



**Universidad Nacional Autónoma de México**

*Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología*

Unidad Académica Sisal

**ECOLOGÍA TRÓFICA DE UN GREMIO DE AVES PISCÍVORAS DURANTE LA  
TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN EN LA COSTA DE YUCATÁN**

**T E S I S**

que para optar por el grado de

**Maestra en Ciencias**

(Biología Marina)

P r e s e n t a :

**CECILIA DE DIOS ARCOS**

Director de Tesis DR. XAVIER CHIAPPA CARRARA  
Unidad Académica Sisal-UNAM

Asesor Externo DR. DANIEL ARCEO CARRANZA  
Unidad Académica Sisal-UNAM

Comité tutor DR. ADOLFO G. NAVARRO SIGÜENZA  
Facultad de Ciencias-UNAM  
DRA. MA. DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA  
Posgrado en Ciencias Biológicas-UNAM  
DR. EDUARDO PALACIOS CASTRO  
Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología  
DRA. MA. EUGENIA VEGA CENDEJAS  
Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

- México, D.F., Marzo 2014 -



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **Agradecimientos**

A la Máxima Casa de Estudios la Universidad Nacional Autónoma de México por albergarme y formarme durante tantos años.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el otorgamiento de la beca para la realización de la maestría.

Al financiamiento de los proyectos FOMIX-Yucatán (103229), PAPIIT (IN207609 e IN213012), PAPIME (PE204012) y PROMEP (103.5/12/2122) para la realización de esta investigación.

Al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología por el financiamiento para mi formación complementaria.

Muy especialmente a la M. en C. Maribel Badillo, al Dr. Daniel Arceo y al Dr. Xavier Chiappa por su apoyo en campo, laboratorio, asesorías y en todo momento para la muy satisfactoria culminación de este proyecto.

A los miembros del Comité Tutor: el Dr. Eduardo Palacios, el Dr. Adolfo Navarro, la Dra. Ma. del Coro Arizmendi y a la Dra. Ma. Eugenia Vega, por sus observaciones y aportaciones para el enriquecimiento de esta investigación.

A la M. en C. Carmen Galindo, a la M. en C. Korynthia López, al Dr. Alfredo Gallardo, a la Dra. Patricia Guadarrama y al M. en C. Jorge Gamboa por sus asesorías y apoyo técnico en el laboratorio y a la M. en C. Gemma Martínez por su apoyo en campo.

A mis compañeros y amigos los Ing. Israel Hinojoza y Rubén Flores y al Biól. Daniel Bam por su apoyo en todo momento.

A Fernando y Enrique Mex y a sus colaboradores por su apoyo en las salidas a campo y por compartir su conocimiento empírico.

A la Dra. Lizbeth Chumba por la facilitarme la información sobre la íctiofauna dulceacuícola de Yucatán.

A Ana, Marce y Sara por su apoyo en todo momento.

## **Dedicatoria**

A mi familia, porque siempre están ahí para apoyarme.

A mis chiquitos hermosos, porque me hacen tan feliz.

Porque son lo más bello  
y porque los amo.

## Índice

	Pág.
Resumen .....	1
Abstract.....	2
Introducción .....	3
Antecedentes .....	5
Justificación .....	6
Hipótesis .....	6
Objetivos .....	7
Área de estudio .....	7
Material y métodos .....	9
Estrategia de muestreo.....	9
Trabajo de laboratorio .....	10
Análisis de datos.....	11
Resultados .....	15
Composición de la dieta del gremio de anidación.....	15
Muestras de alimento obtenidas.....	15
Espectro trófico .....	19
Descripción de la dieta de <i>Phalacrocorax brasilianus</i> .	20
Descripción de la dieta de <i>Egretta rufescens</i> .....	24

Descripción de la dieta de <i>Cochlearius cochlearius</i> ...	27
Descripción de la dieta de <i>Egretta thula</i> .....	31
Descripción de la dieta de <i>Ardea alba</i> .....	33
Descripción de la dieta de <i>Platalea ajaja</i> .....	36
Similitud y traslape trófico .....	38
Discusión .....	41
Conclusiones .....	48
Referencias .....	50
Anexo .....	58

## Índice de Figuras

1	Islote de anidación de un gremio de aves acuáticas piscívoras.....	8
2	Registro morfométrico y ponderal de los ejemplares .....	9
3	Especies del gremio de aves piscívoras que anidan en el sitio de estudio.....	17

## Índice de Tablas

1	Listado taxonómico de las aves acuáticas del gremio registradas.....	15
2	Número de muestras (N) del contenido estomacal obtenidas de cada especie.....	16
3	Listado taxonómico de las presas consumidas por el gremio de aves piscívoras que anidan en el humedal costero aledaño al puerto de Sisal, Yucatán.....	19
4	Ambientes que habitan las presas del gremio de aves piscívoras que anidan en el humedal costero aledaño al puerto de Sisal, Yucatán.....	19
5	Prueba F para la variación de tallas de las presas entre crías pequeñas y grandes de <i>P. brasilianus</i> .....	22
6	Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de <i>P. brasilianus</i> .....	23
7	Prueba F para la variación de tallas de las presas entre crías pequeñas y grandes de <i>E. rufescens</i> .....	26
8	Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de <i>E. rufescens</i> .....	26
9	Prueba F para la variación de la talla de las presas entre crías pequeñas y grandes de <i>C. cochlearius</i> .....	29
10	Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de <i>C. cochlearius</i> .....	30
11	Prueba F para la variación de las tallas de las presas entre las crías pequeñas y grandes de <i>E. thula</i> .....	32
12	Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de <i>E. thula</i> .....	33
13	Prueba F para la variación de las tallas de las presas entre las crías pequeñas y grandes de <i>A. alba</i> .....	35

14	Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de <i>A. alba</i> .....	36
15	Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de <i>P. ajaja</i> .....	37
16	IIR de las presas consumidas por cada una de las especies de aves.....	39
17	Comparación de las dietas de las aves acuáticas con ANOSIM.....	40
18	Índices de traslape de nicho trófico.....	40



## Índice de Gráficos

1	Presas presentes de las muestras de aves no individualizadas.....	20
2	Composición de la dieta de <i>P. brasilianus</i> .....	21
3	Consumo diferencial por sexo de las presas con dimorfismo sexual de <i>P. brasilianus</i> .....	21
4	Relación morfométrica entre crías de <i>P. brasilianus</i> y sus presas.....	22
5	Aporte energético de cada tipo de presa de <i>P. brasilianus</i> .....	23
6	Composición de la dieta de <i>E. rufescens</i> .....	24
7	Consumo diferencial por sexos de las presas con dimorfismo sexual de <i>E. rufescens</i> .....	25
8	Relación morfométrica entre crías de <i>E. rufescens</i> y sus presas.....	25
9	Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de <i>E. rufescens</i> .....	27
10	Composición de la dieta de <i>C. cochlearius</i> .....	28
11	Consumo diferencial por sexos de las presas con dimorfismo sexual de <i>C. cochlearius</i> .....	28
12	Relación morfométrica entre crías de <i>C. cochlearius</i> y sus presas.....	29
13	Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de <i>C. cochlearius</i> .....	30
14	Composición de la dieta de <i>E. thula</i> .....	31
15	Consumo diferencial por sexo de las presas con dimorfismo sexual de <i>E. thula</i> .....	32
16	Relación morfométrica entre crías de <i>E. thula</i> y sus presas.....	32
17	Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de <i>E. thula</i> .....	33
18	Composición de la dieta de <i>A. alba</i> .....	34
19	Consumo diferencial por sexo de las presas con dimorfismo sexual de <i>A. alba</i> .....	34
20	Relación morfométrica entre crías de <i>A. alba</i> y sus presas.....	35
21	Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de <i>A. alba</i> .....	36
22	Composición de la dieta de <i>P. ajaja</i> .....	37
23	Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de <i>P. ajaja</i> .....	37
24	Análisis cluster de las dietas de las aves acuáticas.....	40

## Resumen

Existen especies que utilizan los mismos recursos disponibles en un determinado lugar y cumplen roles ecológico similares. Estas agrupaciones suelen llamarse gremios que se caracterizan por las semejanzas alimentarias de sus integrantes. Entre los gremios más estudiados se encuentran los que están formados por aves que se alimentan de presas de tipos similares. Los humedales costeros, que se reconocen por ser ecosistemas muy productivos, son sitios en los que muchas especies de aves acuáticas encuentran las condiciones ideales para realizar al menos una parte de su ciclo de vida. Las particularidades hidrológicas y la disponibilidad de alimento propias de estos sistemas determinan el éxito reproductivo de estas aves. Durante la temporada de reproducción, la ganancia energética que obtienen mediante el proceso alimentario debe cubrir los requerimientos tanto de los padres como de las crías por lo que el tipo y tamaño de las presas que pueden ingerir los pollos deben ser seleccionados cuidadosamente. En este trabajo se estudió la manera en que un gremio de aves piscívoras utiliza los recursos alimentarios de un humedal costero en la costa norte de Yucatán. Se estudiaron siete especies de aves acuáticas coloniales (*Phalacrocorax brasilianus*, *Egretta rufescens*, *Cochlearius cochlearius*, *E. thula*, *Ardea alba*, *Platalea ajaja* y *Nycticorax nycticorax*) para obtener las relaciones entre la talla de los consumidores y sus presas; estimar la cantidad de energía bruta que éstas aportan y conocer si la captura del alimento es selectiva en cuanto a las especies y al sexo de los individuos consumidos. Los muestreos se realizaron entre noviembre de 2012 y febrero de 2013, cuando todas las especies que integran este gremio se encuentran anidando. Se obtuvieron muestras del bolo alimentario y los datos morfométricos de las crías; las presas fueron identificadas hasta especie o género para determinar el espectro trófico del gremio y de cada especie. Se realizaron análisis calorimétricos para obtener la cantidad de energía bruta que aporta cada tipo de presa y se obtuvo la relación entre el tamaño del ave y el de las presas. Se encontró que, en conjunto, estas aves consumen ocho familias, 13 géneros y 17 especies de peces. Poeciliidae y Cyprinodontidae fueron las familias de peces que mayor contribución tuvieron en la dieta de las aves. El espectro trófico más amplio correspondió a *P. brasilianus* cuya dieta es similar a las de *E. rufescens* y *C. cochlearius*; estas últimas son especies que presentan el mayor traslape trófico. La alta similitud y traslape trófico indican que la abundancia de los recursos alimentarios –ícticos- no es una limitante para la coexistencia de las especies. Los resultados evidencian la captura selectiva de sexos y tallas de las presas por parte de algunas especies de aves para maximizar la energía ingerida.

**Palabras clave:** aves acuáticas, reproducción, espectro trófico, gremio alimentario, Yucatán.

## **Abstract**

Species that use the same resources available in a particular location perform similar ecological roles. These groups are often called guilds that are usually characterized by the food similarities of their members. Coastal wetlands, which are recognized to be highly productive ecosystems, are places where many species of aquatic birds find the ideal conditions to complete, at least, part of their life cycle. The hydrological characteristics of these systems and the availability of food determine the reproductive success of these birds. During the breeding season, the energy gain is obtained by ingesting prey that must fulfill the requirements of both, parents and offspring so the type and size of prey that can be ingested by chickens should be carefully selected. In this work, I studied how a guild of piscivorous birds uses food resources in a coastal wetland on the north coast of the Yucatan Peninsula. Seven species of colonial aquatic birds (*Phalacrocorax brasilianus*, *Egretta rufescens*, *Cochlearius cochlearius*, *E. thula*, *Ardea alba*, *Platalea ajaja* and *Nycticorax nycticorax*) were studied to obtain the relationships between their sizes and the fish they consume, to estimate the amount of the gross energy provide by each prey type, and to assess if they display a selective feeding as to the species and sex of the individuals consumed. Sampling was conducted between November 2012 and February 2013, when all the species that make up this guild are nesting. Stomach contents were obtained from the offspring and prey were identified to lowest taxon to determine the trophic spectrum of each species. Calorimetric analyses were performed to obtain the amount of gross energy provided by each type of prey, and the relationship between the size of the bird and its prey was obtained. Overall, these birds consume eighth families, 13 genera and 17 species of fish. Poeciliidae and Cyprinodontidae contributed the most to the diet of birds. The broader trophic spectrum corresponded to *P. brasilianus* whose diet is similar to those of *E. rufescens* and *C. cochlearius*, which are the species that have the highest trophic overlap. The high similarity and trophic overlap could point out that the abundance of prey is not a limiting factor for the coexistence of the species that belong to the guild. Selective catch of prey of specific sex and size allow some birds to maximize the energy intake.

**Key words:** aquatic birds, reproduction, trophic sprectrum, feeding guild, Yucatan.

## **Introducción**

En los ecosistemas existen especies que realizan funciones similares. Algunos de los atributos morfológicos, fisiológicos, conductuales u otros rasgos de sus historias de vida permiten que desempeñen papeles ecológicos equivalentes. Estos conjuntos de especies forman *grupos funcionales* (Chapin *et al.*, 2002; Dodds, 2002; Keddy, 2010) dentro de los que se encuentran los gremios ecológicos, definidos como agrupaciones de especies que explotan la misma clase de recursos del ambiente de forma similar (Silvestre *et al.*, 2003; Smith y Smith, 2007). Generalmente, los requerimientos de nicho (*sensu* nicho Eltoniano; Peterson *et al.*, 2011) de estas especies se superponen de forma significativa, sin importar la posición taxonómica de los miembros del gremio (Root, 1967). El punto de vista clásico de la Ecología establece que, para que dos o más especies funcionalmente parecidas puedan coexistir, los nichos que ocupan deben estar bien diferenciados y utilizar diferencialmente los recursos limitantes (Gause, 1934; MacArthur, 1958; Smith y Smith, 2007). Al respecto, Pianka (1974) construyó la «hipótesis del traslape de nicho» que considera que el traslape entre los nichos se asocia con niveles bajos de competencia cuando los recursos son abundantes. En cambio, nichos disjuntos pueden indicar situaciones en la que dos especies evitan competir. Dado que la competencia constituye una de las fuerzas más importantes que determinan la estructura de una comunidad, la mayor parte de los estudios de gremios se han enfocado en los aspectos tróficos y, entre los grupos más estudiados, se encuentran las aves para conocer cómo y cuándo obtienen el alimento (López de Casenave, 2001).

Los humedales costeros en general son ampliamente reconocidos como los ecosistemas con mayor productividad primaria de la biosfera. Los ecosistemas de manglar y los estuarios están vinculados funcionalmente por la influencia de las corrientes de marea que remueven la materia orgánica particulada (*detritus*) de los manglares hacia los cuerpos lagunares adyacentes, incrementando aún más su propia y elevada productividad primaria (Flores Verdugo *et al.*, 2007). La productividad de los manglares es 20 veces superior a la productividad del mar y llega a ser cinco veces superior a la de las zonas de surgencia (Flores Verdugo *et al.*, 2007). La elevada productividad de las lagunas costeras y estuarios mantiene una gran cantidad de consumidores enlazados por cadenas alimentarias complejas, que sostienen una producción pesquera elevada (Day *et al.*, 1973). Se estima que una hectárea de manglar puede producir anualmente hasta 767 kg de pescado y camarón de forma natural (Turner, 1991). Esto debido a que los manglares proveen protección a los estadios juveniles de peces y crustáceos contra los depredadores y les aportan

alimento (Noruddin, 1987). La elevada producción heterotrófica de estos ecosistemas también ha permitido que las regiones donde existen sean un importante punto de alimentación y descanso de varios cientos de miles de aves acuáticas (Flores Verdugo *et al.*, 2007); entre ellas existen muchas especies migratorias y otras que, sin serlo, realizan desplazamientos oportunistas en búsqueda de humedales con abundancia de alimento y sitios para anidar (Weller, 1999). La anidación de estas aves está relacionada principalmente con la hidrología y la disponibilidad de alimento, pues de ello depende el éxito de forrajeo que determina la posibilidad de obtener los componentes alimentarios que satisfagan los requerimientos calóricos y nutricionales tanto de padres como de crías (Frederick *et al.*, 2009).

Entre los principales procesos necesarios para asegurar la supervivencia de los organismos están la búsqueda, captura e ingestión de las presas (Gutiérrez, 1998) que se distribuyen espacial y temporalmente de cierta forma y su cantidad es limitada. Dado que la alimentación, al igual que los demás procesos involucrados en el metabolismo tiene un costo energético, la ganancia que se obtiene con el consumo de cada uno de los tipos alimentarios disponibles debe, al menos, ser equivalente al gasto (Gutiérrez, 1998). El éxito reproductor de las aves requiere que la disponibilidad de las presas sea alta y continua a lo largo de su ciclo o estación reproductora, considerando que el crecimiento de los pollos y la generación de las plumas son momentos en los que hay mayor demanda de energía (Weller, 1999). Además del estado reproductor y los caracteres innatos de fenología y fisiología de la reproducción, la disponibilidad de las presas dentro del ámbito de forrajeo de un individuo determina el éxito de reproducción (McLay *et al.*, 2009). Además de cubrir los requerimientos energéticos, la selección del alimento debe estar regulada por el tipo y tamaño de presas que los pollos pueden ingerir físicamente (McLay *et al.*, 2009). Para alimentarse, las aves han desarrollado adaptaciones como la locomoción que usan mientras se alimentan, la estructura del pico y el sistema digestivo, entre otras (Gill, 1990). De éstas, el pico es la adaptación clave para alimentarse, por lo que su tamaño, forma y fortaleza afecta la dieta. Ligeras variaciones en las dimensiones del pico pueden influir en el tipo de presa y la tasa de ingestión del alimento (Gill, 1990).

Este estudio pretendió discernir la utilización de recursos alimenticios entre un gremio de aves piscívoras que no sólo comparten el mismo espacio para anidar sino que se alimentan de las mismas presas y utilizan el mismo espacio de forrajeo, además de la manera en la que se reparte el uso de los recursos alimentarios. También se presentan datos sobre la relación de tallas entre los

consumidores y las presas, así como de la energía bruta que éstas últimas aportan, además de indicar la existencia de capturas selectivas hacia alguno de los sexos de las presas.

### **Antecedentes**

La Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán (RECMCNY), recientemente decretada (DOGEY, 2010), carece de un plan de manejo y está siendo afectada por cambios de uso de suelo con la consecuente pérdida de hábitat para las especies que la habitan. La frontera Oeste de la RECMCNY limita con la Reserva Estatal El Palmar, enlistada entre los humedales de importancia como sitios Ramsar. El hábitat que domina la región costera de esta reserva está formado por ciénagas y manglares que tienen gran importancia para mantener la gran riqueza y abundancia de aves (Chablé, 2009; Badillo-Alemán *et al.*, 2014). Ambas reservas se encuentran inmersas en el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) denominada «Humedales Costeros del Norte de la Península de Yucatán» (Berlanga *et al.*, 2008) que representa un corredor aéreo para las aves migratorias acuáticas y terrestres que provienen del norte del continente.

