a su inicio en el año anterior, se observa 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 provoca que la comunidad de aves acuáticas presente sea diferente entre el mes de abril 2010 y el mes de mayo 2009.

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. Esta condición probablemente sea producto del proceso de recuperación ocurrido en los meses anteriores, el cual ocasiona un aumento de disponibilidad de presas, debido al aumento de su densidad, conforme disminuye el área de hábitat acuático, pero sin llegar al extremo de convertir el hábitat inaccesible. Además es posible que *M. americana*, la población con la mayor abundancia observada, así como *P. ajaja*, sea migratoria debido a que fuera de este período, su presencia fue escasa.

Además *A. anhinga* no se registró en este periodo y en el caso de *T. dominicus*, su abundancia disminuyó a 0.25 individuos, esto podría deberse

a que la abundancia de las especies buceadoras está relacionada positivamente con el nivel del agua (Rogers, 1964), por lo tanto al disminuir la variable de profundidad, disminuye la presencia de estas especies.

En resumen, se observa que la comunidad de aves acuáticas estudiada en el ciclo anual 2009-2010 se comportó de la siguiente forma: un inicio caracterizado por baja diversidad y poco hábitat acuático accesible. La abundancia y riqueza de la comunidad de aves acuáticas fue aumentando conforme aumentaron las variables físicas del humedal, lo cual favorece el proceso de recuperación del ecosistema. En la época seca, las variables de abundancia y riqueza continúan aumentando, posiblemente como respuesta a la variable disponibilidad de presas y al hecho de que el ecosistema mantuvo las condiciones de accesibilidad tanto para las presas como para la comunidad de aves acuáticas, a diferencia de la época seca 2009.

Un factor que determinó la calidad de hábitat en el periodo estudiado, y por ello condiciona que la comunidad de aves acuáticas presente estuviese agrupada de tal forma fue el fenómeno del Niño del año 2009. 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. Por lo tanto es recomendable no realizar generalizaciones (Romano *et al*, 2005), ya que es probable que la dinámica de la comunidad varíe en cada ciclo anual.

Además, debido a que este humedal está bajo condiciones que amenazan su preservación, es importante señalar que si no se realiza un manejo adecuado de este recurso, que favorezca una mayor estabilidad en la condición hídrica del humedal es probable que la diversidad de la comunidad de aves acuáticas disminuya. Por lo tanto, es importante que las fluctuaciones estacionales de las variables físicas del humedal Laguna Pochotal no sean agravadas por el sistema de drenajes, pues podría causar una desecación estival que afectaría la disponibilidad de presas (Kushlan, 1976 a) y por lo tanto la diversidad de la comunidad de aves acuáticas presentes podría disminuir.

4.2 Relación diversidad-variables físicas

La relación significativa entre la riqueza de avifauna acuática y todas las variables físicas registradas, durante el ciclo anual estudiado, puede explicarse por el proceso de inundación del humedal. El periodo de estudio inició durante la parte final de la época seca del 2009, y es cuando el humedal presenta el menor espejo de agua registrado. La riqueza de avifauna acuática aumenta progresivamente a través de la época lluviosa debido al aumento de las variables físicas del humedal, área, perímetro y profundidad, lo cual probablemente también conlleva un aumento de la población de presas, permitiendo que en la época seca el aumento de la riqueza continúe, a pesar de que las variables físicas disminuyan.

Además la época seca del 2010 no fue influenciada por el fenómeno del Niño, como sí lo fue la del 2009, por lo tanto el humedal conservó mayores dimensiones en cuanto a las variables físicas estudiadas, y determinó que la comunidad de aves acuáticas al final del periodo de estudio fuese distinta a la encontrada al inicio del mismo.

En la época lluviosa la abundancia no está correlacionada significativamente con las variables físicas del humedal, ya que debido a las condiciones extremas de la precedida época seca, probablemente el hábitat no tenía capacidad para satisfacer los requerimientos de una comunidad más abundante, por ejemplo insuficiente disponibilidad de presas.

Además, de acuerdo con Poiani (2006) la primera respuesta de las aves acuáticas a las inundaciones es abandonar el sitio, para luego regresar a las zonas inundadas donde pueden encontrar disponibilidad de alimento, por ello en la época seca las variables biológicas están inversamente correlacionadas con todas las variables físicas del humedal.

Kushlan (1976 b), Amat (1984), y Hernández-Vázquez (2000) describen este mismo fenómeno 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. Este fenómeno ha sido corroborado en otros humedales estacionales para algunas especies de aves en la zona de Guanacaste (Villareal-Orias, 2006; Corrales-Gómez, 2006) y probablemente es el fenómeno que sucede en el humedal estudiado.

Guadagnin y Maltchik (2007) describen que fragmentos de humedales con mayor área presentan mayor riqueza de aves acuáticas que los de menor área, lo cual coincide cuando se

compara el humedal Laguna Pochotal con otros humedales aledaños como los estuarios del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, donde Umaña (2004) reporta un total de 46 especies de aves acuáticas.

4.3 Uso de hábitat

El grupo de consumidores primarios estuvo compuesto por la especie *D. autumnalis*, cuyo uso de hábitat dominante es el descanso (Figura 5). Esto se debe a que esta especie es nocturna, por lo tanto durante el día su principal actividad es el descanso, pero es probable que en horas de la noche esta especie utilice el humedal como sitio de alimentación (Stiles y Skutch, 1995). En los meses de febrero y marzo esta especie no se registró en el humedal y en cambio se observaron individuos con polluelos en los humedales aledaños, ubicados entre la laguna Pochotal y el RVSPH-PM (obs. pers.), de lo que se podría deducir que la población de esta realiza movimientos entre los parches de humedal de la zona en busca de satisfacer diferentes requerimientos de hábitat.

El grupo de consumidores secundarios utiliza el humedal como sitio de alimentación principalmente (Figura 6), pero al mismo tiempo fue el grupo que presentó el uso de hábitat más variado, incluyendo todos los tipos de usos de forma significativa. En el mes de junio no se registró ninguna de las tres especies pertenecientes a este gremio. Esto se debe a que la especie *T. flavipes* es migratoria, solamente se registró durante el mes de mayo 2009 y el mes de abril 2010. La especie *H. mexicanum* se registró desde diciembre 2009 hasta abril 2010, periodo en el cual la laguna se caracteriza por presentar la mayor área accesible de hábitat y la mayor disponibilidad de presas. Por último, la especie *B. ibis* está influenciada por la presencia de ganado (Stiles y Skutch, 1995), por lo tanto es posible que la ausencia de ganado en los muestreos del mes de junio determinó que no se registrara esta especie.

El grupo de consumidores terciarios presenta una dominancia significativa de la alimentación como uso de hábitat (Figura 7). Al representar el 80% de la comunidad de avifauna acuática y estar presentes durante todo el año, se puede afirmar que el humedal laguna Pochotal es un sitio de alimentación importante para las aves acuáticas de la localidad.

Respecto a los comportamientos de reproducción, se observaron actividades como cortejo y construcción de nidos. Además se observó la presencia de individuos juveniles en diferentes periodos según la especie: *Jacana spinosa* (a partir de enero), *Butorides virescens* (en agosto), *Tigrisoma mexicanum* (a partir de julio), *Egretta caerulea* (a partir de octubre) y *Nyctanassa violacea* (a partir de agosto).

Las actividades sociales estuvieron poco representadas en los tres gremios, sin embargo, es importante resaltar que la especie *H. mexicanum*, fue observada realizando un comportamiento social grupal en tres ocasiones, dicho comportamiento consistió en vuelos y cantos simultáneos, de trayectoria circular alrededor del espejo de agua, por periodos continuos de hasta diez minutos, durante los meses de enero y febrero, no obstante, las observaciones se realizaron fuera del periodo de muestreo.

En cuanto al comportamiento de descanso, es importante resaltar la importancia de la vegetación circundante presente en la laguna, ya que esta es utilizada como percha de descanso por parte de especies como *Dendrocygna autumnalis*, *Bubulcus ibis*, *Ardea alba*, *Anhinga anhinga*, *Megaceryle torquatus*, *Butorides virescens*, *Nycticorax nycticorax*, *Nyctanassa violacea* y *Tigrisoma mexicanum*. Algunas de las especies vegetales utilizadas como perchas de descanso son: *Elaeis guineensis*, *Mimosa pigra* y *Ficus* sp., estas también sirven de percha para el asecho de presas.

Estas especies de plantas son escasas, ya que la vegetación dominante está constituida por gramíneas de los géneros: *Cyperus*, *Hymenachne* y *Panicum*. Por ello, es importante velar porque se mantenga la diversidad de especies de flora y porque las gramíneas no invadan el área de espejo de agua, ya que esto disminuiría el área de hábitat accesible para realizar las actividades de descanso y alimentación, además de dificultar el reconocimiento del humedal por parte de las aves migratorias (González-Jiménez y Jiménez-Ramón, 2006).