Dentro de la RECMCNY se encuentra la laguna costera La Carbonera que tiene una alta riqueza ictiofaunística (Gallardo-Torres *et al.*, 2012a). La heterogeneidad estructural del sistema que brinda la conexión permanente de la laguna con el mar a través de la boca, la franja de manglar que bordea la laguna, los pequeños manchones de pastos sumergidos, los afloramientos de agua dulce (manantiales) y la presencia de vegetación típica de petenes, brinda una gran variedad de hábitats y las condiciones propicias para que un gran número de especies de peces puedan usar la laguna como zona de alimentación, crianza o reproducción (Vega-Cendejas, 2004).

Existen pocos estudios sobre las aves costeras en la península de Yucatán, la mayoría de ellos en el estado de Quintana Roo (López-Ornat y Ramo, 1992; Ramo y Busto, 1993; Rangel-Salazar *et al.*, 1993; Mackinnon, 1993; Ibáñez y Álvarez, 2007). Aunque no hay información sobre el inicio de la temporada de reproducción de las aves acuáticas en Yucatán, existen antecedentes de que en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (situada en la costa Este de la península de Yucatán) el período de anidación de las garzas abarca de diciembre a junio y muestra una secuencia específica, iniciando *Ardea herodias*, *Egretta rufescens* y *Cochlearius cochlearius* en diciembre, seguidas de *E. tricolor* y *A. alba* a principios de marzo y finalmente *E. thula* a mediados de marzo. La mayor abundancia de estas aves se presenta entre febrero y mayo (López-Ornat y Ramo, 1992; Ramo y Busto, 1993).

## **Justificación**

Los humedales de la costa Norte de Yucatán son de vital importancia para un gran número especies, entre las que están las aves tanto residentes como migratorias que encuentran ahí sitios de descanso, refugio, alimentación y reproducción. Particularmente, en la región Oeste de la RECMCNY se presenta un gran número de aves acuáticas que anidan en el sistema característico del humedal costero de la costa norte de Yucatán. Las aves acuáticas, particularmente las piscívoras, suelen ser buenos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas puesto que se ubican en la punta de la cadena trófica y son muy susceptibles a los cambios del hábitat. Este grupo, además de reflejar las condiciones del ambiente terrestre, también evidencia las del acuático, puesto que depende de ambos para su alimentación, descanso y reproducción. Es necesario generar conocimiento sobre el área y su relevancia para las especies que la habitan y así brindar información útil para su manejo. Generar conocimiento acerca de la dieta de las aves para acoplarlo al que se está generando alrededor de las presas permitirá entender, directa o indirectamente, las interacciones tróficas que se establecen en el ecosistema. Por ello, este estudio puede convertirse en una herramienta útil para la conservación, tanto poblacional, de comunidad y ecosistémica.

## **Hipótesis**

- Las especies que pertenecen a un mismo gremio trófico pueden coexistir si usan diferencialmente un conjunto de recursos mediante distintas técnicas o hábitos de alimentación. Por ello, se espera que las especies que forman el gremio de aves piscívoras que anida en la porción Oeste de la Reserva de Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán consuman distintos tipos de presas (i.e., presas de diferentes especies o ambientes).

- Con base en el supuesto de que los padres seleccionan las presas que sus crías tienen capacidad de consumir físicamente, la talla de los peces consumidos estará relacionada positivamente con la talla de las crías.

- Debido a la alta demanda energética asociada con el crecimiento somático que ocurre en las primeras etapas del desarrollo de los pollos, los tipos de presas que consuman serán aquellas que les aporten la mayor cantidad de energía. En igualdad de circunstancias (considerando el tamaño de la presa, la probabilidad de encuentro y la «capturabilidad», entre otros factores) existirá un sesgo para favorecer la ingestión de las presas que aporten más energía al individuo.

## **Objetivos**

### General

- Conocer algunos aspectos de la dinámica trófica que se establece entre un gremio de aves piscívoras y el conjunto de presas que consumen en un humedal de la costa de Yucatán durante la época reproductora.

### Particulares

- Establecer la composición específica del gremio de aves acuáticas que anida en la porción Oeste de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.
- Caracterizar el espectro trófico de las crías de las aves piscívoras mediante el análisis de los bolos alimenticios.
- Establecer el grado de traslape en la utilización de recursos alimenticios entre las aves acuáticas del gremio.
- Determinar el valor energético de cada tipo de presa.

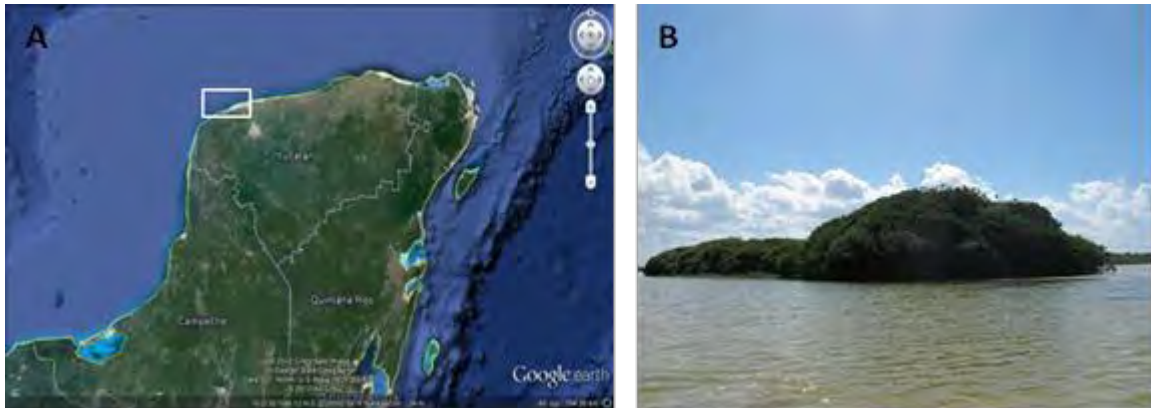
## **Área de estudio**

Se ubica en la porción Oeste de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán (RECMCNY) comprendida por ciénagas, manglares, petenes, seibadales y pastizales inundables ubicados entre las localidades de Sisal y Chuburná, al Norte del Estado de Yucatán. En general, son sitios con manglar en buen estado de conservación, con poca infraestructura y en los que se realizan actividades de muy bajo impacto ambiental. Los recursos pesqueros se extraen de forma artesanal e intermitente por los pobladores locales (DOGEY, 2010). En un pequeño islote dentro de esta porción de la reserva anidan varias especies que forman el gremio de aves piscívoras. Este islote se localiza en las coordenadas 21°11'54.1''N, 89°56'49.1''O y está formado principalmente por mangle rojo y blanco. Tiene un área aproximada de 300 m<sup>2</sup>, inmersa en una franja costera de ciénagas, situada aproximadamente a 300 m frente a una granja camaronera (Figura 1).

El Estado de Yucatán carece de corrientes superficiales salvo cuerpos de agua temporales, el flujo hidrológico es subterráneo debido a la composición kárstica del subsuelo (Graniel Castro, 2010).



Las características de la RECYMCNY son similares a las de la Reserva Estatal El Palmar debido a que se encuentran en el mismo corredor de la costa Norte de Yucatán. La zona inundable es alimentada por lluvias, escurrimientos superficiales, descargas de agua y mareas; la mayor inundación presenta una elevación promedio de 0.42 msnm y desciende hasta 0.17 msnm en época de lluvias, mientras que en temporada de secas baja hasta 0.12 msnm. Existen cuerpos de agua con vegetación, formados por la selva baja inundable, petenes y manglares que forman extensas cuencas palustres con entrada de agua salada mínima e inundación temporal; y cuerpos de agua sin vegetación, presentes por lo general en depresiones someras cercanas a la costa asociadas con esteros o áreas con una capacidad de drenaje muy baja (ciénaga baja y aguadas) y en depresiones profundas asociadas con el cinturón de cenotes, la inundación de estos cuerpos es perenne (Gobierno del Estado de Yucatán-Secretaría de Ecología, 2006). Estas son condiciones que se adecuan a las demandas de algunas aves, especialmente de las vadeadoras, que requieren de sistemas acuáticos someros para forrajear.



**Figura 1.** Islote de anidación de un gremio de aves acuáticas piscívoras

## Material y métodos

### Estrategia de muestreo

Se realizaron nueve muestreos entre noviembre y diciembre de 2012 y febrero de 2013 entre las 11:00 y las 15:00 horas, durante la temporada reproductora del gremio de aves piscívoras que anida en la porción Oeste de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. En cada muestreo se recorrió todo el islote (búsqueda libre) y se registraron, por observación directa, las especies presentes así como el número de huevos y/o crías en cada nido. Se capturaron todas las crías de las diversas especies a las cuales se pudo tener acceso (permiso de colecta SGPA/DGVS/02210/13) y se marcaron los nidos y los árboles en los que estaban contruidos.

De cada cría se midió la longitud del ala derecha desde la ulna hasta la punta con cinta métrica ( $\text{cm} \pm 0.1$ ; Figura 2 A). Se obtuvo la longitud total del pico, desde la base del cráneo hasta la punta ( $\text{cm} \pm 0.1$ ; Figura 2 B) y la longitud estándar, desde los orificios nasales hasta la punta ( $\text{cm} \pm 0.1$ ; Figura 2 C); la altura del pico y el ancho (de un costado a otro) a nivel de los orificios nasales, se obtuvieron con un vernier ( $\text{mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ ; Figura 2 D y E respectivamente). El peso de cada individuo se obtuvo colocando al organismo en un contenedor plástico sobre una balanza digital ( $\text{g} \pm 0.1 \text{ g}$ ; Figura 2 F). Al finalizar la toma de datos, y en su caso de muestras, fueron reintegrados a sus nidos.

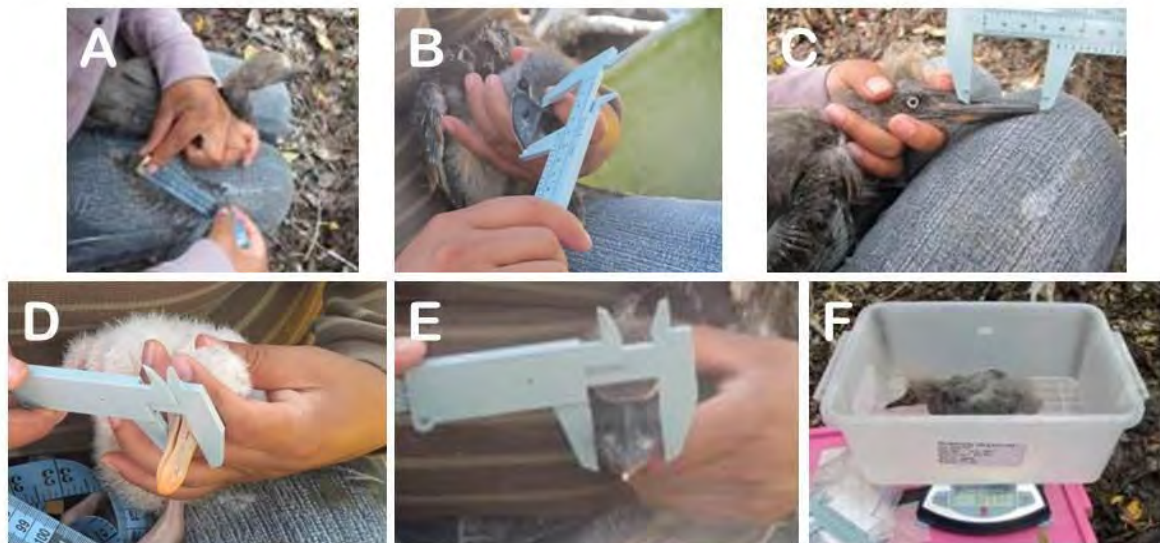


Figura 2. Registro morfométrico y ponderal de los ejemplares. A. Longitud del ala; B. Longitud total del pico; C. Longitud estándar del pico; D. Alto del pico; E. Ancho del pico, y F. Peso

Las muestras de alimento se recolectaron oportunistamente de la regurgitación que se da generalmente durante la manipulación de los pollos. El bolo alimentario se colocó en bolsas de plástico con cierre hermético y se mantuvo en una hielera para su traslado y posterior análisis en el laboratorio. Cada muestra se rotuló con los siguientes datos: fecha, lugar, especie, número de árbol, de nido y de muestra.

## **Trabajo de laboratorio**

### *Análisis de la dieta*

El material recolectado fue lavado con agua corriente y congelado hasta su análisis. Las muestras fueron descongeladas al momento en el que se analizaron. Las presas se identificaron hasta el menor nivel taxonómico posible, con base en literatura especializada (Fischer, 1978; Hoese y Moore, 1998; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Gallardo Torres *et al.*, 2012b) y se cuantificaron. Se registró el número de machos y hembras de las especies con dimorfismo sexual. Cuando el grado de digestión de las presas no era muy avanzado, de cada pez se obtuvo la longitud estándar (LE, cm  $\pm$  0.1), la longitud total (LT, cm  $\pm$  0.1) () y la altura del cuerpo (A, cm  $\pm$  0.1). Se registró el peso húmedo de cada presa con una balanza digital (g  $\pm$  1). Una vez registradas las variables morfométricas, el material fue fijado en formol al 10% y finalmente en alcohol etílico al 70%.

### *Contenido energético de las presas*

Para estimar el aporte energético bruto se recolectaron ejemplares de las especies consumidas directamente en campo; los ejemplares obtenidos se midieron y pesaron en fresco. Posteriormente se liofilizaron y pesaron en seco. Se molieron en una licuadora industrial y con una bomba calorimétrica Parr se procesaron muestras de 0.3 g de cada presa, por triplicado. Para las especies con dimorfismo sexual se procesaron por separado machos y hembras.

La técnica de calorimetría (Rosas *et al.*, 2002) consiste en obtener los pesos iniciales y finales del alambre y de la cápsula de combustión, así como la temperatura del agua, además, el gasto de NaOH para la neutralización del ácido nítrico formado.

## **Análisis de datos**

Debido a la naturaleza de la obtención de las muestras se realizaron varios grupos de análisis: 1) descripción del espectro trófico de las crías de las aves del gremio, 2) determinación del espectro trófico de cada especie y el traslape trófico entre ellas, 3) obtención de las relaciones morfométricas entre las crías y los peces consumidos y 4) determinación del valor energético de cada tipo de presa.

### *Espectro trófico de las aves*

Éste fue determinado a partir de los *ítems* identificados en el bolo alimentario de cada ave. Los peces se identificaron hasta el nivel de especie o género y se anotó la presencia esporádica de otros taxa. Las muestras de las que no se pudo identificar el ave que las regurgitó sólo fueron analizadas cualitativamente. A partir de la identificación de los *ítems*, se obtuvo el porcentaje numérico de las presas y la biomasa de cada grupo por especie de ave por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\%N_{jk} = \frac{n_j}{N_k}$$

$\%N_{jk}$ : Porcentaje de individuos de la presa  $j$  consumidos por el ave  $k$

$n_j$ : número de individuos de la presa  $j$  consumidos por el ave  $k$

$N_k$ : número total de presas consumidas por el ave  $k$

$$\%B_{jk} = \frac{b_j}{B_k}$$

$\%B_{jk}$ : Porcentaje de biomasa de la presa  $j$  consumida por el ave  $k$

$b_j$ : biomasa de la presa  $j$  consumida por el ave  $k$

$B_k$ : Biomasa total de todas las presas consumidas por el ave  $k$

### *Diferencia en la captura por sexo de la presa*

Se evaluaron las diferencias numéricas de la presencia de machos y hembras de los peces consumidos que presentan dimorfismo sexual externo (*Floridychthys polyommus*, *Cyprinodon artifrons* y *Poecilia velifera*). Se utilizó la prueba de Wilcoxon (Zar, 2010) con un nivel de significancia de 0.05.

*Relación de tallas entre crías y presas*

Para este análisis sólo se tomaron en cuenta las muestras de alimento obtenidas directamente de los pollos para poder relacionar las tallas de las crías con las tallas de las presas. En este análisis no fue considerada *Platalea ajaja* ya que solo se obtuvo una muestra. A partir del análisis de los gráficos de dispersión de todas las medidas morfométricas de las crías, se seleccionó el ancho del pico como una de las variables que mejor representa el crecimiento del ave. Éste se comparó con la altura del pez en gráficos de dispersión. Se comparó la variación del intervalo de tallas de las presas consumidas por la cría más pequeña y la cría más grande de cada especie aplicando la prueba de *F* para varianzas de dos muestras ( $P < 0.05$ ).

*Contenido energético*

Con los datos obtenidos del procesamiento de las muestras se estimó el contenido energético a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Hg} = \frac{(\Delta T^{\circ}\text{C} * W) - e1 - e2}{m}$$

Dónde:

Hg = energía bruta de la muestra (cal/g)

$\Delta T^{\circ}\text{C}$  = diferencia de temperatura entre  $T^{\circ}\text{C}_{\text{inicial}}$  y  $T^{\circ}\text{C}_{\text{final}}$

W = constante de estandarización (2379.99) para evaluaciones en la Unidad Académica Sisal

e1 = valor de corrección por el gasto de NaOH

e2 = valor de corrección de combustión del alambre (peso inicial del alambre – peso final del alambre \* 1400)

m = peso de la muestra (g)

El resultado obtenido se extrapoló al peso total seco del ejemplar y finalmente al peso húmedo, con lo cual se obtuvo el aporte energético medio de cada uno de las presas identificadas hasta especie. Para determinar si el aporte energético entre machos y hembras de las especies dominantes es diferente se aplicó una prueba de Wilcoxon.

*Similitud y traslape del nicho trófico*

Al igual que en el análisis de relación de tallas, en este análisis tampoco se tomó en cuenta a *P. ajaja* por el mismo hecho de contar con una sola muestra. Mediante el porcentaje numérico (%N) de cada tipo de presa presente en cada especie de ave y el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO) de cada especie de pez en cada especie de ave, calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$\%FO = \frac{m_j * 100}{M_k}$$

Donde:

$m_j$  = número de muestras con la especie  $j$

$M_k$  = número total de muestras del ave  $k$

Se calculó el Índice de Importancia Relativa (IIR) modificado de cada especie de presa a partir de la siguiente fórmula:

$$IIR = \frac{(\%FO + \%N)}{2}$$

Para evaluar la similitud/disimilitud en la composición de la dieta entre las aves, se hizo un análisis de agrupamiento usando el índice de similitud de Bray-Curtis calculado con los datos de importancia relativa transformados ( $\sqrt[4]{IIR}$ ). La significancia estadística de las agrupaciones obtenidas con este análisis se evaluó con la prueba SIMPROF (similarity profile). La comparación de la composición específica del espectro trófico entre las distintas aves se realizó con un análisis de similitud (ANOSIM), realizado sobre una matriz de similitud Bray-Curtis, con la hipótesis nula de que no hay diferencias en la composición de la dieta entre las diversas especies de aves. La contribución de las especies/taxa a la diferenciación o similitud entre grupos se analizó con el análisis de similitud de porcentajes SIMPER (similarity percentages). Todos estos análisis se llevaron a cabo en el software PRIMER 6.0 (Clarke, 1993).

Se calculó el traslape del nicho trófico, con base en los IIR de cada presa, con el software EcoSim Professional (Entsminger, 2012), aplicando el índice de Pianka (1974) con el que se obtiene un valor de 0 cuando no existe traslape de las dietas y un valor de 1 cuando el traslape es total. Su ecuación es la siguiente:

$$O_{jk} = O_{kj} = \frac{\sum_i^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}}$$

Donde:

$O_{jk}$  y  $O_{kj}$  son los índices simétricos de traslape entre la especie  $j$  y la especie  $k$

$p_{ij}$  y  $p_{ik}$  son la proporción del recurso  $i$  utilizado por la especie  $j$  y por la especie  $k$

$n$  es el número total de presas.

A pesar de que no se han desarrollado procedimientos estadísticos formales para probar la significancia estadística de los índices como  $O_{jk}$  y  $O_{kj}$  (Caillet y Barry, 1979) y aquellos que existen requieren que se cumplan ciertos supuestos difíciles de cumplir o probar, como la homoscedasticidad de las varianzas (Maurer, 1982), se ha considerado que los valores son biológicamente significativos cuando exceden de 0.60 (Zaret y Rand, 1971; Mathur, 1977).

## Resultados

### Composición de la dieta del gremio de aves piscívoras

A lo largo de los muestreos se identificaron siete especies de aves acuáticas anidando en el sitio de estudio. Durante noviembre y diciembre se encontraron *Phalacrocorax brasilianus* (Figura 3 A, a), *Egretta rufescens* (Figura 3 B, b) y *Cochlearius cochlearius* (Figura 3 C, c). Para febrero continuaban *E. rufescens* y *C. cochlearius* aunque en menor abundancia; *E. thula* (Figura 3 D), *Ardea alba* (Figura 3 E, e) y *Platalea ajaja* (Figura 3 F, f) ya habían comenzado a anidar para entonces. La colonia de *Nycticorax nycticorax* (Figura 3 G, g) era muy pequeña, los adultos no se observaron en el nido pero sí en el sitio, las escasas crías observadas se encontraban en los nidos y debido a que se ubicaban en lugares inaccesibles no fue posible obtener muestras de alimento; el único pollo capturado no regurgitó. De éstas, seis especies pertenecen al orden Pelecaniformes y una al orden Suliformes (Tabla1).

Tabla 1. Listado taxonómico de las aves acuáticas del gremio registradas (Clements *et al.*, 2013)

Orden	Familia	Especie
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>
		<i>Cochlearius cochlearius</i>
		<i>Egretta rufescens</i>
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>
		<i>Ardea alba</i>
		<i>Nycticorax nycticorax</i>
		<i>Platalea ajaja</i>

### Muestras de alimento obtenidas

La reacción de las diversas aves ante la presencia de un humano resultó diferente; los juveniles de *P. brasilianus* regurgitaron en cuanto sintieron la presencia de una amenaza por lo que, en la mayoría de las ocasiones, no fue posible obtener las muestras directamente de las crías pues ya habían regurgitado al momento de ser capturadas. Las crías de *E. rufescens*, *C. cochlearius* y *E. thula* parecen ser más tolerantes al disturbio: regurgitaron después de ser manipuladas intensamente y, en



ocasiones, el estrés provocado por la captura no fue suficiente para que esto ocurriera. Si bien no se cuantificó el tamaño poblacional de ninguna especie, el número de individuos en las colonias de *P. brasiliensis* y *E. rufescens* es el más grande. Por esta razón, los tamaños de muestra más grandes corresponden a estas especies. Por otro lado, las crías de *P. ajaja* se percibieron muy sensibles al estrés por lo que se capturaron pocos pollos de esta especie y sólo se obtuvo una muestra del contenido estomacal.

En total se obtuvieron 108 muestras de alimento repartidas como se muestra en la Tabla 2. Algunas muestras se almacenaron aún si no se pudo identificar la especie a la que pertenecían las presas, ya que eran regurgitadas desde los árboles y había más de una especie alrededor. No obstante, las presas así obtenidas aportan información sobre el espectro trófico del gremio en general. La mayoría de las muestras se obtuvieron directamente de las crías durante la toma de medidas, las muestras restantes se obtuvieron de las que regurgitaban desde los nidos y no se pudo tener acceso hasta ellos o había más de una cría en el nido y no se pudo identificar de cuál provenía.

**Tabla 2 Número de muestras (N) del contenido estomacal obtenidas de cada especie**

<b>Especie</b>	<b>Totales</b>	<b>Directo de las crías</b>
<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>	49	9
<i>Egretta rufescens</i>	22	22
<i>Cochlearius cochlearius</i>	10	10
<i>Egretta thula</i>	8	8
<i>Ardea alba</i>	10	8
<i>Platalea ajaja</i>	1	1
No identificadas	8	-
<b>Total</b>	<b>108</b>	<b>58</b>



Figura 3. Especies del gremio de aves piscívoras que anidan en el sitio de estudio (en mayúsculas los adultos, en minúsculas las crías). A, a *P. brasilianus*; B, b *E. rufescens*; C, c *C. cochlearius*; D *E. thula*; E, e *A. alba*; F, f *P. ajaja* y G, g *N. nycticorax*.



Figura 3...Continuación

**Espectro trófico**

Durante el periodo de muestreo se identificaron 17 especies y 13 géneros que pertenecen a ocho Familias de peces que son consumidos por el gremio (Tabla 3). La mayoría de los peces, nueve especies y un género, habitan el ambiente dulce/salobre, el resto corresponden a los diversos ambientes: dulce, salobre y/o marino (Tabla 4).

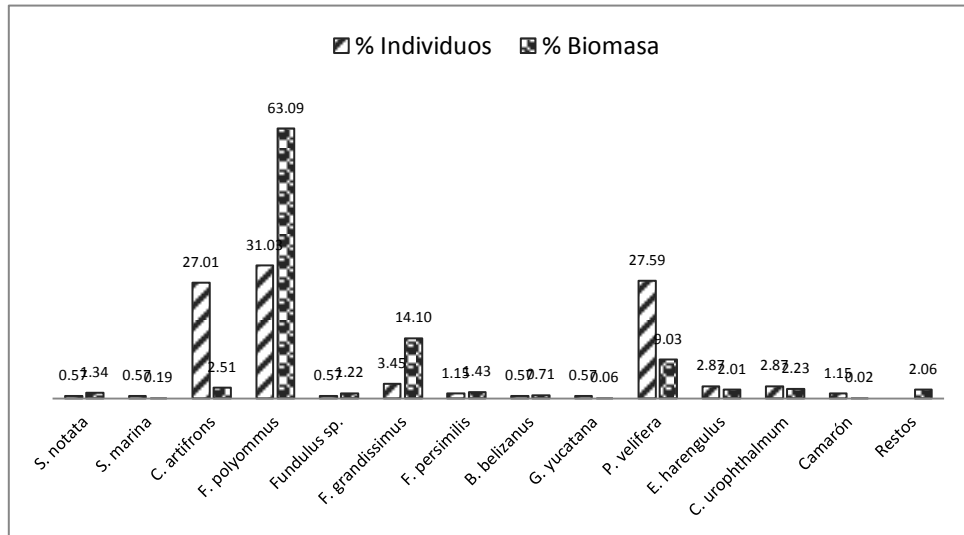
**Tabla 3. Listado taxonómico de las presas consumidas por el gremio de aves piscívoras que anidan en el humedal costero aledaño al puerto de Sisal, Yucatán**

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>
Mugilidae	<i>Mugil</i>	<i>Mugil</i> sp.
Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>Astyanax</i> sp.
Atherinopsidae	<i>Menidia</i>	<i>Menidia colei</i>
Belonidae	<i>Strongylura</i>	<i>Strongylura</i> sp., <i>Strongylura notata</i> , <i>Strongylura timucu</i> y <i>Strongylura marina</i>
Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon</i>	<i>Cyprinodon artifrons</i>
	<i>Floridichthys</i>	<i>Floridichthys polyommus</i>
	<i>Fundulus</i>	<i>Fundulus</i> sp., <i>Fundulus grandissimus</i> y <i>Fundulus persimilis</i>
	<i>Garmanella</i>	<i>Garmanella pulchra</i>
Poeciliidae	<i>Belonesox</i>	<i>Belonesox belizanus</i>
	<i>Gambusia</i>	<i>Gambusia yucatanana</i>
	<i>Poecilia</i>	<i>Poecilia</i> sp., <i>Poecilia velifera</i> y <i>Poecilia mexicana</i>
Gerreidae	<i>Eucinostomus</i>	<i>Eucinostomus</i> sp., <i>Eucinostomus argenteus</i> , <i>Eucinostomus harengulus</i> y <i>Eucinostomus gula</i>
Cichlidae	<i>Cichlasoma</i>	<i>Cichlasoma</i> sp. y <i>Cichlasoma urophthalmum</i>

**Tabla 4. Ambientes que habitan las presas del gremio de aves piscívoras que anidan en el humedal costero aledaño al puerto de Sisal, Yucatán (Gallardo-Torres *et al.*, 2012a,b)**

Especie	Ambiente	Especie	Ambiente	Especie	Ambiente
<i>S. notata</i>	Dulce/Salobre/Marino	<i>F. persimilis</i>	Dulce/Salobre	<i>E. harengulus</i>	Salobre/Marino
<i>C. artifrons</i>	Dulce/Salobre/Marino	<i>G. pulchra</i>	Dulce/Salobre	<i>E. argenteus</i>	Salobre/Marino
<i>E. gula</i>	Dulce/Salobre/Marino	<i>B. belizanus</i>	Dulce/Salobre	<i>Mugil</i> sp.	Marino
<i>Astyanax</i> sp.	Dulce/Salobre	<i>G. yucatanana</i>	Dulce/Salobre	<i>S. timucu</i>	Marino
<i>F. polyommus</i>	Dulce/Salobre	<i>P. velifera</i>	Dulce/Salobre	<i>S. marina</i>	Marino
<i>F. grandissimus</i>	Dulce/Salobre	<i>P. mexicana</i>	Dulce/Salobre	<i>M. colei</i>	Salobre
<i>C. urophthalmum</i>	Dulce/Salobre				

De las muestras obtenidas de aves no identificadas, el 31% de individuos y el 63% en biomasa son aportados por *Floridychthys polyommus*. Las especies *Cyprinodon artifrons* y *Poecilia velifera* contribuyen, cada una, con el 27% de los individuos capturados (Gráfico 1). Sólo en estas muestras se registró a *Strongylura marina*, que no se registró en las muestras obtenidas de aves plenamente identificadas.



**Gráfico 1.** Presas presentes de las muestras de aves no individualizadas.

▪ Descripción de la dieta de *Phalacrocorax brasilianus*

Esta ave presentó el espectro trófico más amplio, compuesto por 15 especies y un género de peces identificados que pertenecen a siete de las ocho familias registradas para el gremio. Más del 80% de la dieta de esta especie está compuesta por tres especies: *F. polyommus*, *P. velifera* y *C. artifrons* con el 31.4%, 29.8% y 23.3% de individuos respectivamente. Los ejemplares correspondientes a *F. polyommus* aportan el 47.5% de la biomasa (Gráfico 2). La mayoría de las especies (10) que consume esta ave habitan en ambientes de agua dulce/salobre.

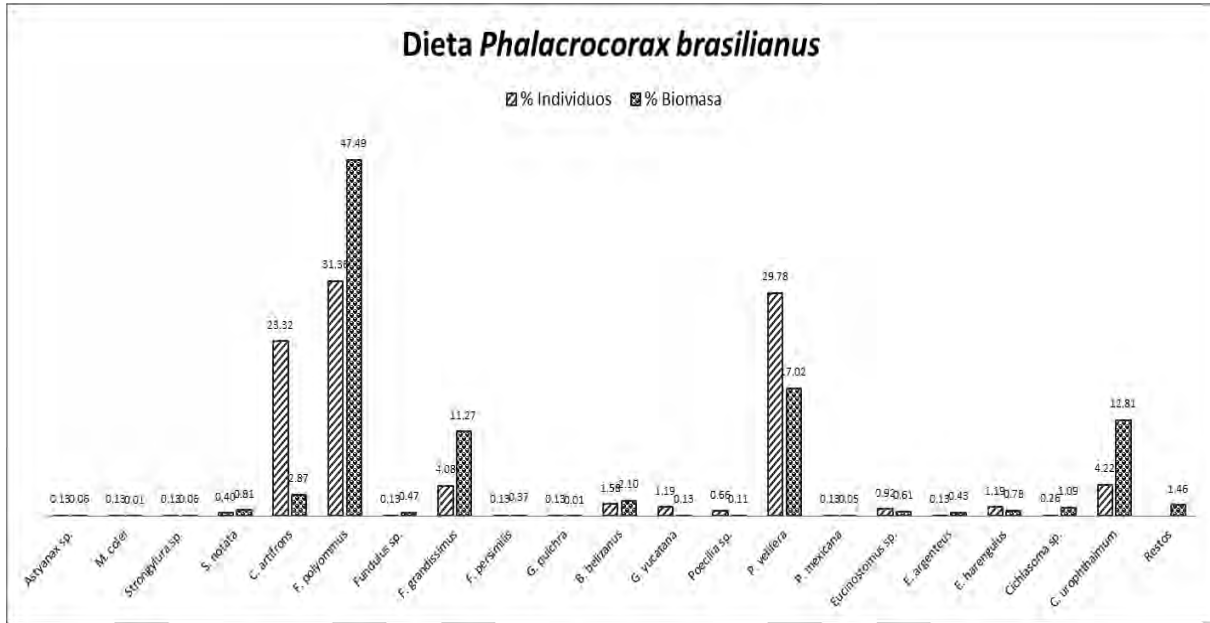


Gráfico 2. Composición de la dieta de *P. brasilianus*

El consumo de *F. polyommus* y *C. artifrons* de distintos sexos no fue estadísticamente significativo ( $P = 0.102$ ,  $n = 31$ ;  $P = 0.984$ ,  $n = 19$ ). El número de hembras de *P. velifera* presentes en el contenido estomacal de *P. brasilianus* resultó significativamente mayor que el de los machos ( $P = 0.000$ ,  $n = 29$ ; Gráfico 3).

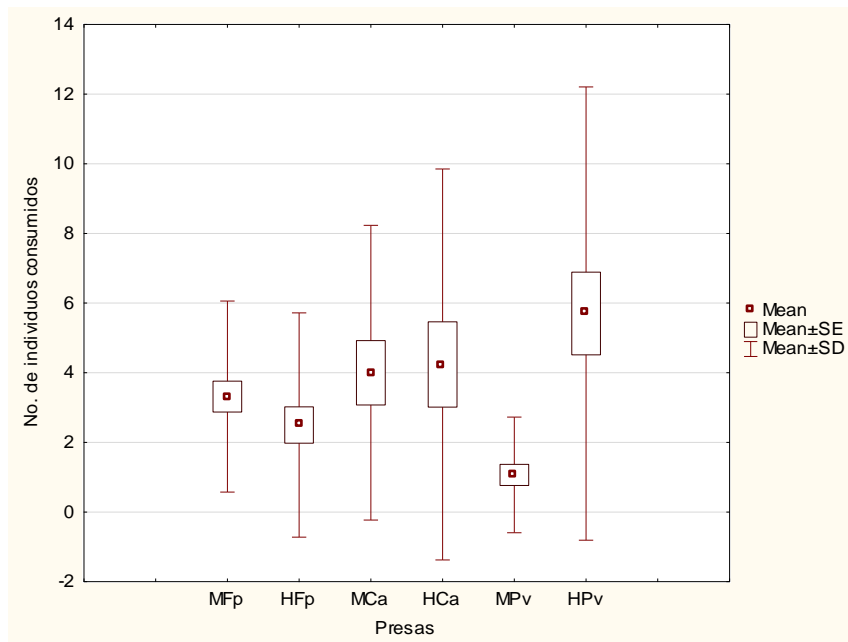


Gráfico 3. Consumo diferencial por sexo de las presas con dimorfismo sexual de *P. brasilianus* (ver acrónimos en tabla 6)

La relación entre las tallas de las crías y de las presas se muestra en el Gráfico 4. Acorde al incremento en la talla de los polluelos, la varianza de las tallas de las presas consumidas también aumenta de manera significativa [ $P(F \geq 9.63) < 0.01$ ; Tabla 5]. Conforme las crías crecen, aumenta el intervalo de longitud de las presas que consumen.

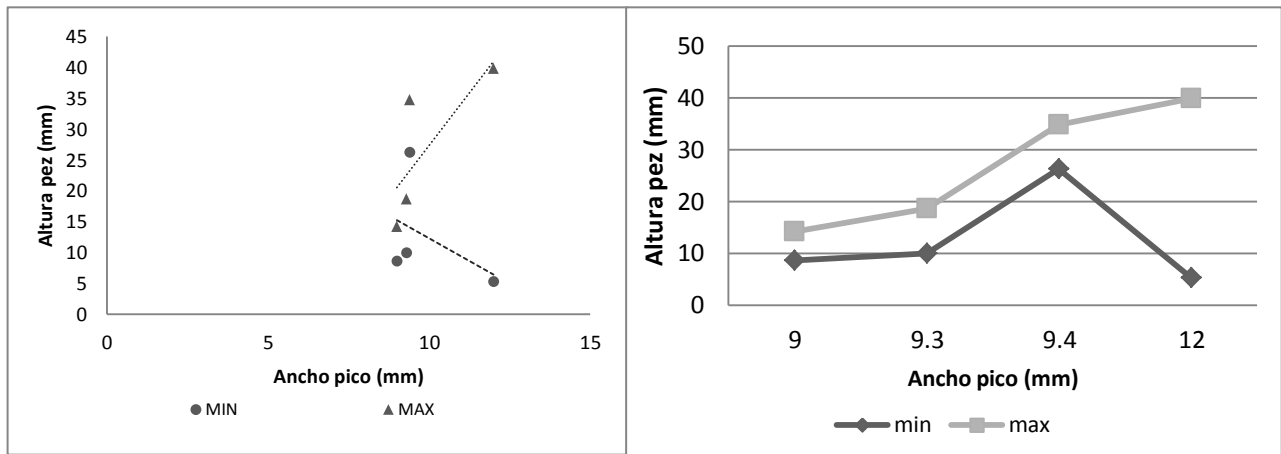


Gráfico 4. Relación morfométrica entre crías de *P. brasiliensis* y sus presas

Tabla 5. Prueba F para la variación de tallas de las presas entre crías pequeñas y grandes de *P. brasiliensis*

	Pollo con pico de 9 mm de ancho	Pollo con pico de 12 mm de ancho
Media	10.97	12.6
Varianza	37.99	3.95
Observaciones	47	7
Grados de libertad	46	6
F	9.63	
P(F<=f) una cola	0.004	
Valor crítico para F (una cola)	3.76	

*Gambusia yucatanensis* es la especie que aporta el mayor contenido energético por unidad de peso (cal/g). Sin embargo, considerando la masa promedio de los individuos consumidos, resulta que *F. persimilis* es la especie que aporta la mayor cantidad de energía por individuo (Tabla 6, Gráfico 5). No obstante, en términos de biomasa esta presa contribuye con el 0.37% a la dieta de *P. brasiliensis*. El contenido energético de los machos es significativamente mayor que el de las hembras en el caso de *C. artifrons* ( $P= 0.002$ ) y *F. polyommus* ( $P= 0.003$ ). *Poecilia velifera*, la especie cuyas hembras son consumidas en números significativamente mayores que los machos, aporta el mismo contenido energético independientemente del sexo de la presa ( $P=0.052$ ).