La dirección de vuelo de todas las aves acuáticas que ingresan o salen del humedal es sureste. En dicha dirección, a una distancia de 5 km se ubica el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, el cuál es el humedal protegido más cercano y de mayores dimensiones de la zona. Las otras subcategorías de vuelo que no presentaron ningún registro, se debe a que las demás direcciones se encuentran limitadas para el desplazamiento de las aves. La carretera costanera sur y el poblado de Playa Hermosa son barreras antrópicas que

obstaculizan el movimiento de las aves acuáticas hacia el este, noreste, norte y noroeste, mientras que la costa del océano Pacífico constituye el límite sur, suroeste y oeste.

Por lo tanto, es posible que esta comunidad de aves acuáticas utilice los humedales remanentes del sistema de conexión de los cuerpos de agua ubicados entre Laguna Pochotal y el refugio mencionado, para movilizarse entre ambos sitios. Lo cual significaría que el humedal Laguna Pochotal es un sitio utilizado por la metapoblación de aves acuáticas del refugio.

Por último, a pesar de que la especie *E. albus* no se registró haciendo uso del hábitat, por ser vuelos muy elevados, es posible que esta especie utilice la zona como ruta de migración, al igual que el ave no acuática *Ara macao* (lapa roja), que diariamente se observa volando sobre el área del humedal, tanto en la mañana como en tarde, por lo que se puede afirmar que la zona constituye una ruta de migración diaria para esta especie que se encuentra en peligro de extinción y es de gran atractivo turístico.

4.4 Caracterización del paisaje

El paisaje está conformado por un sistema de canales, quebradas y ríos que desembocan en el estero Los Diegos del RVSPH-PM. Al formar parte de una sola llanura de inundación, el agua se mueve por infiltración de forma subterránea, por lo tanto el nivel freático de toda la llanura es dependiente de cada uno de los cuerpos de agua presentes en la zona. Por ello, cualquier impacto ambiental que se produzca en áreas al sureste de la Laguna Pochotal va a afectar directamente el tamaño del área de inundación de este ecosistema y por lo tanto a la comunidad de aves acuáticas (Guadagnin y Maltchik (2007)).

La presencia de una comunidad de aves acuáticas diversa en el Humedal Laguna Pochotal depende de la conservación y protección de la conexión de esta con la Quebrada Zapotal, pues se trata de la única fuente de colonización para las presas que conforman la dieta de las aves acuáticas, y con el resto del sistema de quebradas y humedales remanentes en la zona, ya que estos favorecen la conectividad entre los humedales de la zona y este es un factor que aumenta la riqueza de especies de aves acuáticas (Poiani 2006).

Además estos probablemente son utilizados por las aves acuáticas de la zona para movilizarse desde el Humedal Laguna Pochotal hasta el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, el cual, por su tamaño, el tipo de hábitat y el grado de protección que goza, se constituye como el principal sitio de donde provienen las poblaciones de aves acuáticas que habitan la Laguna Pochotal. Esta, por su tamaño y bajo grado de protección, puede no ser capaz de mantener poblaciones viables de aves acuáticas a largo plazo, si se le aislara del resto de cuerpos de agua de la zona.

La deforestación en los márgenes de las quebradas y canales, causa una desecación acelerada en la época seca, aumento de la sedimentación y erosión del suelo en los márgenes de los cauces. Hernández-Vázquez (2000) reporta la presión antropogénica como una de las principales causas de los bajos valores de diversidad de aves acuáticas. Por lo tanto es importante mitigar, prevenir y restaurar los impactos ambientales que se causen para mantener una población viable de aves acuáticas.

El cambio del paisaje visible en las fotografías aéreas, especialmente la diferencia entre la fotografía del año 1942 y la del año 1974, coincide con la época en la que Costa Rica tuvo una alta tasa de deforestación, con el objetivo de crear zonas aptas para la ganadería y la agricultura. En cambio en la fotografía del año 1997 se refleja el cambio en las actividades económicas nacionales, ya que el crecimiento de la ganadería y la agricultura empieza a retraerse y el ecoturismo inicia su desarrollo, por lo tanto se mantienen los parches de bosque remanentes. Además cabe resaltar que en el año 1998 se declara el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala, que con su posterior ampliación, protege el manglar remanente de los esteros del Río Tulín.

Por último, la fotografía más reciente, del año 2005, indica que se están desarrollando proyectos urbanísticos importantes. Estos demandan zonas no inundadas, por lo tanto se construyeron diferentes drenajes que los secan. Es probable que estos proyectos constituyen la mayor fuente de impacto negativo sobre los humedales en los últimos 35 años, ya que las actividades de ganadería no demandan zonas completamente drenadas y las actividades de agricultura de productos como arroz son incluso compatibles con la conservación de aves acuáticas, siempre y cuando se apliquen métodos poco contaminantes.

Esta situación es una gran contradicción con la imagen percibida por el turista que visita la zona, ya que la reputación del país como conservacionista e impulsador del ecoturismo es contrario a la realidad de la zona. Es importante controlar estos desarrollos, especialmente a través de un plan regulador costero, actualmente inexistente, para así asegurar que los recursos naturales que atraen el turismo a la zona se mantengan a largo plazo.

En los planos brindados por el Instituto Geográfico Nacional, se observa una tendencia a la disminución del área de espejo de agua de la Laguna Pochotal. Es importante resaltar que los planos ilustran el tamaño del espejo de agua, y no el tamaño total del humedal, ya que desde una fotografía aérea solamente es posible determinar el espejo de agua que al estar libre de vegetación es visible desde el aire, mientras que las zonas que están inundadas y con presencia de vegetación no se pueden delimitar de esa manera. Además, las fotografías aéreas son tomadas en la época de verano, para evitar la nubosidad, por lo tanto tampoco representan el tamaño máximo del espejo de agua, pues este se produce en la época lluviosa. No obstante, a pesar de las limitaciones mencionadas, es un instrumento que nos indica la existencia de una tendencia a la disminución en el área de espejo de agua de la Laguna Pochotal.

Esta tendencia continúa hasta la actualidad, ya que en la época seca del 2009, según el guarda parques García, del RVSPH-PM, se registra el menor tamaño de espejo de agua (García 2009, com. per). El humedal Laguna Pochotal no presentaba fluctuaciones estacionales radicales, que en la actualidad probablemente se ven agravadas por los impactos ambientales del desarrollo inmobiliario turístico, presionando a la comunidad de aves acuáticas locales para que se adapte a las condiciones de un humedal estacional, anteriormente permanente.

Una amenaza para la conservación del humedal laguna Pochotal, es el incorrecto amojonamiento del borde del humedal. A pesar de que varios funcionarios, tanto del IGN como de ACOPAC, están al tanto de la situación, esta investigación no encontró la razón por la cual no se ha corregido oficialmente esta situación. Por lo tanto, se considera que la presentación de los resultados ante el gobierno local es de suma importancia para el futuro manejo adecuado de este recurso natural.

4.5 Presentación ante Concejo Municipal de Garabito

Los temas que despertaron mayor interés por parte de los miembros del Concejo Municipal, fueron: los límites del humedal laguna Pochotal, ubicación de los humedales aledaños y conflictos con los desarrollos urbanísticos locales. Además, se confirmó la importancia de desarrollar un plan regulador para la zona de Playa Hermosa, ya que actualmente no existe un instrumento que permita orientar las decisiones en cuanto a uso de suelo.

La moción que se aprobó en dicha audiencia es un primer paso para que el Concejo Municipal conozca la situación conflictiva entre la conservación de los humedales de Playa Hermosa y los desarrollos urbanísticos locales. De ella, se podrían vislumbrar futuras amenazas para la conservación de estos humedales y tomar las medidas preventivas necesarias. Esto en contra posición de obviar las amenazas, permitir los impactos ambientales, ocasionar conflictos con los inversionistas, y en último caso tomar medidas correctivas posteriores a los daños y conflictos.

La audiencia en el Concejo Municipal y las acciones que se deriven de ello y del esfuerzo de la Comisión Institucional Ambiental, quien mostró un gran interés en el tema y fue un actor importante para que se lograra realizar esta audiencia, son el verdadero fruto de esta investigación, ya que los tomadores de decisiones políticas muchas veces prescinden de insumos científicos que fundamenten sus disposiciones, por lo tanto, es imprescindible que la investigación universitaria llegue a manos de los interesados y responsables del manejo de los recursos naturales de nuestro país.

5. Conclusiones

- El número de especies de aves acuáticas registradas fue de 19, incluyendo ocho especies residentes, dos especies migratorias y nueve especies que presentan tanto poblaciones residentes como migratorias.
- La composición de la comunidad de aves acuáticas de la Laguna Pochotal se distribuye en cuatro trimestres diferentes entre sí: mayo-junio-julio; agosto-septiembre-noviembre; octubre-diciembre-enero; y febrero-marzo-abril, los cuales coinciden con los cambios en el régimen de precipitación
- La diversidad aumenta a través del periodo de estudio, en la época lluviosa debido al aumento del área del humedal y en la época seca debido al aumento de la densidad de presas.
- En el periodo lluvioso, la riqueza está correlacionada significativamente con la profundidad, área y perímetro, no así con la abundancia. Mientras que en el período seco tanto la abundancia como la riqueza están correlacionadas significativamente con todas las variables profundidad, área y perímetro.
- El gremio trófico más representativo fue el de consumidores terciarios, cuyo uso de hábitat dominante fue alimentación, que es la función más importante del humedal Laguna Pochotal para las aves acuáticas.
- El humedal Laguna Pochotal drena sus aguas en dirección sureste, parte de estas desembocan en el mar y otra parte continúa en el cauce de quebrada Zapotal el cual se une por medio de un sistema de canales a la quebrada Santa Elena y esta al río La Gloria, que finalmente desemboca sus aguas en el estero Los Diegos, área protegida dentro del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa- Punta Mala.
- Las aves acuáticas del humedal Laguna Pochotal se movilizan en dirección sureste, siguiendo la dirección del flujo de las aguas, por lo tanto es probable que este sistema de canales y quebradas constituya un corredor biológico entre la laguna Pochotal y el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala.