Tabla 6. Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de *P. brasilianus*

Acrónimo	Presas	N Válida	Aporte (cal/ind) media	Aporte (cal/ind) mínimo	Aporte (cal/ind) máxima	Desv. Est.
(Fpe)	<i>F. persimilis</i>	1	21503.75	21503.75	21503.75	
(Ea)	<i>E. argenteus</i>	1	21091.02	21091.02	21091.02	
(Fg)	<i>F. grandissimus</i>	26	20050.07	1516.94	63775.13	15474.78
(MFp)	Machos <i>F. polyommus</i>	115	14035.05	608.34	54469.06	13693.84
(Bb)	<i>B. belizanus</i>	8	10411.86	1422.57	19529.72	6657.89
(Sn)	<i>S. notata</i>	2	9726.51	5078.67	14374.34	6573.03
(Cu)	<i>C. urophthalmum</i>	26	8943.53	372.28	38304.31	10059.92
(HFp)	Hembras <i>F. polyommus</i>	92	7594.41	1021.85	35411.00	8362.09
(MPv)	Machos <i>P. velifera</i>	27	4958.79	730.18	13639.73	3224.02
(Eh)	<i>E. harengulus</i>	9	4741.28	2612.79	11958.37	2813.42
(HPv)	Hembras <i>P. velifera</i>	173	3669.88	595.83	14927.54	2148.31
(MCA)	Machos <i>C. artifrons</i>	81	1288.20	245.16	3328.54	762.57
(Gy)	<i>G. yucatanana</i>	9	1066.66	239.20	3351.59	899.50
(HCA)	Hembras <i>C. artifrons</i>	86	1021.94	152.50	3707.09	773.13
(Gp)	<i>G. pulchra</i>	1	768.72	768.72	768.72	
(Mc)	<i>M. colei</i>	1	390.59	390.59	390.59	

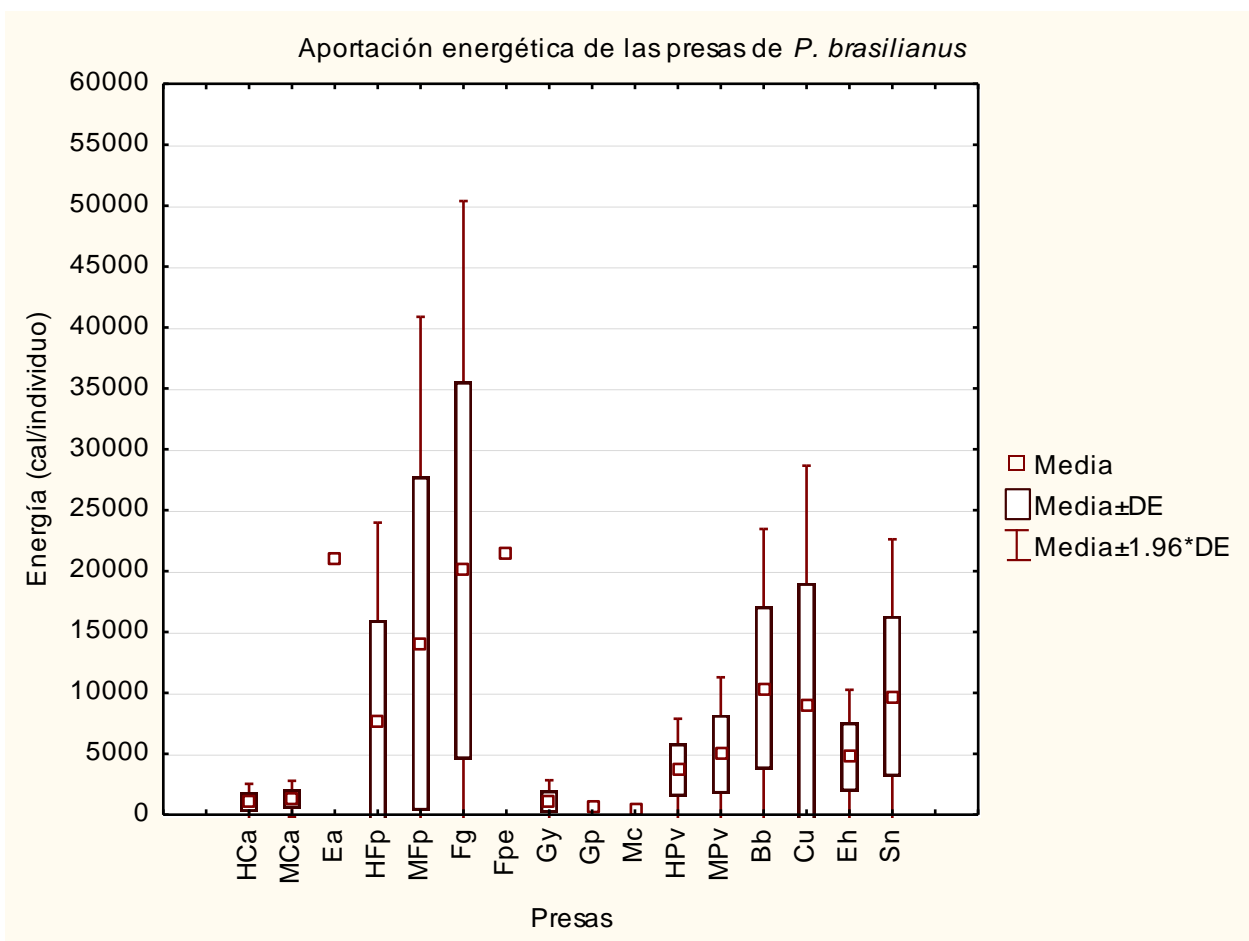


Gráfico 5. Aporte energético (cal/ind) de cada tipo de presa de *P. brasilianus* (promedio ± desviación estándar; ver acrónimos en tabla 6).



▪ Descripción de la dieta de *Egretta rufescens*

La dieta de *E. rufescens* estuvo compuesta por 13 tipos de presas, que comprenden dos géneros y 11 especies. La presa más consumida fue *C. artifrons*, que alcanza el 75% de los individuos y el 27.42% de la biomasa. *F. polyommus*, *F. persimilis* y *F. grandissimus* consiguen el 23.7%, 18.6% y 15.4% en términos numéricos. Otras especies aportan menos del 10% de los individuos consumidos (Gráfico 6). Dos de las especies que consume esta garza habitan en los ambientes marinos, salobres y de agua dulce; seis especies se encuentran en agua dulce/salobre; una en sitios salobre/marinos; dos especies en ambiente netamente marino y una más en aguas salobres.

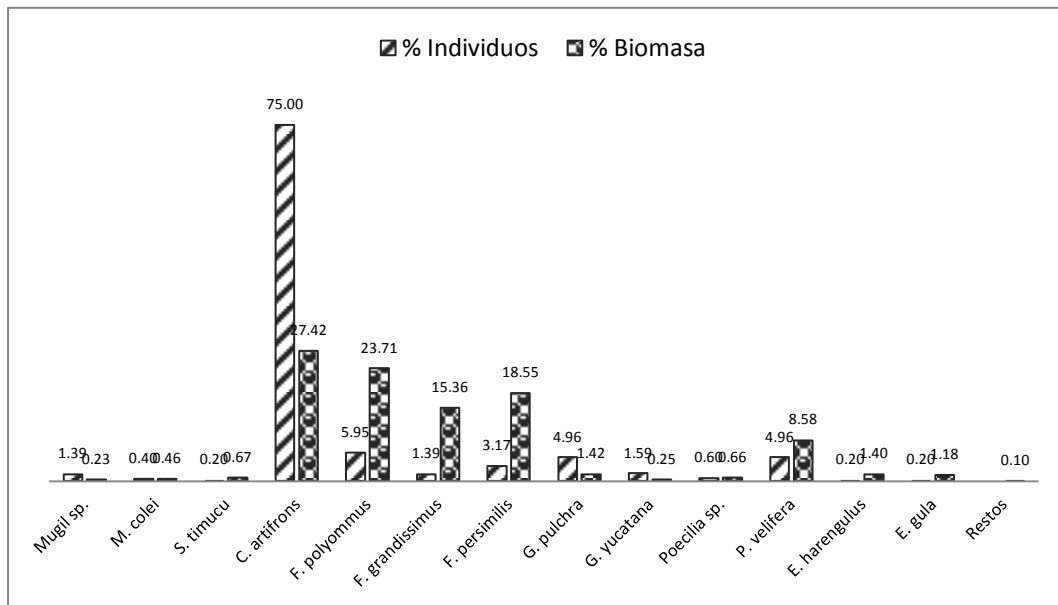


Gráfico 6. Composición de la dieta de *E. rufescens*

El número de machos y de hembras que pertenecen a *F. polyommus* y a *C. artifrons* es distinto en la dieta de *E. rufescens*. Las hembras son significativamente más numerosas que los machos ( $P = 0.047$ ,  $n = 10$ ;  $P = 0.038$ ;  $n = 15$ ; respectivamente). En cambio, el consumo de *P. velifera* no muestra tendencias significativas con respecto al sexo de las presas ( $P = 0.272$ ; Gráfico 7).

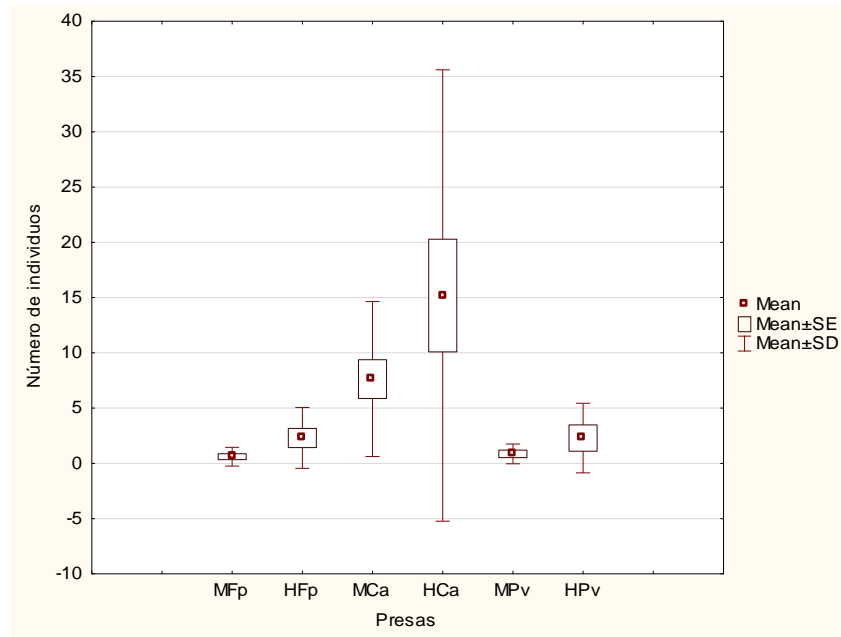


Gráfico 7. Consumo diferencial por sexo de las presas con dimorfismo sexual de *E. rufescens* (ver acrónimos en tabla 8)

Conforme se incrementa el tamaño de los polluelos, la varianza de las tallas de las presas consumidas permanece constante [ $P(F \leq 1.31) > 0.05$ ]. Las crías de la garza rojiza, en el intervalo de talla de los organismos analizados, se alimentan de presas con un intervalo de tamaños similar (Gráfico 8, Tabla 7).

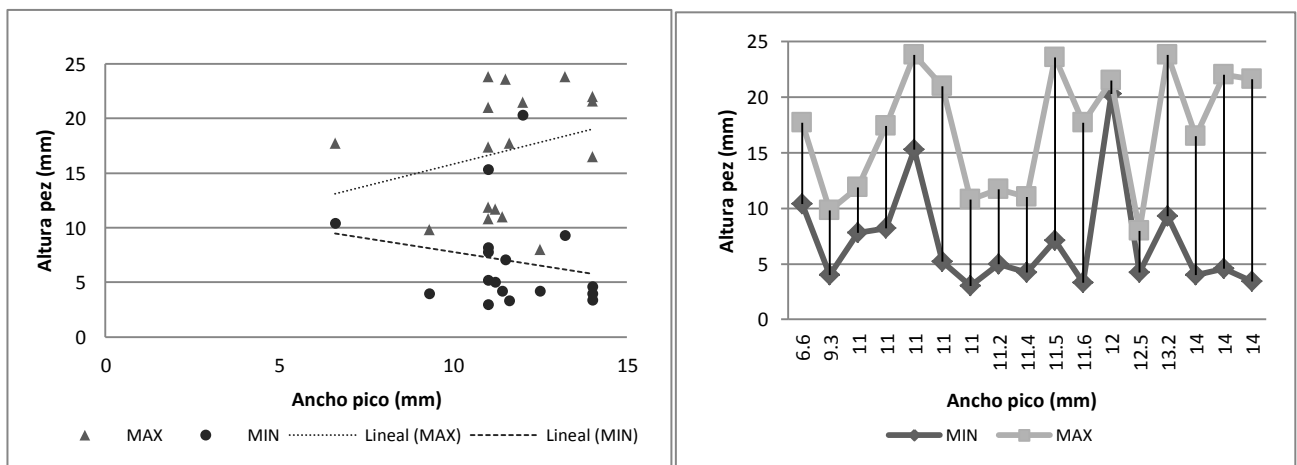


Gráfico 8. Relación morfométrica entre crías de *E. rufescens* y sus presas

**Tabla 7. Prueba F para la variación de tallas de las presas entre crías pequeñas y grandes de *E. rufescens***

	<b>Pollo con pico de 6.6 mm de ancho</b>	<b>Pollo con pico de 14 mm de ancho</b>
Media	8.37	14.48
Varianza	8.52	6.51
Observaciones	42	10
Grados de libertad	41	9
F	1.31	
P(F<=f) una cola	0.35	
Valor crítico para F (una cola)	2.82	

El mayor aporte energético por individuo corresponde a *F. grandissimus*, que ocupa el tercer lugar entre las especies que más contribuyen a la dieta de *E. rufescens* en términos de biomasa (15.36%). Para el caso de *C. artifrons*, que es la especie dominante en la dieta, el aporte energético es menor; el contenido energético de las hembras es significativamente mayor que el de los machos ( $P = 0.000$ ). *F. polyommus*, que es la segunda especie con mayor presencia de individuos y biomasa, ocupa el tercer lugar en el aporte de energía; no hay diferencias significativas entre el contenido calórico de hembras y machos ( $P = 0.345$ ). Por último, los machos de *P. velifera* aportan una mayor cantidad de energía que las hembras ( $P = 0.043$ ) (Tabla 8, Gráfico 9).

**Tabla 8. Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de *E. rufescens***

Acrónimo	Presas	N Válida	Aporte Media (cal/ind)	Aporte Mínima (cal/ind)	Aporte Máxima (cal/ind)	Desv. Est.
(Fg)	<i>F. grandissimus</i>	6	11572.16	2582.65	20619.55	8524.99
(Eh)	<i>E. harengulus</i>	1	7344.26	7344.26	7344.26	
(Fpe)	<i>F. persimilis</i>	15	4861.20	471.90	17118.37	4482.38
(MFp)	Machos <i>F. polyommus</i>	6	4026.01	1318.44	7390.42	2381.81
(St)	<i>S. timucu</i>	1	3688.15	3688.15	3688.15	
(HFp)	Hembras <i>F. polyommus</i>	23	3258.95	1119.23	8692.67	1786.23
(MPv)	Machos <i>P. velifera</i>	5	3075.79	1041.04	5766.72	2058.14
(HPv)	Hembras <i>P. velifera</i>	14	1402.50	120.78	4954.95	1445.00
(Mc)	<i>M. colei</i>	3	880.53	284.19	1593.36	662.31
(MCa)	Machos <i>C. artifrons</i>	112	663.36	115.66	2762.74	429.44
(HCa)	Hembras <i>C. artifrons</i>	231	347.26	19.12	1761.74	288.78
(Gp)	<i>G. pulchra</i>	21	282.65	52.17	759.83	181.79
(Mu)	<i>Mugil</i> sp.	3	232.92	199.69	255.06	29.30
(Gy)	<i>G. yucatan</i>	8	208.92	62.73	575.71	159.91

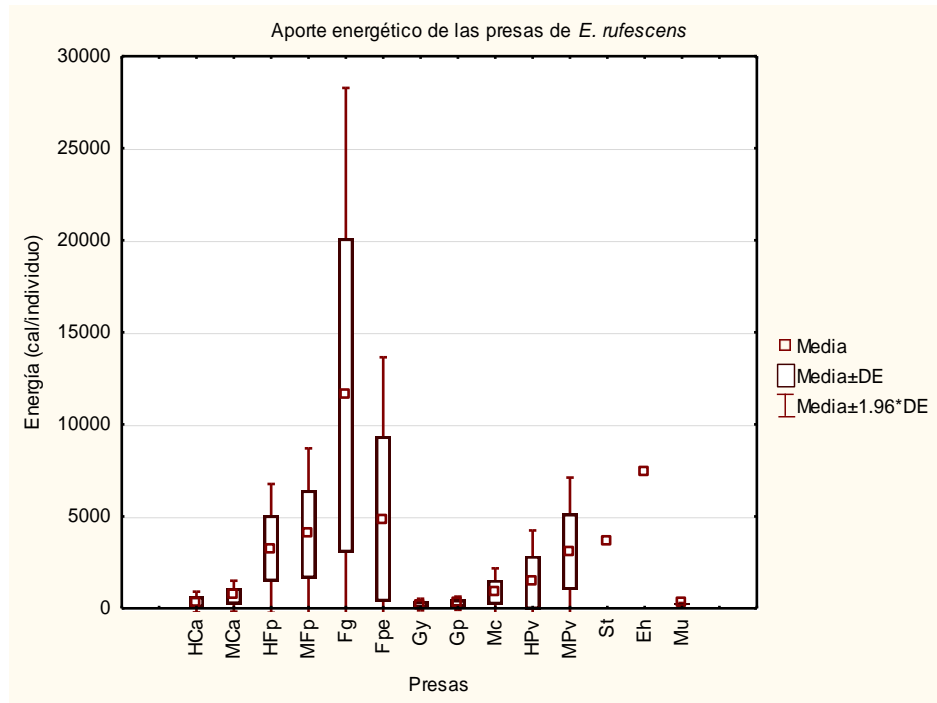


Gráfico 9. Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de *E. rufescens* (ver acrónimos en tabla 8)

▪ Descripción de la dieta de *Cochlearius cochlearius*

En estas muestras se identificaron nueve especies de peces. En términos numéricos, *C. artifrons* alcanza el 46.7% mientras que representa el 2.8% de la biomasa. En cambio, *F. polyommus* aportó el 60.9% de la biomasa y el 23.8% de los individuos. *Fundulus grandissimus* está representado con el 24.0% de la biomasa (Gráfico 10). De las especies identificadas, *C. artifrons* habita los tres ambientes, *F. polyommus* y *F. grandissimus* habitan dulce/salobre. Las otras cinco especies que se presentaron en los contenidos estomacales habitan sitios de agua dulce/salobre y una habita en agua salobre/marina.

El consumo diferencial por sexos solo fue significativo para las hembras de *P. velifera* ( $P = 0.028$ ;  $n = 6$ ). El consumo de *F. polyommus* ( $P = 0.109$ ;  $n = 3$ ) y de *C. artifrons* ( $P = 1.000$ ;  $n = 6$ ) es indistinto al sexo de la presa (Gráfico 11).

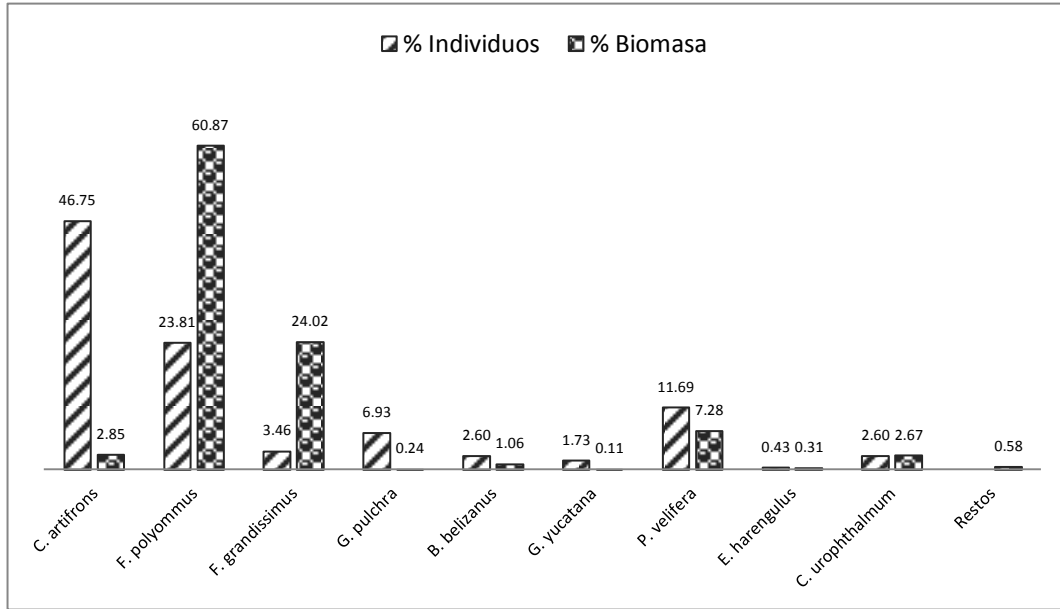


Gráfico 10. Composición de la dieta de *C. cochlearius*

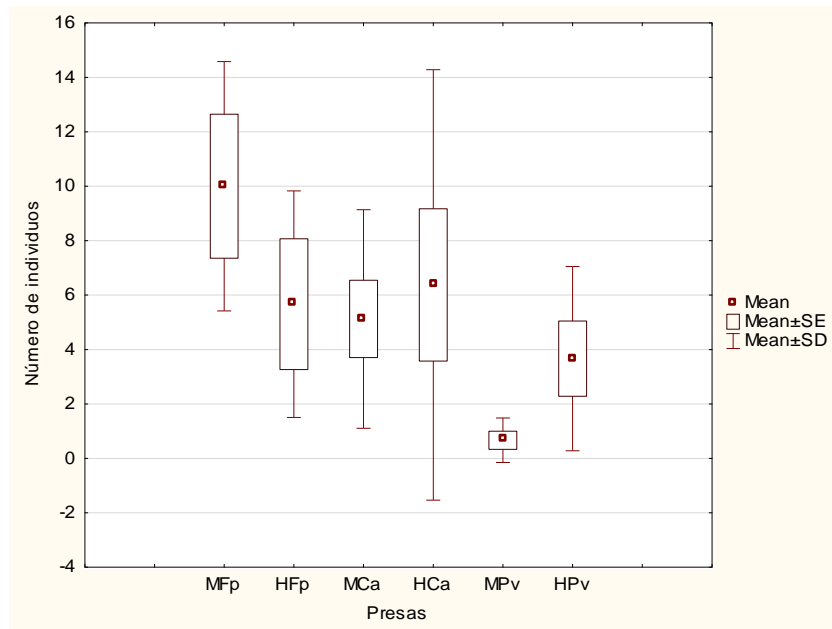


Gráfico 11. Consumo diferencial por sexo de las presas con dimorfismo sexual de *C. cochlearius* (ver acrónimos en tabla 10)

La relación entre la talla de las crías y de las presas se muestra en el Gráfico 12. Conforme aumenta la talla de los polluelos, la varianza de las tallas de las presas consumidas disminuye de manera significativa [ $P(F \geq 10.54) < 0.01$ ; Tabla 9]. Conforme las crías crecen consumen un menor número de especies y peces pequeños, como *C. artifrons*, que constituyen las principales presas que se presentan en un estrecho intervalo de tallas.

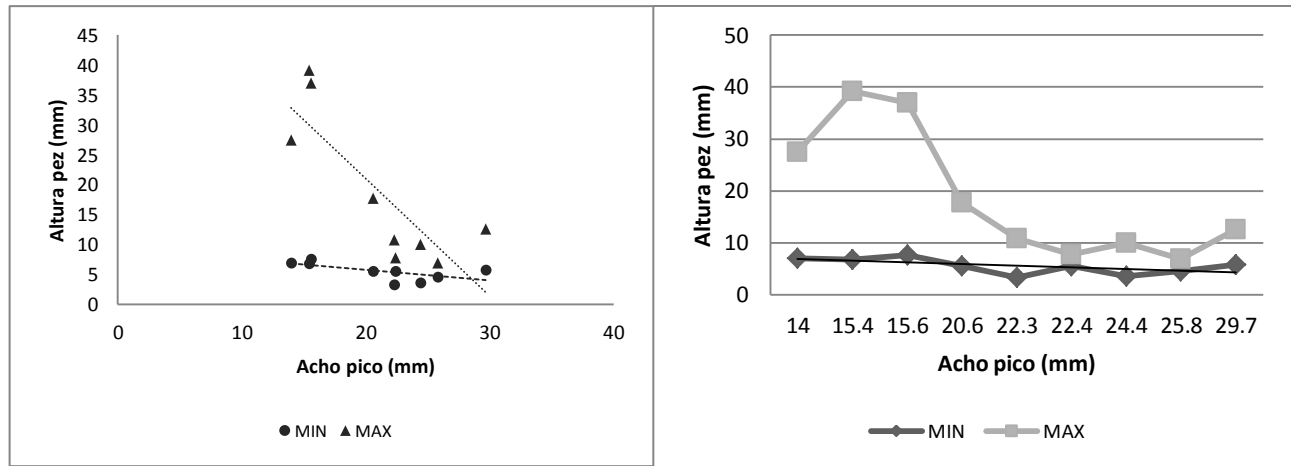


Gráfico 12. Relación morfométrica entre crías de *C. cochlearius* y sus presas

Tabla 9. Prueba F para la variación de la talla de las presas entre crías pequeñas y grandes de *C. cochlearius*

	Pollo con pico de 14 mm de ancho	Pollo con pico de 29.7 mm de ancho
Media	13.4	9.63
Varianza	47.77	4.53
Observaciones	24	11
Grados de libertad	23	10
F	10.54	
P(F<=f) una cola	0.0002	
Valor crítico para F (una cola)	2.75	

*Fundulus grandissimus* brinda el mayor aporte de energía, seguido de *F. polyommus* que es la especie dominante en las dietas tanto de los machos como de las hembras. En cuanto al aporte numérico de individuos de distinto sexo, éste no fue significativamente diferente para ninguna de las especies [*C. artifrons* ( $P=0.067$ ), *F. polyommus* ( $P=0.823$ ) ni *P. velifera* ( $P=0.109$ )] (Tabla 10, Gráfico 13).

Tabla 10. Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de *C. cochlearius*

Acrónimo	Presas	N Válida	Aporte Media (cal/ind)	Aporte Mínima (cal/ind)	Aporte Máxima (cal/ind)	Desv. Est.
(Fg)	<i>F. grandissimus</i>	5	38105.14	14545.77	76257.48	25922.91
(MFp)	Machos <i>F. polyommus</i>	29	17141.59	3386.45	64309.11	13620.34
(HFp)	Hembras <i>F. polyommus</i>	17	14609.23	2185.45	24860.24	6662.34
(MPv)	Machos <i>P. velifera</i>	3	5186.68	3533.89	7205.96	1863.27
(Eh)	<i>E. harengulus</i>	1	4442.85	4442.85	4442.85	
(HPv)	Hembras <i>P. velifera</i>	20	3512.95	136.17	10242.17	2527.48
(Cu)	<i>C. urophthalmus</i>	2	1715.72	445.10	2986.34	1796.92
(MCA)	Machos <i>C. artifrons</i>	41	568.25	59.70	1428.33	304.65
(HCA)	Hembras <i>C. artifrons</i>	51	507.77	79.45	2617.96	463.53
(Gy)	<i>G. yucatanana</i>	4	500.46	103.88	798.63	313.57
(Gp)	<i>G. pulchra</i>	12	262.95	108.33	423.17	98.48

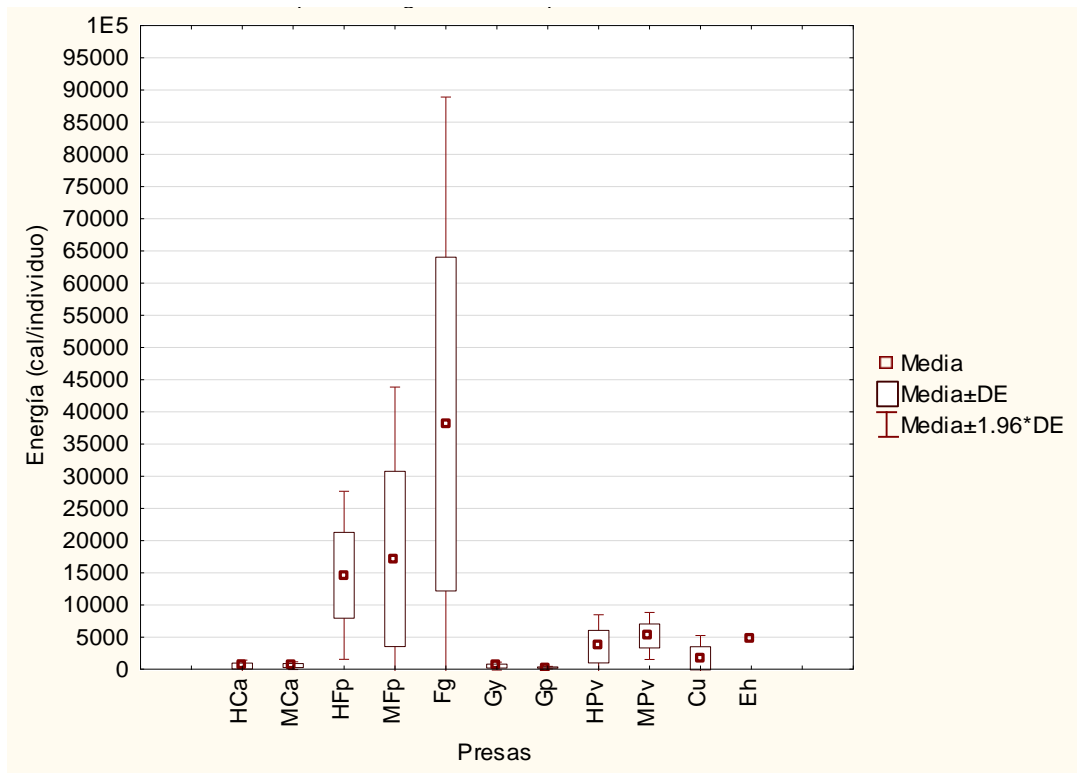


Gráfico 13. Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de *C. cochlearius* (ver acrónimos en tabla 10)

▪ Descripción de la dieta de *Egretta thula*

La dieta de las crías de estas aves estuvo compuesta por cinco especies de peces, todas ellas de ambiente dulce/salobre; *E. thula* también consumió insectos y camarones en porcentajes menores al 3.5% en términos numéricos y menores al 1% en términos gravimétricos. La especie que, en términos numéricos, domina la dieta fue *G. yucatanana* con 43.9% de individuos y 17.1% de la biomasa. *Poecilia velifera* representa el 70.3% de la biomasa y el 37.6% de los individuos (Gráfico 14).

El consumo diferencial por sexos de *P. velifera* no fue significativo ( $P = 0.109$ ;  $n = 3$ ; Gráfico 15).

La relación entre las tallas de las crías y las presas se muestra en el Gráfico 16. Acorde al incremento en la talla de los polluelos, la varianza de las tallas de las presas consumidas también aumenta de manera significativa [ $P(F \geq 6.18) < 0.01$ ; Tabla 11]. Conforme las crías crecen, aumenta el intervalo de longitud de las presas que consumen.

El mayor aporte energético está dado por *P. velifera* y no existen diferencias significativas en la cantidad de energía que aportan los individuos de cada sexo ( $P=0.866$ ) (Tabla 12, Gráfico 17).

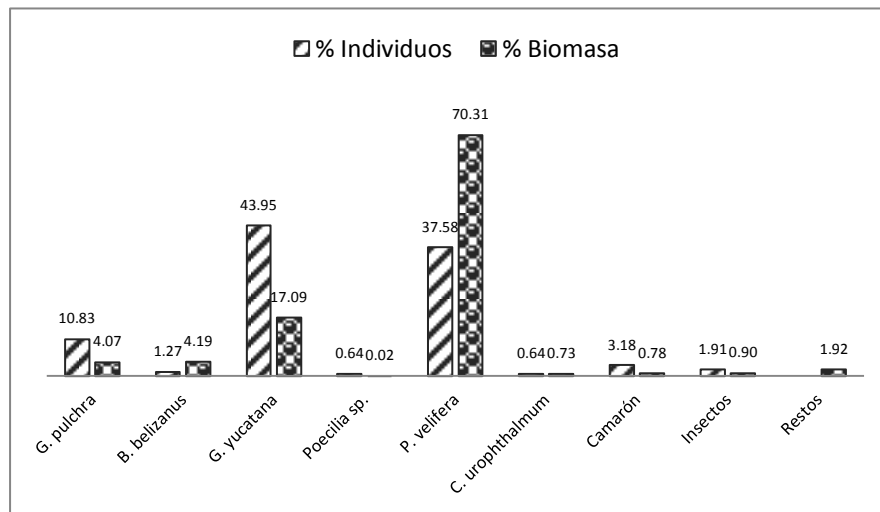


Gráfico 14. Composición de la dieta de *E. thula*



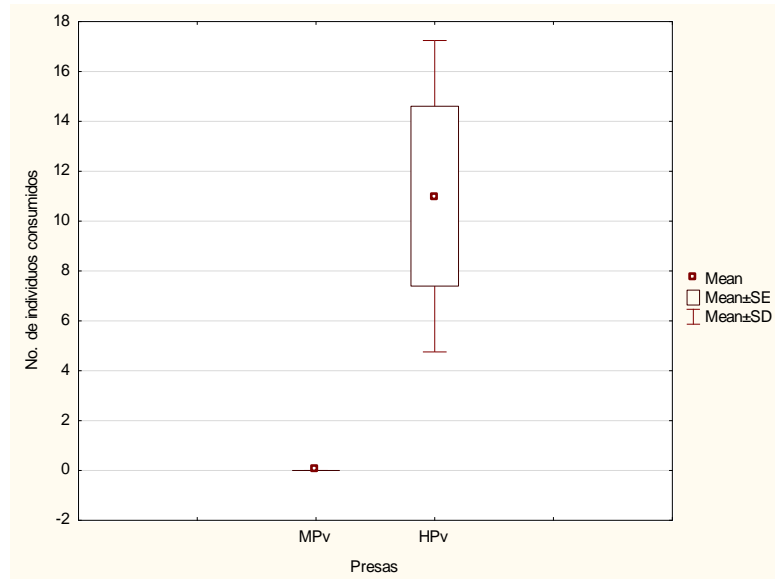


Gráfico 15. Consumo diferencial por sexo de las presas con dimorfismo sexual de *E. thula* (ver acrónimos en tabla 12)