- Hay una tendencia a la disminución del área de espejo de agua de la Laguna Pochotal, en el 2009 respecto a los años anteriores registrados, probablemente ocasionada por el cambio en el uso del suelo.
- El área total del humedal Laguna Pochotal no ha sido bien delimitada en el pasado, situación que se ve reflejada en la incorrecta posición de los mojones y se relaciona a los múltiples conflictos ambientales en la zona.
- La presentación de esta investigación en la audiencia ante el Concejo Municipal de Garabito fue realizada exitosamente y recibida con interés por parte de los presentes. La Comisión Institucional Ambiental de Garabito, pretende utilizar este estudio como un insumo para fundamentar sus futuros esfuerzos en beneficio de la conservación del humedal Laguna Pochotal.

6. Recomendaciones

- Utilizar este estudio como base para definir los límites del Humedal Laguna Pochotal, que posee un área total de 13.27 hectáreas durante la época lluviosa, se incorporan también los 50 metros alrededor del borde como zona de protección, siguiendo lo establecido por el artículo 33 de la Ley Forestal.
- Reforestar los márgenes de los ríos, quebradas y canales que se mencionan en este estudio para así cumplir con la zona de protección de 15-20 metros establecida por la Ley Forestal. Esto beneficiaría la biodiversidad de la zona al mantener una conexión estructural entre el Humedal Laguna Pochotal y el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa- Punta Mala.
- Velar porque se conserve la diversidad de especies de flora a largo plazo, ya que la agresividad de muchas especies de gramíneas causa el desplazamiento de otras especies, e incluso la disminución del área de espejo de agua. Con ello se contribuiría al mantenimiento del hábitat accesible para realizar diferentes actividades vitales para la comunidad de aves acuáticas del humedal laguna Pochotal.
- Establecer una barrera viva a la orilla de la calle para disminuir el impacto de la contaminación de aire, sonora y del paisaje. Estos deben ser nativos para así aumentar la presencia del gremio de consumidores primarios, así como especies de aves no acuáticas.
- Proteger los humedales remanentes que se mencionan en este estudio como sitios de conservación de biodiversidad, corredores biológicos y atractivos naturales para el turismo. Para ello es imprescindible que se desarrolle un plan regulador donde se defina las zonas que son aptas para la construcción y las zonas que son valiosas para la conservación.
- Tomar en cuenta el sistema de humedales que no están protegidos como parte del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa- Punta Mala en el plan de manejo de dicha área protegida, para lo cual, este estudio puede servir como insumo.

- Integrar los humedales remanentes de la zona, en conjunto con la laguna Pochotal a el área protegida del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa- Punta Mala, para asegurar una adecuada protección y manejo de estos ecosistemas.
- Asegurar que en la época lluviosa se mantenga la conexión del humedal laguna Pochotal con la Quebrada Zapotal para mantener la colonización de los organismos que conforman la dieta de la avifauna acuática.
- Evitar que el espejo de agua del Humedal Laguna Pochotal continúe disminuyendo, ya que este es utilizado por las aves acuáticas que ubican los humedales por medio de los espejos de agua visibles desde el vuelo. Esto se puede lograr mediante las siguientes acciones:
 - Dirigir el drenaje de la Laguna Pochotal hacia la Quebrada Zapotal, como era originalmente, y no hacia el mar, para evitar la desecación del humedal.
 - No permitir la construcción de drenajes ni rellenos en la zona de inundación.
 - Se puede mantener la actividad ganadera, ya existente en la zona, pues estos animales al pisar la vegetación y alimentarse de ella disminuyen la colonización de las gramíneas hacia el espejo de agua
 - Velar porque el afluente de Calle Hermosa no sea desviado hacia otro sitio distinto del Humedal Laguna Pochotal, y que su zona de inundación no sea rellenada.
- Tomar medidas preventivas para que la vía que lleva hasta el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa- Punta Mala no llegue a colapsar, lo cual representa una amenaza para quienes transitan por ella. Así como medidas correctivas para solucionar el problema que causa la erosión del drenaje artificial de la Laguna Pochotal sobre esta vía, lo cual se puede lograr mediante el encauzamiento de este drenaje hacia la Quebrada Zapotal y la eliminación de su salida al mar, ya que es esta la que causa la erosión constante, y al mismo tiempo aumenta la desecación del humedal.
- Aumentar la visitación turística al Humedal Laguna Pochotal, por medio de un rótulo que resalte la ubicación del sitio desde la Ruta 34 costanera sur.

- Realizar estudios similares a este en otros humedales de la zona que no fueron incluidos en esta investigación y que pueden presentar alto grado de fragilidad y vulnerabilidad.

7. Bibliografía

- Altura Software. (2003). EstimateS Win 750 versión 6.8.5. Altura Software Inc. Japón.
- Amat, J.A. (1984). Las poblaciones de aves acuáticas en las lagunas andaluzas: composición y diversidad durante un ciclo anual. *Ardeola* 31, 61-79.
- AOCR. Asociación Ornitológica de Costa Rica. (2009). Lista Oficial 2009 Aves de Costa Rica. Extraído el 7 de septiembre del 2010 desde <http://avesdecostarica.org/listas.htm>
- Bennet, A.F. (2004). *Enlazando el paisaje. El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Costa Rica: UICN.
- Brabata, G. & R. Carmona. (1999). Conducta alimentaria de cuatro especies de aves playera (Charadriiformes: Scolopacidae) en Chametla, B.C.S., México. *Biología Tropical* 47 (1-2), 239-243.
- Bravo, J. (2003). Informe: Playa Hermosa, Sector Laguna Pochotal (pp 723-735). Expediente administrativo 172-2002, SETENA, Costa Rica.
- Bravo, J. & N. J. Windevoxhel. (1997). *Manual para la identificación y clasificación de humedales en Costa Rica*. Costa Rica: UICN - MINAE- Embajada Real de los Países Bajos.
- Castillo-Guerrero, J.A. & R. Carmona. (2001). Distribución de aves acuáticas y rapaces en un embalse dulceacuícola artificial de Baja California Sur, México. *Biología Tropical*. 49 (3-4). 1055-1066.
- Caughley, G. & A. Sinclair. (1994). *Wildlife ecology and management*. E.E.U.U: Blackwell Scientific Publication.
- CCAD, PROARCA, Costas & UICN. (1999). *Memorias del Taller Conservación y Manejo de Humedales y Zonas Costeras en América Central: Metodologías y Prioridades*. Guatemala: CCAD, PROARCA, Costas y UICN.
- Corrales-Gómez. (2006). Abundancia de la correa (*Aramus Guarauna*) en la Laguna Mata Redonda, Guanacaste, Costa Rica. *Zeledonia* 10 (2), 25-30.
- Decreto Ejecutivo 34507. (2008, Mayo). *Periódico Oficial La Gaceta*. Costa Rica.

- 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. *Environmental Monitoring and Assessment* 113, 329-365.
- Ellison, A.M. (2004). Wetlands of Central America. *Wetlands Ecology and Management* 12 (1), 3-55.
- ESRI. (1999). ArcView GIS version 3.2. Environmental Systems Research Institute, Inc. E.E.U.U.
- Fortuna, M.A. (2003). Dependencia hídrica de la comunidad ornítica acuática de la Laguna de Manjavacas: la importancia de la desecación estival. *Oxyura* 11(1), 85-98.
- Frazier, S. (1999). *Visión General de los Sitios Ramsar: una sinopsis de los humedales de importancia internacional en el mundo*. Wetlands International.
- Free Software Foundation. (2009). R Project. <http://cran.itam.mx/>
- García-Moreno, J., R.P. Clay & C.A. Ríos. (2007). The importance of birds for conservation in the Neotropical region. *Ornithology* 148 (Suppl 2), S321-S326.
- Garrígues, R. & R. Dean. (2007). *A Field Guide: The Birds of Costa Rica*. Nueva York, E.E.U.U: Cornell University Press.
- Goldsmith, F.B. (1991). *Monitoring for conservation and ecology*. Reino Unido: Chapman and Hall.
- Gómez L.D. & Herrera, W. (1986). Vegetación de Costa Rica. En: Vegetación y clima de Costa Rica. Volumen 1. San José, Costa Rica. Extraído el 10 de Marzo del 2009 desde http://www.inbio.ac.cr/es/biod/minae/Estudio_Pais/estudio/macrotipos.html
- 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 (2), 4-12.
- Grupo Infostat (2002). Infostat versión 1.1- Grupo Infostat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Guadagnin, D.L. & L. Maltchik. (2007). Habitat and landscape factors associated with neotropical waterbird occurrence and richness in wetland fragments. *Biological Conservation* 16, 1231-1244.