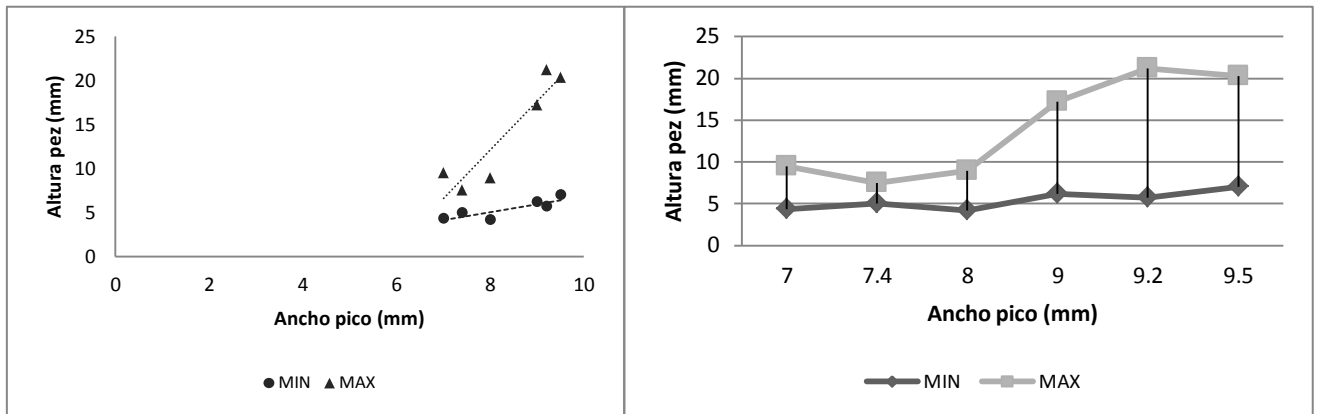


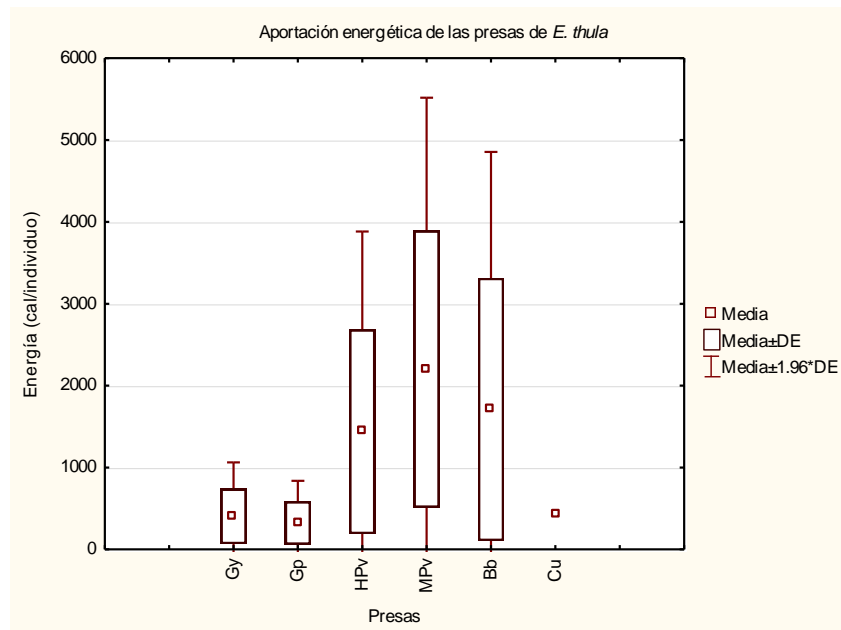
Gráfico 16. Relación morfométrica entre crías de *E. thula* y sus presas

Tabla 11. Prueba F para la variación de las tallas de las presas entre las crías pequeñas y grandes de *E. thula*

	Pollo con pico de 7.0 mm de ancho	Pollo con pico de 9.5 mm de ancho
<b>Media</b>	10.99	6.31
<b>Varianza</b>	17.48	2.83
<b>Observaciones</b>	22	9
<b>Grados de libertad</b>	21	8
<b>F</b>	6.180	
<b>P(F&lt;=f) una cola</b>	0.006	
<b>Valor crítico para F (una cola)</b>	3.140	

**Tabla 12. Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de *E. thula***

Acrónimos	Presas	N Válida	Aporte Media (cal/ind)	Aporte Mínima (cal/ind)	Aporte Máxima (cal/ind)	Desv. Est.
(MPv)	Machos <i>P. velifera</i>	7	2202.55	336.21	5278.7	1691.21
(Bb)	<i>B. belizanus</i>	2	1709.44	574.69	2844.2	1604.80
(HPv)	Hembras <i>P. velifera</i>	50	1436.95	108.91	5152.51	1248.06
(Cu)	<i>C. urophthalmum</i>	1	419.85	419.85	419.85	
(Gy)	<i>G. yucatanana</i>	62	403.40	48.60	2034.90	336.66
(Gp)	<i>G. pulchra</i>	16	322.48	135.59	1092.97	263.29



**Gráfico 17. Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de *E. thula* (ver acrónimos en tabla 12)**

▪ Descripción de la dieta de *Ardea alba*

De los diez tipos de presas que constituyen la dieta de las crías de estas aves, seis se identificaron hasta nivel de especie, tres hasta género y uno lo conforman los camarones. Cinco especies son de ambiente dulce/salobre y una de salobre/marino. La especie más consumida es *P. velifera* con el 50.8% de los individuos y el 30.1 % de la biomasa; 16.9% de los individuos está dado por *Poecilia* sp.; *C. urophthalmum* y *F. persimilis* aportan el 19.1% y 13.7% de la biomasa consumida (Gráfico 18).

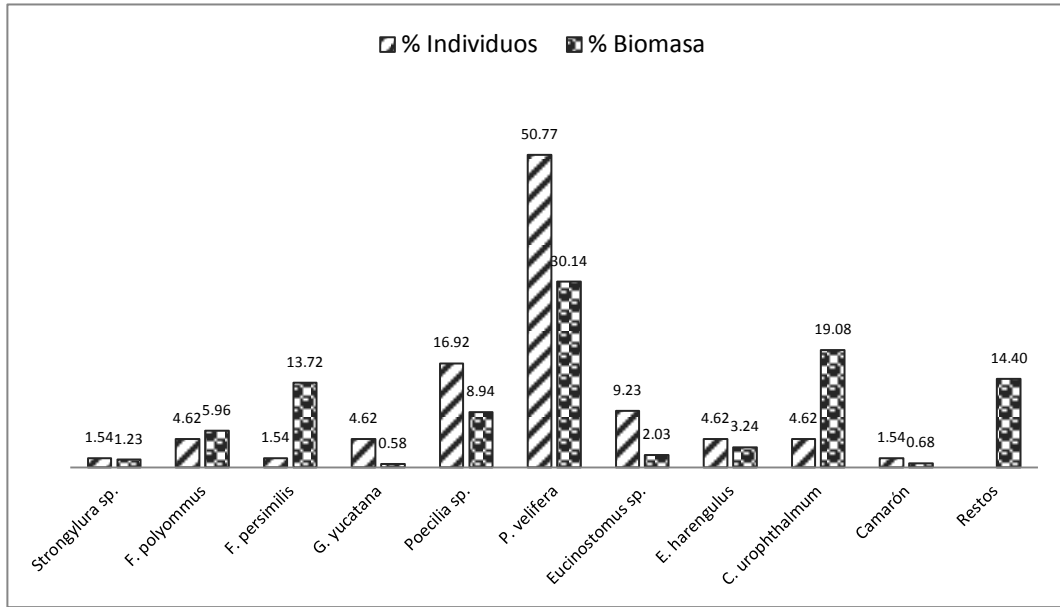


Gráfico 18. Composición de la dieta de *A. alba*

Las diferencias en la captura de machos y de hembras sólo pudo estimarse con los datos obtenidos para *P. velifera*. El resultado fue significativo ( $P = 0.005$ ;  $n = 10$ ) por lo que las hembras son capturadas más que los machos (Gráfico 19). Si bien *F. polyommus* también es consumido, el tamaño de muestra fue muy pequeño para llevar a cabo el análisis.

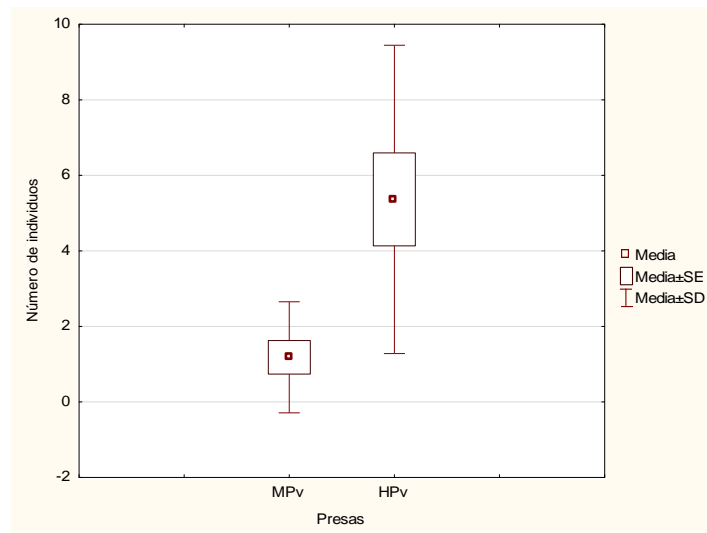


Gráfico 19. Consumo diferencial por sexo de las presas con dimorfismo sexual de *A. alba* (ver acrónimos en tabla 14)

Conforme se incrementa el tamaño de los polluelos, la varianza de las tallas de las presas consumidas permanece constante [ $P(F \leq 1.65) > 0.05$ ; Tabla 13]. Las crías de la garza blanca, en el intervalo de talla de los organismos analizados, se alimentan de presas con un intervalo de tamaños similar (Gráfico 20). Existe una relación significativa entre el ancho del pico (mm) y la altura de las presas consumidas por lo que la talla de las presas que consumen las crías aumenta conforme aumenta su tamaño.

*Fundulus persimilis* es la especie que aporta la mayor cantidad de energía por individuo consumido. *Poecilia velifera*, la especie dominante en porcentaje de biomasa, es de las especies con menor aporte energético y no se presentan diferencias significativas en la cantidad de energía que aportan los machos y las hembras ( $P=0.180$ ). Tampoco para *F. polyommus* se obtuvo diferencia estadística entre el aporte energético de los individuos de cada sexo ( $P=0.180$ ) (Tabla 14, Gráfico 21).

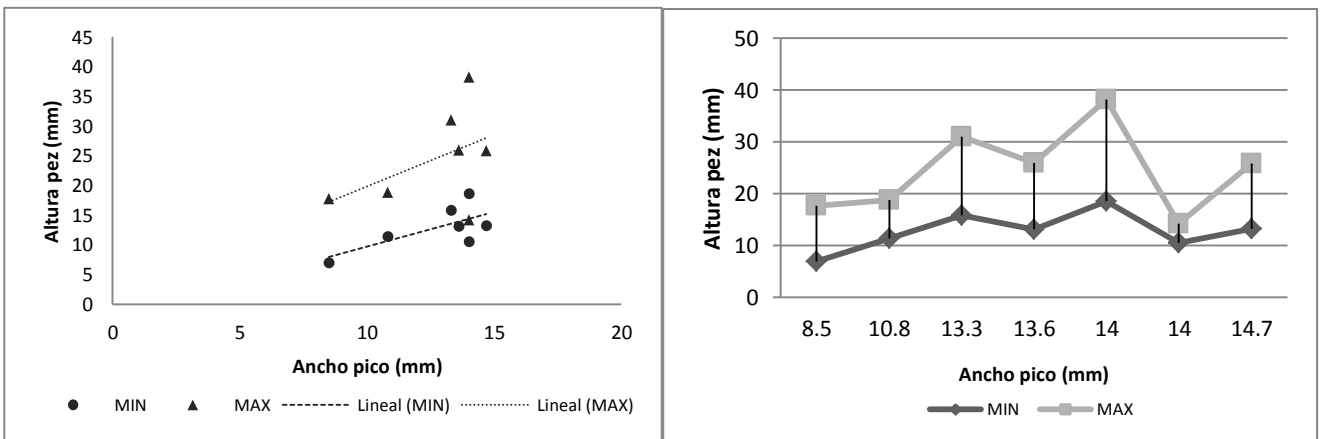


Gráfico 20. Relación morfométrica entre crías de *A. alba* y sus presas

Tabla 13 Prueba F para la variación de las tallas de las presas entre las crías pequeñas y grandes de *A. alba*

	Pollo con pico de 8.5 mm de ancho	Pollo con pico de 14.7 mm de ancho
<b>Media</b>	17.37	12.32
<b>Varianza</b>	24.50	14.82
<b>Observaciones</b>	7	10
<b>Grados de libertad</b>	6	9
<b>F</b>	1.653	
<b>P(F&lt;=f) una cola</b>	0.239	
<b>Valor crítico para F (una cola)</b>	3.374	

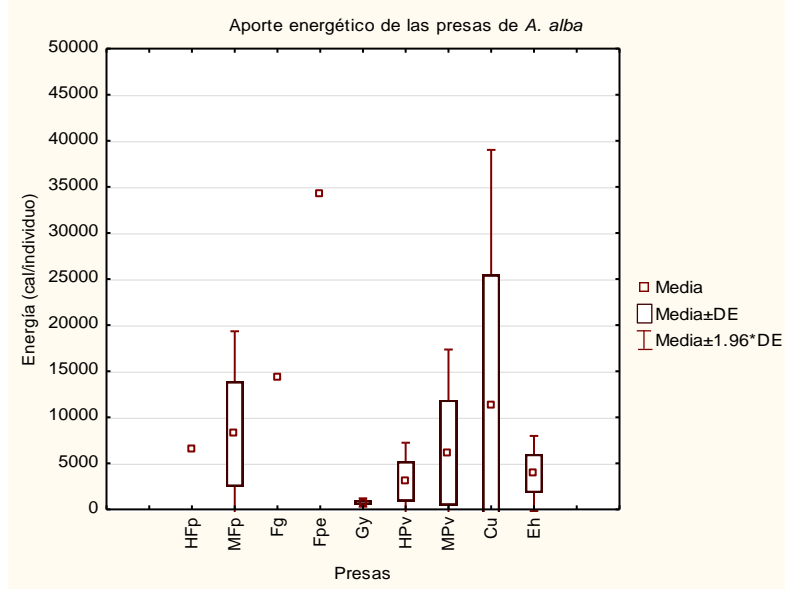


Gráfico 21. Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de *A. alba* (ver acrónimos en tabla 14)

Tabla 14. Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de *A. alba*

Acrónimos	Presas	N Válida	Aporte Media (cal/ind)	Aporte Mínima (cal/ind)	Aporte Máxima (cal/ind)	Desv. Est.
(Fpe)	<i>F. persimilis</i>	1	34292.69	34292.69	34292.69	
(Fg)	<i>F. grandissimus</i>	1	14263.15	14263.15	14263.15	
(Cu)	<i>C. urophthalmus</i>	3	11333.17	1421.54	27504.94	14123.66
(MFp)	Machos <i>F. polyommus</i>	2	8182.07	4157.69	12206.44	5691.33
(HFp)	Hembras <i>F. polyommus</i>	1	6404.68	6404.68	6404.68	
(MPv)	Machos <i>P. velifera</i>	2	6164.44	2127.06	10201.82	5709.72
(Eh)	<i>E. harengulus</i>	3	3898.48	2485.55	6290.03	2082.49
(HPv)	Hembras <i>P. velifera</i>	28	3044.36	1101.21	12187.43	2143.77
(Gy)	<i>G. yucatanana</i>	3	752.33	496.46	952.25	232.99

▪ Descripción de la dieta de *Platalea ajaja*

En la única muestra que pudo obtenerse se identificaron dos especies: *G. yucatanana* y *P. velifera* (Gráfico 22), ambas de ambientes dulce/salobres. De éstas, la mayor energía por individuo la aporta *P. velifera* (Tabla 15; Gráfico 23). Dado que sólo se obtuvo una muestra, no es posible realizar las pruebas estadísticas que permitan discernir si la captura es diferencial por sexos. Sin embargo de los 20 individuos de *P. velifera* encontrados 14 fueron hembras.

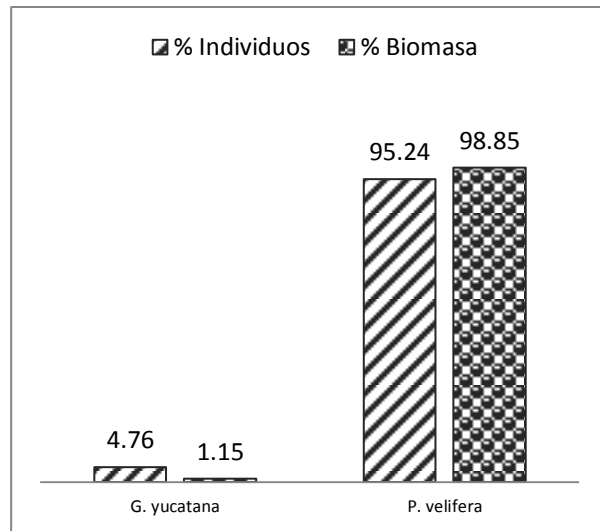


Gráfico 22. Composición de la dieta de *P. ajaja*

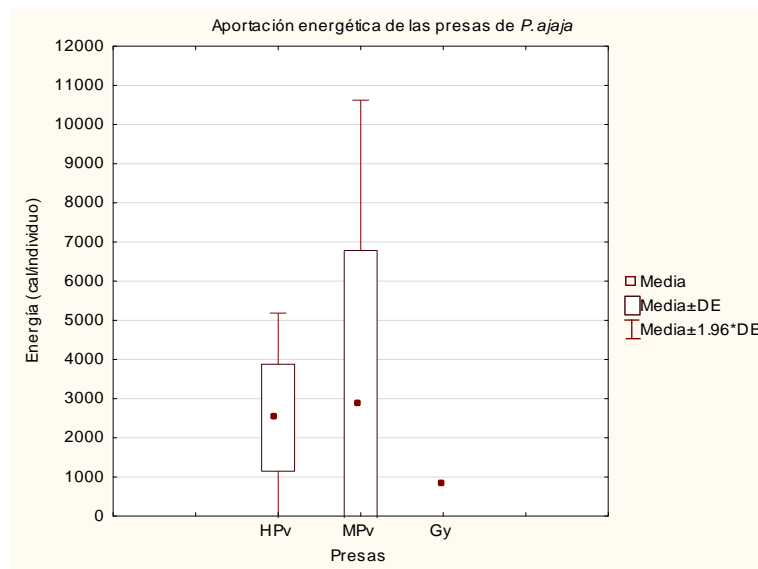


Gráfico 23. Aporte energético promedio por individuo de cada tipo de presa de *P. ajaja* (ver acrónimos en tabla 15)

**Tabla 15. Estadísticos descriptivos del aporte energético de las presas de *P. ajaja***

Acrónimos	Presas	N Válida	Aporte Medio (cal/ind)	Aporte Mínimo (cal/ind)	Aporte Máximo (cal/ind)	Desv. Est.
(HPv)	Hembras <i>P. velifera</i>	14	2513.65	1001.71	5086.06	1364.1 3
(MPv)	Machos <i>P. velifera</i>	4	2790.54	648.13	8780.95	3994.9 7
(Gy)	<i>G. yucatanana</i>	1	808.27	808.27	808.27	

### Similitud y traslape trófico

El análisis de conglomerados permite agrupar a las especies de aves estudiadas de acuerdo con el espectro trófico. Por un lado, las especies que más se asemejan son *E. rufescens* y *C. cochlearius* que, a su vez, forman un grupo alimentario con *P. brasilianus*. Por otro lado se agrupan *E. thula* y *A. alba* (Gráfico 24). La prueba SIMPROF permite diferenciar a dos grupos ( $P < 0.05$ ): el primero está formado por *E. rufescens*, *C. cochlearius* y *P. brasilianus* con 57.3% de similitud y el segundo está formado por *E. thula* y *A. alba* con 40.0% de similitud. El porcentaje de disimilitud entre estos dos grupos es de 75.8%. Cada especie contribuye de manera distinta a la formación de los dos grupos; los porcentajes con los que aportan para diferenciar sus dietas son: *C. artifrons* 31.9%, *P. velifera* 19.0%, *G. yucatanana* 15.0% y *F. polyommus* 12.0%.

Los IIR corroboran que las especies de peces que componen la dieta de cada especie de ave son: *C. artifrons*, *F. polyommus* y *P. velifera* para *P. brasilianus* y *C. cochlearius*; *C. artifrons* y *F. polyommus* para *E. rufescens*; *G. pulchra*, *G. yucatanana* y *P. velifera* para *E. thula* y, las especies del género *Poecilia* y *Eucinostomus* sp. para *A. alba* (Tabla 16)

De acuerdo con el ANOSIM, el espectro trófico de las especies de aves estudiadas es diferente ( $R=0.358$ ;  $p < 0.001$ ). En la Tabla 17 se presentan los datos arrojados por este análisis y se aprecia que existen diferencias significativas entre *P. brasilianus* y *E. thula*, entre *E. rufescens* y *E. thula*, entre *E. rufescens* y *A. alba*, y entre *C. cochlearius* y *E. thula*.

Cada uno de los ítems alimentarios contribuye diferencialmente para obtener las disimilitudes que se observan en las dietas de las aves. Los valores obtenidos con el análisis SIMPER se muestran en el Anexo. Las presas que contribuyen con los valores más altos para diferenciar entre los dos grupos de aves son: *C. artifrons* (~20%), *P. velifera* (entre 14 y 18%) y *F. polyommus* (entre 6 y 20%). Además, *G. yucatanana* (entre 16 y 20%) y *G. pulchra* (entre 10 y 13%)

contribuyen de manera importante para formar los grupos en los que se encuentra *E. thula* con alguna otra especie.

Los índices de traslape de dietas se muestran en la tabla 18. Los valores fluctúan entre 0.18 y 0.94. De acuerdo con los criterios de Zaret y Rand (1971) y Mathur (1977), los valores que son biológicamente significativos ( $>0.60$ ) corresponden al traslape que ocurre entre *E. rufescens* y *C. cochlearius*, seguido por *P. brasilianus* y *C. cochlearius*. El traslape entre *P. brasilianus* y *E. rufescens* y *P. brasilianus* y *A. alba* resultó similar.

**Tabla 16. IIR de las presas consumidas por cada una de las especies de aves**

Especie	<i>P. brasilianus</i>	<i>E. rufescens</i>	<i>C. cochlearius</i>	<i>E. thula</i>	<i>A. alba</i>
<i>Mugil</i> sp.	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00
<i>Astyanax</i> sp.	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>M. colei</i>	0.36	1.74	0.00	0.00	0.00
<i>Strongylura</i> sp.	0.36	0.00	0.00	0.00	2.69
<i>S. notata</i>	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>S. timucu</i>	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00
<i>C. artifrons</i>	17.84	49.81	36.71	0.00	0.00
<i>F. polyommus</i>	27.44	11.44	16.90	0.00	6.15
<i>Fundulus</i> sp.	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>F. grandissimus</i>	6.75	3.77	6.73	0.00	0.00
<i>F. persimilis</i>	0.36	6.97	0.00	0.00	2.69
<i>G. pulchra</i>	0.36	7.10	8.46	13.41	0.00
<i>B. belizanus</i>	3.44	0.00	2.97	4.64	0.00
<i>G. yucatanana</i>	2.95	3.10	5.87	33.97	4.23
<i>Poecilia</i> sp.	0.92	1.84	0.00	2.32	14.23
<i>P. velifera</i>	25.18	8.63	15.84	30.79	38.85
<i>P. mexicana</i>	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Eucinostomus</i> sp.	1.93	0.00	0.00	0.00	16.15
<i>E. argenteus</i>	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>E. harengulus</i>	1.48	0.87	1.88	0.00	4.23
<i>E. gula</i>	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00
<i>Cichlasoma</i> sp.	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>C. urophthalmum</i>	7.40	0.00	4.63	2.32	8.08
Camarones	0.00	0.00	0.00	7.59	2.69
Insectos	0.00	0.00	0.00	4.96	



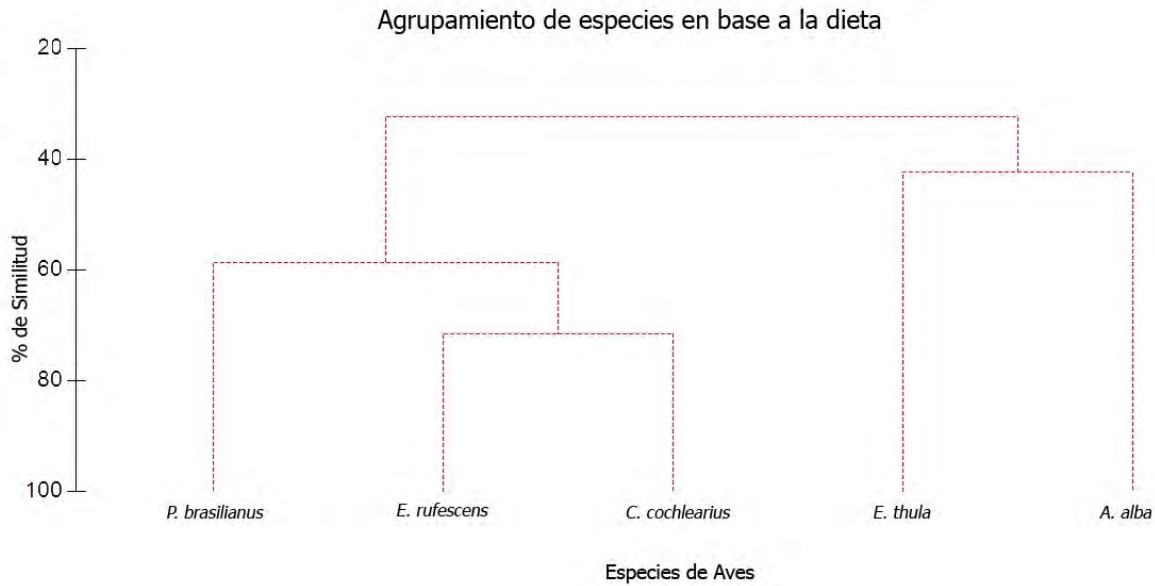


Gráfico 24. Análisis Cluster de las dietas de las aves acuáticas (las líneas punteadas indican los resultados de la prueba SIMPROF que son significativos)

Tabla 17. Comparación de las dietas de las aves acuáticas con ANOSIM (valores significativos en negritas)

Grupos	R	p
<i>P. brasilianus</i> , <i>E. rufescens</i>	0.339	0.001
<i>P. brasilianus</i> , <i>C. cochlearius</i>	0.289	0.002
<i>P. brasilianus</i> , <i>E. thula</i>	<b>0.550</b>	0.001
<i>P. brasilianus</i> , <i>A. alba</i>	0.327	0.002
<i>E. rufescens</i> , <i>C. cochlearius</i>	-0.009	0.484
<i>E. rufescens</i> , <i>E. thula</i>	<b>0.457</b>	0.001
<i>E. rufescens</i> , <i>A. alba</i>	<b>0.379</b>	0.002
<i>C. cochlearius</i> , <i>E. thula</i>	<b>0.360</b>	0.009
<i>C. cochlearius</i> , <i>A. alba</i>	0.284	0.002
<i>E. thula</i> , <i>A. alba</i>	0.183	0.027

Tabla 18. Índices de traslape de nicho trófico (traslapes significativos en negritas; Pianka, 1974)

Especie	<i>E. rufescens</i>	<i>C. cochlearius</i>	<i>E. thula</i>	<i>A. alba</i>
<i>P. brasilianus</i>	<b>0.6422332</b>	<b>0.8366274</b>	0.4297709	<b>0.6427008</b>
<i>E. rufescens</i>		<b>0.9359949</b>	0.1780491	0.1903784
<i>C. cochlearius</i>			0.3648138	0.3758532
<i>E. thula</i>				<b>0.6207006</b>

## Discusión

Entre los grupos funcionales y gremios más estudiados se encuentran los de las aves (López de Casenave, 2001), como las acuáticas que pueden formar colonias multiespecíficas y potencialmente aprovechar los mismos recursos; las especies que conforman los gremios pueden, además, coexistir en varios sitios asumiendo que los recursos alimentarios no sean limitantes. Durante esta investigación se registraron siete especies de aves acuáticas anidando en un pequeño islote formado principalmente por mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y blanco (*Laguncularia racemosa*), inmerso en la franja costera de ciénagas características de la costa norte de Yucatán. En este sitio anidan varias especies que forman parte del gremio de 19 especies de aves acuáticas piscívoras descrito por Chablé Santos (2009). Sin embargo, en los registros previos no figuran ni *P. brasilianus* ni *C. cochlearius*. Los resultados de este trabajo muestran que el número de especies que forman dicho gremio tiene que ser revisado. *Ardea alba* y *E. thula* son consideradas especies residentes con parte de la población migratoria; *E. rufescens* y *P. ajaja* son especies residentes y *N. nycticorax* es una especie migratoria que presenta individuos reproductores en el verano.

En la Reserva de la Biósfera Ría Celestún, ubicada al nor-poniente del Estado y que colinda con la Reserva Estatal El Palmar y el área protegida de ciénagas y manglares, Correa-Sandoval y García-Barrón (1993) clasifican a *P. brasilianus*, *E. thula* y *P. ajaja* como especies residentes comunes; *C. cochlearius*, *E. rufescens* y *N. nycticorax* son consideradas como especies residentes raras, mientras que no aparecen reportes sobre *A. alba*.

Sin embargo, estas especies coexisten de forma similar en otras partes de la península de Yucatán. Por ejemplo, en el estado de Quintana Roo, las poblaciones de *P. brasilianus*, *C. cochlearius* y *P. ajaja* son residentes permanentes y reproductoras; las de *A. alba*, *E. thula* y *E. rufescens* son residentes permanentes y de invierno y la de *N. nycticorax* es residente de invierno (Correa Sandoval y Mackinnon, 2010). En la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an (Ramo y Busto, 1993; Rangel-Salazar *et al.*, 1993) y en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (MacKinnon, 1993) se encuentran casi todas las especies que fueron registradas en este estudio, con excepción de *N. nycticorax*. En el Parque Nacional Isla Contoy están presentes *C. cochlearius*, *E. rufescens*, *A. alba*, *E. thula* y *P. ajaja* (Berlanga *et al.*, 2008). Algunas de estas especies también se han registrado en diferentes partes de México como en La Mancha, Veracruz, donde se han sido registradas todas las especies (Ortiz Pulido *et al.*, 1995). En la Bahía de La Paz, Baja California Sur, viven y se reproducen *E. rufescens*, *E. thula* y *N. nycticorax* (Becerril y Carmona, 1997).

Asimismo, en Bahía de Banderas, Jalisco, se encuentran *P. brasiliensis*, *A. alba* y *E. thula* (reproduciéndose), y hay registros de *P. ajaja* (Cupul Magaña, 2000). *P. brasiliensis*, *A. alba*, *E. thula*, *N. nycticorax* y *P. ajaja* son comunes en Laguna el Queleque, Nayarit (Cupul Magaña, 1999) y en el estero La Manzanilla, Jalisco (Hernández Vázquez, 2000). Existen reportes de *E. thula*, *A. alba* y *N. nycticorax* en Río Verde, San Luis Potosí (Palacio-Nuñez, 2000) y en San Blas, Nayarit (Dickerman y Juárez, 1971).

Es común encontrar a *A. alba* y a *E. thula* en los mismos sitios, ya sea reproduciéndose o forrajeando. En Los Estados Unidos de América se han registrado conjuntamente en la bahía Narragansett, Rhode Island (Trocki y Paton, 2006) y en Wichita, Kansas, donde también se ha visto a *N. nycticorax* (Maccarone y Brzorad, 2007). En los Everglades, Florida, habita también *P. ajaja* (Lantz *et al.*, 2011; Gawlik, 2002). Otras áreas de distribución conjunta de *A. alba* y *E. thula* incluyen el puerto de Boston, Massachusetts (Paton *et al.*, 2005) y la bahía de Tar Landing, Carolina del Norte (Kneib, 1982).

En esta tesis se reporta, por primera vez, la presencia de *P. brasiliensis* y *C. cochlearius* anidando en una porción de la Reserva de Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán; se presenta también la descripción detallada de la dieta de éstas y otras cuatro especies de aves durante la temporada reproductora. La información que se ha generado en esta investigación es de gran importancia para la conservación de las aves costeras, especialmente las del orden Pelecaniformes, considerando que el éxito reproductor de estas especies depende, en buena medida, de los recursos que tienen disponibles durante la temporada de anidación. Los resultados de este trabajo muestran que los esquemas de manejo de las zonas de reproducción deben contemplar no sólo la protección los sitios de anidación de estas aves sino del área de distribución de los diferentes peces que consumen para asegurar la sobrevivencia de estas especies pues, de las ocho familias ícticas que se identificaron como parte del espectro trófico del gremio de aves, Poeciliidae (especialmente *P. velifera* y *G. yucatanensis*) y Cyprinodontidae (particularmente *C. artifrons*, *F. polyommus*, *F. persimilis* y *F. grandissimus*) son las consumidas en mayores números y biomasa. Por lo tanto, estos peces son particularmente importantes para las especies de aves que conforman el gremio, especialmente para las que pertenecen al orden Pelecaniformes. Esta observación parece ser válida no sólo en el caso de Yucatán sino a lo largo de todo el ámbito de distribución de las aves de la Familia Ardeidae (Kneib, 1982; Briton y Moser, 1982; Draulans, 1988; Żydelis y Kontautas, 2008).

Muy especialmente hay que resaltar el caso de *N. nycticorax* pues hay pocos registros de su presencia y aún menos de los sitios propicios para su reproducción en la región sureste del país. Asimismo el de *E. rufescens*, que es considerada como una de las garzas más raras de Norteamérica debido a la especificidad de los hábitats que ocupa y a su alta vulnerabilidad (Paul, 1991). Esta es la única de las especies estudiadas que se encuentra en *estatus* de riesgo en México ubicada en la categoría «Sujeta a Protección Especial» (SEMARNAT, 2010).

Los peces forman el conjunto de presas que domina la dieta de las especies estudiadas por lo que éstas pueden clasificarse como piscívoras. Cabe señalar que podrían consumir otro conjunto de recursos que son muy abundantes en el sistema de humedales de la costa norte de Yucatán, entre los que se encuentran crustáceos, insectos, anfibios y reptiles (Kushlan, 2005; Nelson, 2005). Sin embargo, sólo *A. alba* y *E. thula* presentaron otro tipo de presas que no fueran peces aunque en porcentajes numéricos y gravimétricos muy pequeños.

Es importante señalar que en la Laguna La Carbonera, que forma parte del mismo sistema de humedales en el que se encuentra el área de estudio, se han registrado más de 60 especies de peces que habitan en el ambiente estuarino o marino característicos del lugar (Gallardo-Torres *et al.*, 2012a). Existen varios cenotes, o manantiales de agua dulce cercanos al sitio, en los que se han registrado 17 especies de peces. De este conjunto de especies ícticas, el gremio de aves estudiado hace uso de 17 y la mayoría de ellas pertenecen al ambiente estuarino.

De forma particular, *P. brasilianus* es considerada una especie generalista que se alimenta de peces, moluscos, anfibios, larvas de insectos y crustáceos (Nelson, 2005). Aunque se ha visto que se alimenta principalmente de peces, como en Laguna de los Patos, Brasil, en la que 10 familias de peces representan el 99.9% de la biomasa y el 99.7% de las presas que forman la dieta de estas aves (Barquete *et al.*, 2008). En la laguna Bocaripo-Chacopata, Venezuela, la dieta del cormorán está compuesta por 4 familias de peces, dos de gasterópodos y una de crustáceos. Aunque la captura de los invertebrados es considerada circunstancial (Muñoz-Gil *et al.*, 2013), se ha observado que *P. brasilianus* presenta plasticidad trófica o comportamiento oportunista en el consumo de especies a lo largo del tiempo. Es decir, el consumo de presas puede variar de acuerdo a su abundancia y disponibilidad de los recursos alimentarios (Rodríguez-Ferrero y Letino, 2002; Barquete *et al.*, 2008; Muñoz-Gil *et al.*, 2012). Dado que los resultados de este trabajo muestran que la dieta de *P. brasilianus* se compone en su totalidad de peces que pertenecen a 7 familias, es posible pensar que

el consumo exclusivo de peces en los humedales costeros de Yucatán refleja la alta abundancia de estas presas, tornándolas recursos disponibles para estas aves.

Los componentes de la dieta de *E. rufescens* y *C. cochlearius* son similares y, en ellas, se encuentran presentes los mismos tipos de presas: *C. artifrons* y *F. polyommus* que, en el sistema de humedales del norte de Yucatán, alcanzan abundancias relativas del 4.8% y 27.0% respectivamente (Gallardo-Torres et al, 2012a). Aunque pudiera parecer que estas garzas se alimentan de las presas más abundantes, en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an Ramo y Busto (1993) encontraron que *Cyprinodon variegatus* y *Floridychthys carpio* son las presas dominantes en términos numéricos para estas garzas. Es decir, *E. rufescens* y *C. cochlearius* se alimentan de presas que pertenecen a los mismos géneros. Sin embargo, *F. carpio* no es una especie muy abundante en los humedales de Sian Ka'an (Ramo y Busto, 1993). Aun así, estas dos especies de garzas muestran un alto índice de traslape trófico independientemente del área geográfica en que se ubican. Estos hábitos alimentarios provocan que se agrupen y formen un conjunto discernible de las otras especies piscívoras. Otras poblaciones de *E. rufescens* del Golfo de México (Bahamas y Texas) también utilizan a *C. variegatus* como presa dominante numéricamente, alcanzando valores de 85% (Holderby et al., aceptado). Estos autores sugieren que, más que ser depredadores especialistas, estas garzas muestran preferencia por los hábitats en los que estas especies de peces son relativamente abundantes. Vale la pena resaltar que los tipos alimentarios presentes en la dieta de las colonias de *C. cochlearius* de la costa del Pacífico mexicano no incluyen ninguna de las presas consumidas en la península de Yucatán. El hecho de que ahí se alimenten principalmente de camarones (Dickerman y Juarez, 1971), parece apoyar la idea que no se trata de una especie especialista, tróficamente hablando.