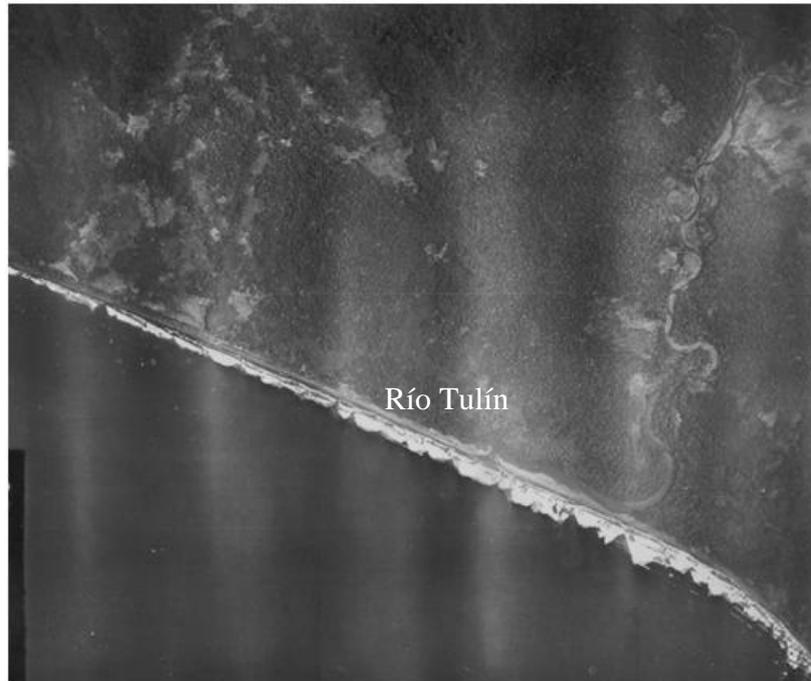
- Hernández-Velázquez. (2000). Aves acuáticas del Estero La Manzanilla, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 80, 143-153.
- Hidalgo, C. (1999). Principales variables ecológicas durante la toma de decisiones para el manejo y caracterización de la avifauna costarricense. *Datos sin publicar*.
- Holdridge, L. (1982). *Ecología basada en zona de vida*. Trad. del inglés por Jiménez, H. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- 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. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2010). Datos climatológicos: Aguirre. Extraído el 17 de Junio del 2011 desde http://www.imn.ac.cr/IMN/MainAdmin.aspx?_EVENTTARGET=LinksInfoClimatic
[a](#)
- Jiménez-Valverde, A. & J.M. Lobo. (2005). Determining a combined sampling procedure for a reliable estimation of Araneidae and Thomisidae assemblages (Arachnida: Araneae). *Arachnology* 33, 33-42
- Junior, O. F. (2007). GPS Track Maker version 13.7. GeoStudio Technology Ltd., Brasil.
- Kushlan, J. A. (1976a). Environmental Stability and fish community density. *Ecology* 57 (4), 821-825.
- Kushlan, J. A. (1976b). Wading bird predation in a seasonally fluctuating pond. *The 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 (3), 373-382.
- Martin, P. & P. Bateson. (1993). *Measuring behavior: an introductory guide*. 2 da edición. Reino Unido: Cambridge University Press.
- MINAE & UICN. (1998). *Inventario de los Humedales de Costa Rica*. Ed. por Córdoba Muñoz, R., Romero Araya, J.C. y Windevoxhel, N.J. San José, Costa Rica: UICN.

- Nebel, S., J.L. Porter, & R.T. Kingsford. (2008). Long -term trends of shorebird populations in eastern Australia and impacts of freshwater extraction. *Biological Conservation* 141, 971-980.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2010). Historical El Niño and La Niña Episodes Based on the ONI computed using ERSST.v3. Extraído el 6 de junio del 2010 desde http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf
- Paracuellos, M.; J. A. Oña; López, J. M.; J. J. Matamala; Salas, G. & J. C. Nevado. (1994) Caracterización de los humedales almerienses en función de su importancia provincial para las aves acuáticas *Oxyura* 7, 183-194.
- Paszkowski, C.A. & W.M. Tonn. (2006). Foraging guilds of aquatic birds on productive boreal lakes: environmental relations and concordance patterns. *Hydrobiología* 567, 19-30.
- Pisces Conservation. (2004). CAP III: Community Analysis Package versión 3.1. Pisces Conservation Ltd. Inglaterra.
- Poiani, A. (2006). Effects of floods on distribution and reproduction of aquatic birds. *Advances in ecological research* 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, Albany, CA: Pacific Southwest Station, Forest Service. E.E.U.U.: Department of Agriculture.
- Ramsar. (2006). *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*. Suiza: Ramsar Convention Secretariat.
- Rogers, J. P. (1964). Effect of Drought on Reproduction of the Lesser Scaup. *Wildlife Management* 28 (2), 213-222.
- Romano, M.; I. Barberis; Pagano, F. & J. Maidagan. 2005. Seasonal and interannual variation in waterbird abundance and species composition in the Melincué saline lake, Argentina. *European Wildlife Research* 51(1), 1-13.

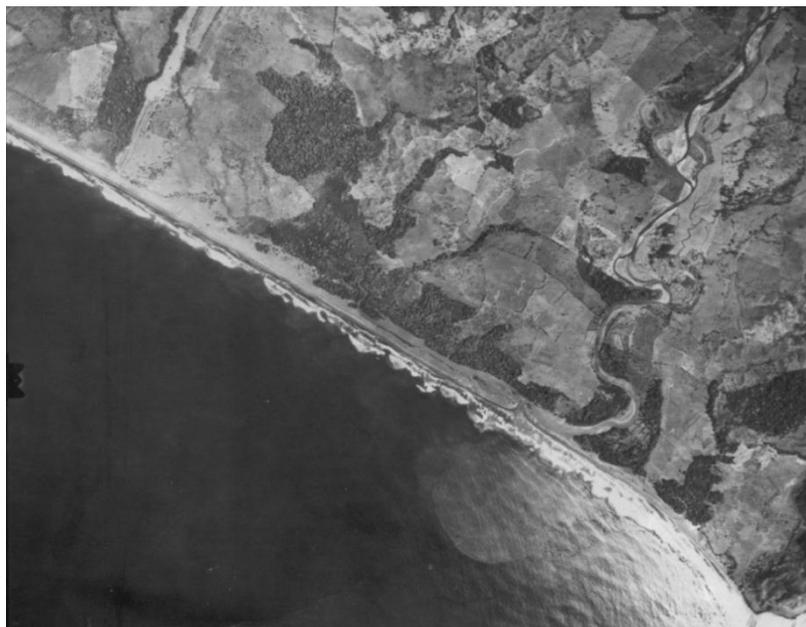
- Rueda-C, L. E., E. Zerda-O, C. M. Del Valle-U, & V. Hernández-B. (2005). Uso de hábitat de la avifauna del Humedal Jaboque, localidad de Engativá, Bogotá, D. C., Colombia. Extraído el 14 de Enero del 2009 desde <http://www.docentes.unal.edu.co/ezerdao/docs/Art%EDculo%20Jaboque.doc>
- StatPoint. (2007). StatGraphics Centurion XV versión 15.2.06. Statpoint Inc. E.E.U.U.
- Stiles, G. & Skutch, A. (1995). *Guía de Aves de Costa Rica*. Costa Rica: INBIO
- Tabilio-Valdivieso, E.L. (1997). *Ecología del paisaje en los humedales de Costa Rica y análisis de técnicas para su inventario*. Tesis de Maestría. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe, Universidad Nacional, Costa Rica.
- UICN. (1999). *Humedales de Mesoamérica: sitios Ramsar de Centroamérica y México*. Costa Rica: UICN
- UICN. (2002). Seguimiento de las directrices de la Convención Ramsar en la planificación de los humedales de importancia internacional en Centroamérica. Costa Rica: UICN
- Umaña, E. (2004). *Inventario Avifaunístico del Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, Puntarenas, Costa Rica*. Práctica Profesional Supervisada. Universidad Nacional.
- Vargas. (2002). Estudio fotointerpretativo del sistema hidrográfico superficial del área del humedal Laguna Pochotal. Departamento de Cartografía, Instituto Geográfico Nacional. Costa Rica.
- Villarreal-Orias, J. (2006). Aves acuáticas del Refugio de Vida Silvestre Laguna Mata Redonda. *Zeledonia* 10 (2), 13-24.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. Nueva Jersey, E.E.U.U: Prentice-Hall.

8. Anexos

Anexo 1. Fotografía aérea del sitio de estudio del año 1942. (Fuente: IGN, 1942)



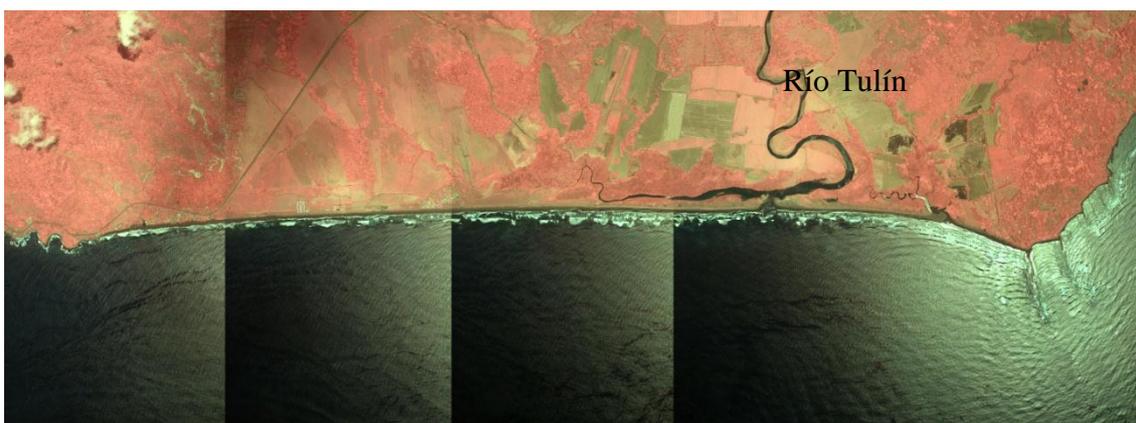
Anexo 2. Fotografía aérea del sitio de estudio del año 1974 (Fuente: IGN, 1974)



Anexo 3. Fotografía aérea del sitio de estudio. (Fuente: Proyecto Terra, 1997)



Anexo 4. Fotografía aérea del sitio de estudio. (Fuente: Proyecto Carta, 2005)



Anexo 5. Acta del Concejo Municipal de Garabito, sesión 44, 2 de marzo 2011, pag 1-10.

MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN DE GARABITO
ACTA DE SESIÓN ORDINARIA N°.44
02 DE MARZO, 2011
6:00 P.M.

DIRECTORIO:

FREDDY CASTRO AGÜERO
Presidente Municipal

JULIO JARA CHAVES
Vicepresidente Municipal

REGIDORES PROPIETARIOS:

BETTINA VALVERDE GÓMEZ
 MARIA DE LOS ANGELES MORALES OBANDO
 LUIS DIEGO CHAVES SOLÍS.

REGIDORES SUPLENTE:

ALCIDES NARANJO SERRANO
 VILMA PATRICIA CHACON ROJAS
 VICTOR MANUEL CHINCHILLA SOLANO
 VLADIMIR ADANIS MORA
 CARLOS AGUERO ADANIZ.

SÍNDICOS PROPIETARIOS:

ALBA LUZ MORA FLORES.

SÍNDICOS SUPLENTE:

YAMILETH JIMÉNEZ RANGEL.

FUNCIONARIOS MUNICIPALES:

MARVIN ELIZONDO CORDERO XINIA ESPINOZA MORALES
Alcalde Secretaria

COMPROBADO EL QUÓRUM Y APROBADO EL ORDEN DEL DÍA, INICIA LA SESIÓN.

El señor Presidente manifiesta que debido a que no hay fluido eléctrico y que la planta no funciona, se dará diez minutos para ver si se soluciona el problema, de lo contrario se levantará la Sesión.

Al ser las 6:16 se restaura el fluido eléctrico y se reanuda la Sesión.

ARTÍCULO I: APROBACIÓN DEL ACTA ANTERIOR

- A) El Acta de Sesión Ordinaria N°.43, celebrada el 23 de febrero del año 2011, QUEDA APROBADA SIN ENMIENDAS.

- B) De igual forma QUEDA APROBADA el acta de Sesión Extraordinaria N°.19, celebrada el sábado 26 de febrero del 2011 “LICITACIÓN ABREVIADA N°.2011LA-000002-MUGARABITO, “COMPRA DE LLANTAS”

ARTÍCULO II: AUDIENCIAS

- A) SRA. SONIA ALVARADO MARÍN – COMISIÓN INTERINSTITUCIONAL DE AMBIENTE.

Manifiesta que como es del conocimiento de todos, esta comisión está trabajando por los problemas ecológicos de este cantón, es por ese motivo que ha solicitado una audiencia para presentar el problema que se presenta en el Humedal y la Laguna Pochotal de Playa Hermosa, denunciado por varias personas.

Le acompaña la estudiante de Biología de la Universidad de Costa Rica Elena Vargas Fonseca, quien ha hecho un estudio de este problema como tesis de graduación. Seguidamente se le concede el uso de la palabra a la estudiante de Biología Elena Vargas Fonseca; quien explica que este informe nace del Proyecto Final de Graduación realizado por su persona en el Humedal Laguna Pochotal, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales, impartido por la Universidad Nacional de Costa Rica.

Se trata de una descripción de la situación actual de los Humedales Laguna Pochotal y aledaños, basada en la integración de información que se encontró de este sitio y los resultados obtenidos en el Proyecto desarrollado.

Como parte de la visión de dicho Proyecto está la comunicación de los resultados a la Municipalidad de Garabito, como insumo para el manejo y administración de dicho Humedal. Por ello este informe enfatiza en aquellos resultados que tienen aplicación directa, así como recomendaciones de utilidad para la toma de decisiones futuras.

Aclara que este informe no pretende hacer resurgir los conflictos ambientales que se han dado en la zona debido a los proyectos de urbanización turísticos, ni tampoco revertir los cambios en el uso del suelo que se han dado desde el año 1942 y demás impactos ambientales. En cambio el espíritu que alberga es de dar a conocer a la Municipalidad de Garabito, los recursos naturales remanentes de la zona, su fragilidad actual y la importancia de conservarlos, en busca de un verdadero desarrollo eco turístico, y en beneficio de la comunidad local. Es resumen pretende servir como insumo para la planificación del uso del suelo en la zona.

1. Introducción

Costa Rica es un país reconocido internacionalmente, por los esfuerzos en conservación que las comunidades, instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales han

realizado en aras de la protección de los recursos naturales. Los convenios internacionales como Ramsar, y la legislación nacional, como la Ley Orgánica del Ambiente y la Ley de Biodiversidad, son fruto de esos esfuerzos, sin embargo aún falta mucho por mejorar en política ambiental y aún persisten grandes vacíos en el conocimiento sobre nuestros humedales.

La Laguna Pochotal está identificada dentro del Inventario de Humedales de Costa Rica, sin embargo la información que se conoce de esta, es escasa, y dispersa en archivos administrativos de diferentes instituciones, por lo que no se cuenta con una adecuada descripción de sus características físicas, químicas y biológicas. Este desconocimiento finalmente se puede traducir en ausencia de bases científicas para el manejo adecuado de este humedal, y como reflejo de ello se pueden mencionar los múltiples conflictos ambientales entre distintas instancias gubernamentales e inversionistas. Además es un humedal, que por su ubicación geográfica está sometido a una fuerte presión antrópica, ya que se encuentra en una de las playas de mayor actividad turística y desarrollo inmobiliario del país, a pesar de que al ser planicies de inundación, la Comisión Nacional de Emergencias recomienda que no se permita el desarrollo urbano sin planificación para así prevenir desastres naturales (Bravo,2003).

La Laguna Pochotal es un hábitat poco común en la región Pacífico Central, cumple funciones típicas de humedal como el control de inundaciones y en él se pueden observar aves acuáticas de gran atractivo para el turista que visita la zona, lo cual podría ser aprovechado por las comunidades y gobierno local, así como inversionistas que integren una visión verdaderamente eco turística. Sin embargo, para ello se necesita de información científica que sirva de insumo para la conservación y manejo de este recurso natural, lo cual es la intención de esta investigación.

2. Sitio de Estudio: Humedal Laguna Pochotal y cuerpos de agua asociados.

La zona de estudio está ubicada en la provincia de Puntarenas, cantón de Garabito, distrito de Jacó, en la cuenca del Río Tulín. Muestra fotografías que se describen a continuación:

Figura 1. Ubicación del sitio de estudio, Humedal Laguna Pochotal.

Tradicionalmente ha sido utilizada para actividades ganaderas extensivas, y a partir de los años 90, debido a la creciente actividad del turismo, la Municipalidad de Garabito se ha visto en la Tarea de decidir el uso de suelo que se desea desarrollar en la zona. Al mismo tiempo esa población turista es atraída por las riquezas naturales presentes en la zona de estudio, por lo cual es importante conservarlas en equilibrio con el desarrollo local.

El sector se encuentra ubicado al sureste del poblado de Playa Hermosa (Pochotal), continuando hasta el sector de Playa Hermosa y Punta Mala, en forma de una franja costera atravesada por las cuencas del Río La Gloria y Río Tulín, y quebradas como Zapotal, Santa Elena y El Muerto, que en conjunto con la Laguna Pochotal, conforman una planicie de inundación donde se encuentran diferentes tipos de humedales (esteros, lagunas, pantanos y

ríos) (Figura 2). El Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala (RVS PH-PM), protege una sección de estos humedales: el Estero Los Diegos (25 hectáreas) y Estero Roto (20 hectáreas), los cuales están separados por la desembocadura del Río Tulín.

El Humedal Laguna Pochotal se encuentra en una depresión topográfica por lo tanto la lluvia que cae en el sector norte fluye en forma superficial y subterránea hasta llegar al sitio. Otros afluentes (entrada de agua) provienen del alcantarillado pluvial (agua de lluvia) proveniente de la zona de Calle Hermosa, la cual pasa por debajo de la carretera nacional Ruta 34 Costanera Sur y desemboca sus aguas en una zona que fluye hacia el Humedal Laguna Pochotal. Además en la época lluviosa la Quebrada Zapotal tiene conexión con la laguna, por lo tanto es un afluente intermitente, cuya importancia será mencionada en los siguientes temas.

El principal efluente (salidas de agua) del humedal es un drenaje artificial construido entre los años 1992 y 1997, ya que anteriormente las aguas de la laguna se unían con las Quebradas Zapotal, Santa Elena y El Muerto y en conjunto fluían paralelo a la costa con dirección sureste hasta llegar al Estero Los Diegos. En la actualidad, este drenaje desagua el caudal del Humedal Laguna Pochotal y parcialmente la Quebrada Zapata!. El resto de las aguas de la Quebrada Zapotal fluyen hasta conectarse con las Quebradas Santa Elena y El Muerto, y continúan hasta el Estero Los Diegos, constituyendo así una conexión entre el Humedal Laguna Pochotal y el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala.

3. Transformación del uso del suelo 1942 – 2010

A continuación presenta 4 fotografías aéreas del sitio de estudio, con el objetivo de ilustrar el cambio en el uso del suelo que se ha dado en la zona. En la fotografía del año 1942 (Figura 3), se puede apreciar que la zona estaba conformada por bosque primario, y por las características topográficas (poca pendiente), hidrológicas (presencia de varios ríos con influencia de intermareal) y edafológicas (suelos arcillosos de baja permeabilidad) se puede deducir que la mayor parte de la vegetación costera era de tipo manglar. En la zona de la Laguna Pochotal y las Quebradas Zapotal, Santa Elena y El Muerto, es probable que la vegetación predominante haya sido bosque inundado, con zonas de espejos de agua y vegetación acuática.

La siguiente fotografía aérea disponible es del año 1974, en la cual se puede observar el drástico cambio en el uso del suelo (Figura 4). Esto coincide con la época en la que Costa Rica tuvo una alta tasa de deforestación, con el objetivo de crear zonas aptas para la ganadería y la agricultura.

En la fotografía aérea del año 1997 (Figura 5), se puede apreciar que la mayor parte de los parches de bosque remanentes se mantienen desde 1974, e incluso hay zonas donde se han dado procesos de recuperación. Esto coincide con el cambio en las actividades económicas nacionales, ya que el crecimiento de la ganadería y la agricultura empieza a retraerse y en cambio el ecoturismo empieza a desarrollarse. Cabe resaltar que en el año 1998 se declara el

Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta Mala, que con su posterior ampliación, protege el manglar remanente de los esteros del Río Tulín.

La última fotografía aérea que se tiene disponible corresponde al año 2005, en ella se observa que los parches de bosque remanentes que no están protegidos dentro del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala y los bosques ripiaros que protegen las quebradas de la zona se mantienen. El cambio más importante en cuanto a uso del suelo es la presencia de proyectos de urbanización turísticos, los cuales se encuentran dentro de la planicie de Inundación de la cuenca del Río Tulín, por lo tanto algunos humedales y quebradas fueron drenados o desviados en su momento (figura 6).

4. Área del espejo de agua de la Laguna Pochotal 1974 – 2010

Como consecuencia del cambio en el uso del suelo analizado en el punto anterior, el área del espejo de agua de la Laguna Pochotal también ha sobrellevado muchos cambios. En la Figura 7, se muestra en un solo mapa, el área del espejo de agua que presentaba la Laguna Pochotal en los años 1974, 1984, 1992 y 1997. Estos planos fueron tomados de un estudio foto interpretativo realizado por el Instituto Geográfico Nacional en el año 2002.

Antes de analizar el mapa es importante resaltar que los planos ilustran el tamaño del espejo de agua, y no el tamaño total del humedal, ya que desde una fotografía aérea solamente es posible determinar el espejo de agua que al estar libre de vegetación es visible desde el aire, mientras que las zonas que están inundadas y con presencia de vegetación no se pueden delimitar de esa manera. Además las fotografías aéreas son tomadas en la época de verano, para evitar la nubosidad, por lo tanto tampoco representan el tamaño máximo del espejo de agua, ya que este se da en la época lluviosa.

No obstante, a pesar de las limitaciones mencionadas, es un instrumento que nos indica la existencia de una tendencia a la disminución en el área de espejo de agua de la Laguna Pochotal. Finalmente se añadió el tamaño de espejo de agua que se encontró en el trabajo de campo realizado en el 2009, el cual confirma dicha tendencia, ya que en comparación con el tamaño del espejo de agua registrado en el año 1974, este ha disminuido en un 76%.

5. Información aportada por el Instituto Geográfico Nacional sobre el Humedal Laguna Pochotal

En la Figura 8 se ilustra la posición de los mojones del Instituto Geográfico Nacional que fueron ubicados en el año 2002, como supuesto límite del humedal. Debido a que esta delimitación fue cuestionada por no haberse determinado correctamente, funcionarios del Instituto Geográfico Nacional y del Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC), realizan una visita al sitio en el año 2005, con el fin de confirmar y corregir dicho error.

En el trabajo de campo realizado en el año 2009, se confirma 3 hechos:

- Los mojones ubicados en el 2002 no delimitan el borde del Humedal Laguna Pochotal, ya que desde el mes de junio, el borde de la zona inundada sobrepasa los

mojones mencionados, y conforme avanza la época lluviosa estos se ubican cada vez más lejos del límite del humedal.

- A pesar de que la ubicación de los mojones es incorrecta, y que funcionarios del Lgn y del SINAC realizaron otro levantamiento en el 2005, la posición de estos no ha sido corregida, por lo cual la delimitación oficial (Decreto Ejecutivo 34507-2008), de la Laguna Pochotal continúa siendo parcial.

- El levantamiento del límite de la Laguna Pochotal del año 2005 fue realizado en el mes de diciembre por lo tanto, no incluye el tamaño que alcanza el humedal en la época lluviosa.

6. Área del Humedal Laguna Pochotal 2010

Uno de los principales objetivos de este estudio es brindar un criterio científico fundamentado sobre el tamaño del Humedal Laguna Pochotal. Debido a las marcadas estaciones del año (seca y lluviosa) y al sistema de drenaje, el tamaño de este humedal cambia drásticamente a través del año, por lo cual se hace necesario un estudio que comprenda ambas estaciones, para así definir dichos límites. En la Figura 9, se ilustra el borde de la zona inundada registrados mediante trabajo de campo durante los meses comprendidos entre Abril 2009 y Octubre 2009, abarcando así el tamaño mínimo y máximo del humedal durante el periodo de estudio. Cabe resaltar que el periodo de estudio estuvo influenciado por el fenómeno de El Niño, el cual se Caracteriza por causar una precipitación menor a la normal, por lo tanto el Humedal podría alcanzar un tamaño mayor al registrado en octubre del 2009, durante las épocas de precipitación normal, y másaún en períodos bajo la influencia del fenómeno de La Niña, la cual se caracteriza por causar una precipitación mayor a la normal en este sitio, como lo fue en el invierno 2010, donde probablemente el tamaño del humedal superó lo observado en el periodo de estudio.

Los límites mensuales ilustrados fueron determinados mediante el recorrido mensual del borde de la zona inundada y registrados mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) por lo tanto presentan alta precisión y exactitud.

Se menciona que el área inundada del mes de octubre es de 13.27 hectáreas, sin embargo ésta llega a conectarse con la cuenca de la Quebrada Zapotal, por lo cual si se toma en cuenta ambos cuerpos de agua, en conjunto estos conforman una zona de inundación de mayor área, que supera a la representada en el mapa y que a su vez está conectada con la zona inundada de las Quebradas Santa Elena y El Muerto. La importancia de mantener dichas conexiones se analiza en el punto 8 del presente informe.

7. Traslapos entre proyectos de urbanización y áreas de protección estatal.

La Figura 10 presenta información variada que al integrarla y presentarla en conjunto se logran asomar algunas contradicciones en cuanto a tenencia y uso del suelo en la zona. En primer lugar se presentan zonas que están bajo alguna categoría de protección por parte del Estado como lo es el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, la Zona Marítimo Terrestre, la posición de los mojones que delimitan una sección del Humedal

Laguna Pochotal y el corredor biológico Playa Hermosa. En segundo lugar se presenta el borde del Humedal Laguna Pochotal encontrado en octubre del 2009, así como otras zonas inundadas que constituyen parches de los humedales remanentes de la zona, y que en conjunto con las distintas quebradas y canales del sitio conforman una conexión entre el Humedal Laguna Pochotal y el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, cuya importancia será analizada en el punto 8 de este informe. En tercer y último lugar se presenta la ubicación de 3 proyectos de urbanización turísticos cuya área se traslapa con alguna de las áreas mencionadas anteriormente.

(Se trata de los proyectos: Hermosa Paradise, Diamond Beach Towers y Hermosa Palms, de cuyos terrenos y anteproyectos muestra fotografías, de los cuales se anuncian su venta por Internet).

Estos proyectos se encuentran en proceso de trámite de permisos de construcción, por lo cual es importante que la Municipalidad de Garabito tome en cuenta dichos traslapes, con el fin de velar por una adecuada planificación en el uso del suelo de la zona, un verdadero desarrollo eco turístico y un buen manejo de los recursos naturales.

La figura 10 muestra traslapes entre proyectos de urbanización y áreas de protección estatal.

8. Importancia y estado del sistema de conexión entre el Humedal Laguna Pochotal y el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala

En los puntos anteriores se ha mencionado reiteradamente la importancia de mantener una conectividad entre los humedales de la zona, partiendo de la Laguna Pochotal, pasando por los parches de humedales remanentes, hasta el Estero Los Diegos protegido dentro del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala. A continuación se analizará dicha importancia y posteriormente el estado actual en el que se encuentran.

Según el trabajo de campo realizado, durante la época de mayor precipitación (octubre), el Humedal Laguna Pochotal y la cuenca de la Quebrada Zapotal se unen conformando un solo humedal cuyas aguas fluyen en dirección sureste, una parte desembocan en el drenaje artificial ya mencionado y otra parte se une a las Quebradas Santa Elena y El Muerto y continúan hasta el Estero Los Diegos.

Esta conexión con la Quebrada Zapotal constituye la única fuente natural de colonización por parte de organismos acuáticos como peces, crustáceos y moluscos, cuya única forma de llegar hasta la Laguna Pochotal es por medio de la Quebrada Zapotal durante la época de mayor lluvia, cuando ambos cuerpos de agua se unen. Estos organismos constituyen la principal fuente de alimento de las aves acuáticas y por lo tanto determinan que el Humedal Laguna Pochotal sea un hábitat accesible.

Así mismo es importante mantener la conexión de los humedales remanentes mencionados en el punto 6, ya que estos son utilizados por las aves acuáticas de la zona para movilizarse desde el Humedal Laguna Pochotal hasta el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, el cual por su tamaño, el tipo de hábitat y el grado de protección que goza, se

constituye como el principal sitio de donde provienen las poblaciones de aves acuáticas que habitan la Laguna Pochotal, la cual por su tamaño y bajo grado de protección, no sería capaz de mantener poblaciones viables de aves acuáticas si se le aislara del resto de cuerpos de agua de la zona. Por lo tanto la presencia de la avifauna acuática en el Humedal Laguna Pochotal depende de la conservación y protección de la conexión de este con la Quebrada Zapotal y con el sistema de quebradas y humedales remanentes en la zona.

En cuanto al estado de este sistema de humedales, este se encuentra bastante deteriorado, especialmente por que las quebradas y canales que corren paralelo a la costa, no cuentan con la zona de protección que establece la Ley Forestal (15-20 metros en ambos márgenes). El sistema que conecta el Humedal Laguna Pochotal y el Estero Los Diegos, mide aproximadamente 5 km, y en su mayor parte se encuentran desprovisto de vegetación (Figura 11), lo cual causa una desecación acelerada en la época seca, aumento de la sedimentación y erosión del suelo en los márgenes de los cauces.

Los humedales remanentes son afectados por el desarrollo de proyectos de urbanización, los cuales realizan drenajes y rellenos constantemente (Figura 12).

Los humedales remanentes que se muestran en la Figura 13 se encuentran en terrenos desprovistos de cualquier tipo de protección, e incluso forman parte de terrenos donde se pretenden desarrollar los proyectos de urbanización que se mencionan en el punto 7.

El afluente del Humedal Laguna Pochotal que desemboca las aguas pluviales de Calle Hermosa inunda el sector noreste del humedal, en el cual solamente se encuentra la vegetación de las cercas vivas (Figura 14).

En noviembre del año 2009, hubo un intento de obstaculizar el flujo de este afluente hacia el humedal (Figura 15), pero gracias a la acción de funcionarios del Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala; la acción se revirtió parcialmente, permitiendo el flujo de agua nuevamente, sin embargo el daño ambiental persiste.

Por último es importante aclarar que debido a que el agua fluye en dirección sureste, la construcción de drenajes artificiales que desembocan hacia el mar, en sectores ubicados hacia el sureste de la Laguna Pochotal, va a aumentar la velocidad del flujo de agua, en otras palabras causa un efecto de drenaje sobre el Humedal Laguna Pochotal. En el caso del drenaje que canaliza las aguas de la Laguna Pochotal hacia el mar, este efecto es aun mayor debido a la corta distancia que las aguas deben recorrer. Además este drenaje está causando la erosión del terreno que sostiene la calle que comunica la Ruta 34 con los proyectos de urbanización turísticos mencionados anteriormente y que termina en la entrada al Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa Punta-Mala (Figura 16). Esto constituye un buen ejemplo de cómo la ausencia de planificación en el uso del suelo, va en perjuicio del desarrollo sostenible y la conservación de los recursos naturales; afectando tanto intereses públicos como privados.

9. Aves acuáticas de la zona.

El estudio realizado también comprende una investigación sobre la avifauna acuática que habita en el Humedal Laguna Pochotal. El sitio se visitó semanalmente por un periodo de un año, con lo cual se determinó la riqueza de aves presente (Cuadro 1). Los análisis estadísticos indican que se registró un 98% de la avifauna del humedal, por lo tanto el inventario es bastante completo, de acuerdo a la metodología utilizada.

Además se determinó la abundancia mensual de comunidad de avifauna acuática (Figura 17). Los resultados indican que la comunidad se encontraba en un proceso de recuperación, ya que al inicio del estudio, el humedal se encontraba muy seco, existiendo un espejo de agua mínimo debido a que la estación seca del año 2009 presentó pocas lluvias debido al efecto del fenómeno de El Niño. Cuando inicia la época lluviosa se ve un crecimiento leve en la abundancia de la comunidad de avifauna acuática. El crecimiento es menor al esperado, ya que al llegar el mes de octubre el área del humedal alcanza el máximo posible, y sin embargo es hasta diciembre que se ve un aumento importante en la abundancia. Esto se debe al posible aumento de presas (peces, crustáceos y moluscos), ocasionado por la colonización de estos organismos en el momento en que el humedal logra conectarse con la cuenca de la Quebrada Zapotal en el mes de octubre y su posterior reproducción dentro del humedal. El segundo aumento significativo se da en el mes de marzo, el cual se debe principalmente a la visita de la población migratoria de *Mycteria americana* al humedal, el cual es un sitio de alimentación para esta especie.

El último análisis realizado corresponde al uso de hábitat que realiza la comunidad de aves acuáticas. La comunidad se dividió en tres grupos, correspondientes al gremio trófico al que pertenecían, donde consumidores primarios son aquellos que se alimentan primordialmente de las diferentes partes de las plantas (frutos, semillas, néctar, etc.); los consumidores secundarios se alimentan principalmente de invertebrados; y por último los consumidores terciarios se alimentan esencialmente de vertebrados.

Figura 18. Uso de hábitat de los consumidores primarios, Cabe destacar que la dominancia del descanso se debe a que la única especie que se ubica en la categoría de consumidor primario es *Dendrocygna autumnalis*, la cual es nocturna por lo tanto es probable que si se visitara el sitio en la noche se registrarían otros comportamientos.

Los consumidores secundarios hacen un uso variado del hábitat, siendo dominante la alimentación (Figura 19). En este grupo se ubican solamente 3 especies: *Tringa flavipes*, *Bubulcus ibis* e *Himantopus mexicanum*.

Figura 19. Uso de hábitat de los consumidores secundarios. El resto de las 15 especies registradas son consumidores terciarios, y durante todo el año hubo una dominancia de la alimentación como uso del hábitat. Por lo tanto se puede afirmar que el Humedal laguna Pochotal es un sitio de alimentación para la avifauna acuática local.

Es importante resaltar que en todos los casos que se registraron vuelos, estos eran de dirección sureste, paralelo a la costa, coincidiendo con la dirección del sistema de conexión

entre el humedal y el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, por lo tanto se puede afirmar que dicho sistema constituye un corredor biológico para la avifauna acuática local.

10. Recomendaciones

- Utilizar este estudio como base para definir los límites del Humedal laguna Pochotal, que presenta un área total de 13.27 hectáreas durante la época lluviosa, incorporando también los 50 metros alrededor del borde como zona de protección, siguiendo lo establecido por el artículo 33 de la ley Forestal.
- Reforestar los márgenes de los ríos, quebradas y canales que se mencionan en este estudio para así cumplir con la zona de protección de 15-20 metros establecida por la ley Forestal. Esto beneficia la biodiversidad de la zona al mantener una conexión estructural entre el Humedal laguna Pochotal y el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa- Punta Mala.
- Proteger los humedales remanentes que se mencionan en este estudio como sitios de conservación de biodiversidad, corredores biológicos y sitios naturales de atracción turística. Esto incluye no permitir el relleno y drenaje de sus zonas de inundación.
- Asegurar que en la época lluviosa se mantenga la conexión del Humedal laguna Pochotal con la Quebrada Zapotal para mantener la colonización de los organismos que conforman la dieta de la avifauna acuática.
- Evitar que el espejo de agua del Humedal Laguna Pochotal continúe disminuyendo, ya que este es utilizado por las aves acuáticas que ubican los humedales por medio de los espejos de agua visibles desde el vuelo. Esto se puede lograr mediante tres acciones:
 - 1) Encausar el drenaje de la Laguna Pochotal hacia la Quebrada Zapotal, como era originalmente, en vez de hacia el mar, para evitar la desecación del humedal.
 - 2) No permitir la construcción de drenajes en la zona.
 - 3) Se puede mantener la actividad ganadera, ya existente en la zona, pues estos animales al pisar la vegetación y alimentarse de ella, disminuyen la colonización de las gramíneas hacia el espejo de agua.
- Velar por que el afluente de Calle Hermosa no sea desviado hacia otro sitio distinto del Humedal Laguna Pochotal, y que su zona de inundación no sea rellenada.
- Tomar medidas preventivas para que la vía que lleva hasta el Refugio de Vida Silvestre Playa Hermosa- Punta Mala no llegue a colapsar, lo cual representa una amenaza para quienes transitan por ella. Así como medidas correctivas para solucionar el problema que causa el drenaje artificial de la Laguna Pochotal, por ejemplo volver a encausar el drenaje hacia la Quebrada Zapotal y eliminar la salida al mar, ya que es esta la que causa la erosión constante.
- Aumentar la visitación turística, ya existente, al Humedal Laguna Pochotal, por medio de un rótulo que resalte la ubicación del sitio desde la Ruta 34 costanera sur, que contenga la información en inglés y español (pe: Laguna Pochotal: Birdwatching spot) / Sitio de observación de aves).

- Realizar estudios similares a este en otros humedales de la zona que no fueron incluidos en esta investigación, y que pueden presentar alto grado de fragilidad y vulnerabilidad.

El señor Presidente agradece la presentación y aclara que aunque el Reglamento de Sesiones establece quince minutos para cada audiencia, esta vez nos extralimitamos en el tiempo por tratarse de un tema ambiental que es de interés para todos.

Seguidamente el Reg. Luis Diego Chaves agradece la presentación de la estudiante Elena Vargas Fonseca, y le formula las siguientes preguntas:

Cuando se habla de delimitación incorrecta del humedal ¿Cuál es el ente para solicitarlo? ¿Qué acciones concretas han ejercido las instituciones para protección del humedal?, ¿si hay algún proceso de expropiación?. Agrega que esto sobre todo por tratarse de un zona de mucha plusvalía y como se ha dicho hay tres proyectos en trámite.

La estudiante de Biología – Elena Vargas Fonseca – responde de la siguiente manera:

- 1) El Instituto Geográfico Nacional (IGN) es el ente encargado de realizar los amojonamientos; el trabajo se hizo con el apoyo de esa entidad.
- 2) Se hizo el esfuerzo por conservar el 10% de los terrenos; los funcionarios del Refugio Nacional de Vida Silvestre de Playa Hermosa han estado para que las cosas se hagan como tiene que ser. La falta de información es la que ha ocasionado un gran caos, los inversionistas al adquirir los terrenos desconocían la existencia del humedal. Lo que hace falta es que entre instituciones se pongan de acuerdo porque algunas dicen que sí se puede construir en esa área y otras dicen que no. Sí ha habido esfuerzos entre las instituciones, pero, no en forma conjunta.

Por otra parte el Reg. Luis Diego Chaves manifiesta que la protección de los recursos naturales es deber de todos los ciudadanos, por lo tanto, le pregunta a dicha estudiante si ha planteado alguna denuncia al respecto, ya que si se lograra comprobar lo dicho debe haber indemnización para el Estado, y por deber si hay denuncia deben intervenir las instituciones involucradas en materia ambiental, para determinar si es o no cierto que se está invadiendo el humedal y procurar que todo vuelva a su estado natural.

La estudiante de Biología – Elena Vargas Fonseca – manifiesta que ya todo ha sido denunciado, incluso existe una resolución que obliga a Hermosa Paradise a reparar el daño.

Considera que lo que faltan son acciones, pero, más bien existe un decreto ejecutivo firmado por el ex presidente Oscar Arias que establece que esas son áreas para desarrollos.

Agrega que en su opinión lo que más hace falta es acción local, y es por eso que hoy está aquí.

La señora Sonia Alvarado indica que en la Comisión Interinstitucional de Ambiente se preocupan por buscar información para determinar lo que van a hacer al respecto, porque los daños son mayores de lo que muchas piensan, y la Defensoría de los Habitantes está solicitando las denuncias del caso.

Por otra parte, indica que existe un fallo de la Sala Constitucional que ordena a Hermosa Paradise a reparar los daños ocasionados, y ese fallo no se ha cumplido. Por lo tanto, harán la nota correspondiente a la Sala Constitucional.

También, informa que se presentaron planos de cuatro torres que se están vendiendo por Internet del proyecto Diamond Beach Towers. Por lo tanto, solicita al señor Presidente mocionar para ver si esos planos están visados. Al mismo tiempo, afirma que todo esto ha sido un proceso político.

La Regidora Bettina Valverde felicita a la estudiante Elena Vargas por su exposición y le informa que el señor Daniel Esquivel siempre ha denunciado los hechos que ella apunta. Por ello considera que tal vez podría enriquecer su tesis entrevistando a este señor, ya que los daños en ese sector de Playa Hermosa datan desde los años ochenta.

Una vez más el señor Presidente felicita a la estudiante Elena Vargas por su presentación, como también a la señora Sonia Alvarado, ya que estima que la labor que ella ha realizado desde la Comisión Interinstitucional de Ambiente desde el año 2006 es digna de alabar, pues a todos nos llena de alegría saber que hay gente que hace las cosas bien, toda vez que para nadie es un secreto que en esta Municipalidad ha habido personas que han sido condenadas por visar planos en zonas de humedales, y es aquí donde se denota la importancia del plan regulador y sus respectivos IFAS (Índices de Fragilidad Ambiental). Es urgente crear estas políticas para llevarlas a la práctica. Sin embargo, el plan regulador costero está en trámite desde el año 2000 y espera que al fin en esta administración quede terminado.

Además, indica que es a esta Municipalidad a quien le corresponde denunciar lo que está sucediendo con la laguna Pochotal y proteger todas esas áreas de conservación. Esto no significa entrar en conflicto con los desarrolladores, sino que el Municipio tenga políticas bien definidas para proveer al desarrollador las herramientas necesarias, delimitando las áreas donde no puedan construir. Lo cual es muy delicado, toda vez que según la situación expuesta supuestamente ha habido invasión en el área de humedales aledaños a la laguna Pochotal en Playa Hermosa de esta jurisdicción.

Finalmente, en virtud de la exposición realizada por la estudiante de Biología – Elena Vargas Fonseca sobre el “Estudio de la Laguna Pochotal y Humedales Asociados” –, el Concejo, **ACUERDA POR UNANIMIDAD Y EN FORMA DEFINITIVA:**

Aprobar moción de orden presentada por el señor Presidente Municipal – Freddy Castro Agüero; que textualmente dice lo siguiente:

Solicitarle al señor Alcalde – Marvin Elizondo Cordero que para la sesión ordinaria del 16 de marzo del 2011 presente un informe escrito acerca de los permisos de construcción y permisos de uso de suelo aprobados en los últimos meses en el área de la Laguna Pochotal y Humedales de Playa Hermosa; y qué acciones ha tomado la Municipalidad para evitar incurrir en incumplimiento de las leyes que rigen la materia de conservación de humedales y vida silvestre.

Por último, el Reg. Luis Diego Chaves consulta a la estudiante Elena Vargas Fonseca si tiene informes de la existencia de otros humedales en el cantón de Garabito donde se estén desarrollando proyectos turísticos, y de ser así, si vale la pena hacer un estudio de estos.

La estudiante Elena Vargas Fonseca manifiesta que su trabajo se limitó al estudio de la Laguna Pochotal, pero, considera que sí valdría la pena que la Municipalidad coordine con el MINAET porque en el cantón si deben haber otros humedales en condiciones similares.

Concluye que un humedal que le llama poderosamente la atención es uno que se encuentra en Tárcoles, frente a la Costanera.

Anexo 6. Carta de agradecimiento de la Comisión Institucional Ambiental de Garabito



COMISIÓN INTITUCIONAL AMBIENTAL

Ciudad, de Jaco 13 de marzo del 2011

Señorita
Elena Vargas
Presente

Estimados Señorita;

Quisiéramos agradecerle su linda presentación que hizo al Concejo de Garabito hace dos semanas, el aporte que nos ha brindado para tratar de proteger la Laguna Pochotal, el Humedal, y sobretodo el Refugio de vida silvestre ha sido muy importante.

Para que el concejo diera el tiempo que nos dio, le digo con toda mi experiencia que esto no lo hacen con nadie, despertó todo el interés y entusiasmo en sus oyentes al punto que terminaron con aplausos.

Le estamos enviando el acta de la presentación, porque nos imaginamos que le sirve para apoyar su tesis.

Esperamos seguir en contacto con usted, agradeciéndole su atención, quedamos de Uds.

Con toda consideración,

Sonia Alvarado
Coordinadora
Comisión Institucional