*Egretta thula* y *A. alba* son consideradas especies generalistas que pueden consumir anélidos, insectos acuáticos y terrestres, cangrejos, camarones, langostinos u otros crustáceos, caracoles de agua dulce, anfibios, reptiles, aves y mamíferos pequeños. En la mayoría de las ocasiones, las dietas de estas aves son dominadas por peces (Kushlan, 1978a; 1978b; 2005) que despliegan una gran variedad de técnicas de forrajeo por lo que pueden explotar recursos provenientes de ambientes variados (Kushlan, 1978a; 2005). En el caso de los ejemplares analizados en este trabajo, el 96.4% y el 84.9% de la biomasa consumida por *E. thula* y por *A. alba*, respectivamente, estuvo constituida por peces. Tanto en las colonias presentes en Sian Ka'an como la zona de humedales de la costa norte de Yucatán, el 27% de la biomasa de la dieta de *E. thula* se compone de presas comprendidas en el género *Poecilia*; *P. orri* domina en la dieta de las aves de la

costa este (Ramo y Busto, 1993) mientras que *P. velifera* domina en las aves que habitan en la costa norte de Yucatán. En el caso de los individuos consumidos por *E. thula*, otra especie de la misma familia, *G. yucatanana*, ocupó el mayor porcentaje con 44%. *Ardea alba*, al igual que *E. thula*, se alimenta principalmente de *P. velifera* que alcanza valores del 30% de la biomasa consumida. En cambio, la presa principal de los organismos que forman las colonias de *A. alba* en Sian Ka'an es *Astyanax fasciatus*. El género *Poecilia* alcanza sólo el cuarto lugar con el 6% de la biomasa (Ramo y Busto, 1993). En el sistema de humedales de los Everglades, Florida, los peces del género *Poecilia* constituye el 30% de la dieta de *A. alba* y el 17% de *E. thula* (Trexler *et al.*, 1994). Al igual que en Sian ka'an (Ramo y Busto, 1993), en la RECMCNY *E. thula* y *A. alba* presentan dietas similares (el índice alcanza valores de 40%) y el traslape es significativo considerando que se obtuvieron valores de 0.62. Estas dos especies forman un grupo que se separa de las otras tres especies alcanzando valores de disimilitud dietética del 76%.

La poca información obtenida sobre la dieta de *P. ajaja* coincide con algunos estudios publicados en la literatura. Entre las presas de las espátulas rosadas se han reportado langostinos, camarones, insectos acuáticos y peces pequeños (Dumas, 2000). En este estudio, la dieta de esta ave está compuesta por los poecílicos *P. velifera* y *G. yucatanana*, que fueron las únicas presas presentes en el contenido estomacal analizado en este estudio.

De un conjunto de presas disponibles, de acuerdo con la Teoría del Forrajeo Óptimo, un organismo escogerá aquellas que sean más fáciles de capturar y que provean una buena ganancia en términos energéticos (Gutierrez, 1998). Por lo tanto, la diferencia entre la cantidad de energía obtenida y la necesaria para obtener una presa, debe ser positiva. Si el costo para obtener distintas presas es igual, se preferirán aquellas que, comparativamente, aporten la mayor cantidad de energía. Así, suelen seleccionarse peces grandes o hembras grávidas o gestantes, que aportan una mayor cantidad de energía por unidad de masa o de individuo (Montevecchi y Piatt, 1984). Al respecto, encontramos que *P. velifera* es una de las presas dominantes en las dietas de cuatro de las seis especies de aves estudiadas (*P. brasiliensis*, *E. thula*, *A. alba* y *P. ajaja*); este poecílico aporta más del 30% tanto en términos numéricos como de biomasa. En el caso de *P. brasiliensis*, *C. cohlearius*, *A. alba* y *P. ajaja*, el consumo de las hembras de esta especie fue significativamente mayor que el de los machos. Si bien estos peces tienen una abundancia relativa baja en el ambiente estuarino, en el que alcanzan valores de 0.25% (Gallardo-Torres *et al.*, 2012a), en el dulceacuícola resultan ser una de las especies más abundantes (Buenaventura Delgado Rivera, 2004; Escalante Abreu, 2006) y, de

acuerdo con Chumba Segura (com. pers.) se reproducen durante buena parte del año. Por esta razón *P. velifera* es una de las presas que se encuentra disponible en cantidades suficientes y tiene un aporte energético elevado. Con ello, el gasto de energía necesario para su captura, ingestión y asimilación es menor que el que proveen las hembras gestantes que son consumidas en grandes cantidades. El caso de las presas de *E. rufescens*, la situación es similar. Las hembras de los ciprinodóntidos *C. artifrons* y *F. polyommus* son consumidas en números significativamente más elevados que los machos. En este caso, las hembras aportan mayor contenido energético que los machos por lo que consumirlas permite satisfacer con más facilidad los requerimientos energéticos de las aves. Ambos tipos de presas son abundantes en el ambiente estuarino pero no en el dulceacuícola. Además del alto contenido energético que las hembras gestantes pueden proveer, el hecho de que *P. velifera* tenga una amplia temporada de reproducción (Pacheco Díaz, 2008) asegura el suministro de peces pequeños fácilmente consumibles por las crías más jóvenes de las aves.

Adicionalmente a los factores intrínsecos a cada una de las especies de aves que determinan la selección del alimento, pueden existir aquellos propios de las presas. El hecho, por ejemplo, de que uno de los sexos de una de las especies que forman el conjunto de presas potenciales sea más conspicuo determina que pueda capturarse con más frecuencia. Trexler *et al.* (1994) encontraron, por un lado, que las hembras grávidas del género *Poecilia* son más anchas y por ello pueden parecer más grandes que los machos de igual longitud; por el otro, las aves capturan más hembras durante la actividad de cortejo cuando huyen de los grupos de machos que las persiguen llamando así la atención de las aves. Otro hecho es que exista una mayor proporción de hembras en el ambiente lo que incrementa las probabilidades de captura. Es interesante hacer notar que la captura selectiva de hembras de la familia Poecilidae ha sido documentada anteriormente en aves de la familia Ardeidae (Britton y Moser, 1982; Trexler *et al.*, 1994). Un factor adicional que no se ha cuantificado es que, durante la gravidez, las hembras aumentan de peso y su volumen se incrementa lo que puede restarles agilidad para escapar de sus depredadores. Durante esta fase reproductora, las hembras destinan una gran cantidad de energía para el desarrollo de los embriones reduciendo el *campo de actividad*, haciéndolas más susceptibles a la captura.

Además de capturar presas que sean energéticamente redituables, los progenitores de las especies de aves estudiadas deben proveer alimento fácilmente consumible a sus crías, especialmente en las etapas tempranas. En este sentido, al crecer las crías de *P. brasiliensis* y *E. thula* ampliaron el intervalo de tallas consumidas, en otras palabras, pudieron consumir presas de

mayor tamaño sin dejar de consumir las pequeñas. Esto puede ser debido al mismo comportamiento trófico de estas especies, generalista. Las crías de *A. alba* mostraron una relación positiva entre las tallas de las presas y las de las crías. Esta relación se ha observado en aves marinas como *Sterna bergii*; las crías más pequeñas consumen presas de menor tamaño y una menor cantidad de biomasa que las crías más grandes y que los adultos (Lanchlan *et al.*, 2009). Aunado a las capacidades físicas de las crías, el transporte de presas grandes para alimentar a las crías puede representar una limitante para los padres (Gutiérrez, 1998) por lo que deciden capturar presas pequeñas. Esta relación no fue observada en las crías de *E. rufescens*, recordando el hecho de que *C. artifrons* es la especie dominante y de mayor frecuencia en todo el intervalo de tallas de las crías. Las tallas consumidas de esta presa no sobrepasan los 20 mm de LE, por lo cual existe muy poca variación.

En el caso de *C. cochlearius*, los resultados de este trabajo indican que esta especie despliega una conducta generalista elástica. Las garzas cucharón consumen diferentes presas en diferentes sitios lo que les permite alimentarse de un conjunto amplio de presas que suelen estar disponibles en las zonas de manglar que se caracterizan por ser sitios de crianza de muchos peces. Se presume que los juveniles de varias especies son las presas idóneas de estas aves. Durante los muestreos se observó a *C. cochlearius* y *N. nycticorax*, ambas garzas de hábitos nocturnos, forrajeando entre las raíces de los manglares que forman la vegetación dominante del islote de anidación. Esto brinda la oportunidad de que las crías de mayor tamaño puedan ir en busca de su alimento mientras las más pequeñas dependan de lo que sus padres pueden proveerles.



## Conclusiones

La información generada en esta investigación es de gran importancia en el conocimiento de los hábitos alimentarios del gremio de aves piscívoras que anidan en el sistema de humedales de la costa norte de Yucatán. Se aportan datos para *N. nycticorax* de la cual se tienen pocos registros en la región y de *E. rufescens* que es una especie protegida.

Las dietas de las aves estudiadas está compuesta por peces (>95% en términos numéricos y de la biomasa consumida), especialmente de *P. velifera*, *C. artifrons* y *F. polyommus*. La alta similitud y traslape del nicho trófico puede ser indicativo de la abundancia de los recursos ícticos en el sistema de humedales de la costa Norte de Yucatán. Conocer de qué se alimentan las aves no sólo permite determinar las interacciones tróficas que se presentan en el ecosistema sino que proporciona información acerca de aquellas especies a las cuales no es fácil tener acceso.

Los resultados mostrados para *Phalacrocorax brasilianus*, *Cochlearius cochlearius*, *Egretta thula* y *Ardea alba* apoyan la idea de que son especies generalistas y oportunistas, que consumen los recursos más abundantes en el ambiente. Por el contrario, *Egretta rufescens* se comporta como una especie especialista estereotipada al consumir un estrecho intervalo de presas y tallas, pues a lo largo de su distribución en el Golfo de México y Mar Caribe basa gran parte de su dieta en un género, *Cyprinodon*.

A pesar de la similitud que existe entre las dietas de *E. rufescens* y de *C. cochlearius* es factible decir que se reparten los recursos gracias a estrategias diferentes de forrajeo: una es de hábitos diurnos y la otra de hábitos nocturnos, respectivamente. La similitud entre *E. thula* y *A. alba* puede ser atribuida al hábitat de forrajeo, ya que la mayoría de las presas son de ambiente dulce/salobre.

De acuerdo con Pianka (1974), valores altos de los índices de traslape trófico indican que la competencia no debe ser un proceso ecológico limitante para el desempeño de las poblaciones que utilizan los mismos recursos alimentarios. La abundancia de la ictiofauna del humedal costero de la costa norte de Yucatán no parece limitar las posibilidades de que las aves accedan a estos recursos tróficos. Sin embargo, el análisis detallado de los tipos de presas que consume el gremio de aves piscívoras estudiado permite establecer que existe algún grado de segregación puesto que las especies utilizan diferentes hábitats de forrajeo. *Egretta rufescens* y *C. cochlearius* consumen presas

asociadas a los ambientes de mayor influencia salina mientras que *P. brasilianus*, *E. thula*, *A. alba* y *P. ajaja* se alimentan en los de mayor influencia dulceacuícola.

Los humedales son sitios de crianza de muchas especies ícticas que se presentan en grandes abundancias. Esto permite que los progenitores tengan acceso a las especies preferidas, en los intervalos de tamaño (relativamente pequeño) que las crías pueden consumir.

Los resultados de este trabajo permiten inferir que la captura de los peces que realizan los padres (como es el caso de *P. brasilianus*, *E. rufescens*, *C. cochlearius*, *A. alba* y *P. ajaja*) es selectiva con respecto a las especies y, en algunos casos, al sexo de los individuos consumidos para maximizar la cantidad de energía ingerida, que es necesaria para solventar los requerimientos nutricionales que aseguran el crecimiento de las crías.

Los resultados muestran que es indispensable la conservación del sistema de humedales en el que anidan estas aves más allá de los sitios de anidación. En el plan de manejo de la Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán se debe contemplar no sólo la protección de los lugares en los que anidan las aves sino el área de distribución de los peces que constituyen las presas que aportan la energía necesaria para asegurar la sobrevivencia de estas especies.

## Referencias

- Badillo-Alemán M, López Martínez F, Gallardo Torres A y Chiappa Carrara X (2014). Catálogo de aves de la costa norte de Yucatán. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México y Consejo de Ciencia, Innovación y Tecnología del Estado de Yucatán, primera ed., 173 p.
- Barquete V, Bugoni L y Vooren CM (2008). Diet of Neotropic cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) in an estuarine environment. *Marine Biology* 153: 431-443.
- Becerril F y Carmona R (1997). Anidación de aves acuáticas en Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México (1992-1994). *Ciencias Marinas* 23(2): 265-271.
- Berlanga H, Rodríguez-Contreras V, Oliveras de Ita A, Escobar M, Rodríguez L, Vieyra J y Vargas V (2008). Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO.
- Britton RH y Moser ME (1982). Size Specific Predation by Herons and its Effect on the Sex-Ratio of Natural Populations of the Mosquito Fish *Gambusia affinis* Baird and Girard. *Oecologia* 53: 146-151
- Buenaventura Delgado Rivera F (2004). Composición de especies y abundancia íctica en dos cenotes del estado de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán, México. 81 Pp.
- Caillet GM y Barry JP (1979). Comparison of food array overlap measures useful in fish feeding habit analysis, pp. 67–79. En: Lipovsky SJ y Simenstad CA (eds.) *Fish Food Habit Studies: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Pacific Northwest Technical Workshop*. Washington Sea Grant Program, University of Washington, Seattle.
- Castro-Aguirre J, Espinoza PH y Schmitter-Soto J (1999). Ictiofauna estuarino lagunar y vicaria de México. Colección Textos Politécnicos. Serie Biotecnologías. Ed. Limusa. México. 711 p.
- Chablé Santos JB (2009). Composición y distribución de la avifauna de la Reserva Estatal El Palmar, Yucatán, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. 164 p.
- Chapin III FS, Matson PA y Mooney HA (2002). *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Ed. Springer. New York, EU.
- Clarke, KR (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.

- Clements J F, Schulenberg TS, Iliff MJ, Sullivan BL, Wood CL y Roberson D (2013). The eBird/Clements checklist of birds of the world: Version 6.8. Downloaded from <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>
- Correa Sandoval J y García Barron J (1993). Avifauna de Ría Celestún y Ría Lagartos. En: Biodiversidad Marina y Costera de México. Salazar-Vallejo SI y Gonzáles NE eds. Comisión Nacional de Biodiversidad y CIQRO, México, pp. 641-649.
- Correa Sandoval J y Mackinnon HB (2010). Aves. En: Riqueza Biológica de Quintana Roo. Carmen Pozo ed. Ed. CONABIO. México DF, pp. 252-266.
- Cupul Magaña FG (1999). La laguna El Quelele, Nayarit, México, como hábitat de aves acuáticas. *Ciencia y Mar* 3(8): 21-28.
- Cupul Magaña FG (2000). Aves acuáticas del estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco. *Huitzil* 1: 3-8.
- Day JW, Smith WG, Wagner PR y Stone WC (1973). Community structure and carbon budget of a salt marsh and shallow bay estuarine system in Louisiana. Center for Wetland Resources, Louisiana State University, Baton Rouge, No. LSU-SG-72-04.
- Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. 2010. Decreto que establece el Área Natural Protegida denominada Reserva Estatal Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. pp. 4-19.
- Dickerman RW y Juarez C (1971). Nesting studies of the Boat-billed heron *Cochlearius cochlearius* et San Blas, Nayarit, Mexico. *Ardea* 59: 1-16.
- Dodds WK (2002). Types of aquatic organisms. En: *Freshwater ecology, concepts and applications*. Academic Press, pp. 119-120.
- Draulans D (1988). Effects of Fish-eating Birds on Freshwater Fish Stocks: An Evaluation. *Biological Conservation* 44 (1988): 251-263.
- Dumas JV (2000). Roseate Spoonbill (*Platalea ajaja*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/490> doi:10.2173/bna.490

- Entsminger, GL. 2012. *EcoSim Professional: Null modeling software for ecologists, Version 1*. Acquired Intelligence Inc., Kelsey-Bear, & Pinyon Publishing. Montrose, CO 81403. <http://www.garyentsminger.com/ecosim/index.htm>
- Escalante Abreu ME (2006). Comunidad de peces y su relación con las características fisicoquímicas y bacteriológicas en cenotes costeros del oeste del estado de Yucatán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán, México. 90 p.
- Fischer W (1978). Species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic. FAO (Fishing Area 31) Roma Vol. I-V.
- Flores Verdugo FJ, Agraz Hernández C y Benitez Pardo D (2007). Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. En: Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Sánchez O, Herzig M, Peters E, Márquez R y Zambrano L (eds). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C. -y Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, pp. 147-166.
- Frederick P, Gawlik DE, Ogden JC, Cook MI y Lusk M (2009). The White Ibis and Wood Stork as indicators for restoration of the everglades ecosystem. *Ecological indicators* 9S: S83–S95.
- Gallardo-Torres A, Badillo-Alemán M, Galindo De Santiago C, Loera-Pérez J, Rioja-Nieto R, Chiappa-Carrara X (2012a). Listado taxonómico de los peces de la Laguna Boca de la Carbonera, Yucatán: un primer paso para el manejo y evaluación de los recursos costeros del norte de Yucatán. En Sánchez AJ, Chiappa-Carrara X, Brito Pérez R (eds) *Recursos Acuáticos Costeros del Sureste*. CONCIYTEY - UNAM, 1106 p. ISBN 978-607-9060-08-4
- Gallardo Torres A, Badillo Alemán M, Galindo de Santiago C, Loera Pérez J, García Galano T y Chiappa Carrara X (2012b). Catálogo de peces de la costa Norte de Yucatán. Consejo de Ciencia, Innovación y Tecnología del Estado de Yucatán-Universidad Nacional Autónoma de México, 182 p.
- Gause, G.F. 1934. *The struggle for existence* (edición de 1969). Hafner.
- Gawlik DE (2002). The effects of prey availability on the numerical response of wading birds. *Ecological Monographs*, 72(3): 329-346.
- Gill FB (1990). *Ornithology*. W.H. Freeman and Company. USA.

- Gobierno del Estado de Yucatán-Secretaría de Ecología (2006). Programa de Manejo de la Reserva Estatal El Palmar. pp. 17-18.
- Grael Castro E (2010). Hidrología. En: Bienestar y Desarrollo Humano en Yucatán. pp. 12-13.
- Gutiérrez, G. (1998). Estrategias de forrajeo. En R. Ardila, W. López, A.M. Pérez, R. Quiñones, & F. Reyes (Eds.). Manual de Análisis Experimental del Comportamiento. pp. 359-381. Madrid: Librería NuevaNoruddin M (1987). Effects of shrimp farming and other impacts on mangroves of Bangladesh. En: Papers contributed to the Workshop on Strategies for the Management for Fisheries and Aquaculture in Mangrove Ecosystems. FAO Fisheries Report No. 370 Supplement. Bangkok, Tailandia. 23-25 de junio de 1986: 46-66.
- Hernández Vázquez S (2000). Aves acuáticas del estero La Manzanilla, Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana 080: 143-153.
- Hoese HD y Moore RH (1998). Fishes of the Gulf of Mexico. 2nd ed. Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas A&M University Press, 327 pp.
- Holderby Z, Hill A, Palacios E, Green MC, Amador E y De Dios C (en prensa). Comparisons of Reddish Egret (*Egretta rufescens*) diet across breeding range and between color morphs.
- Keddy PA (2010). Wetland ecology. Principles and conservation. Ed. Cambridge University Press, Reino Unido. Segunda edición, pp. 349-350.
- Kneib RT (1982). The effects of predation by wading birds (Ardeidae) and Blue Crabs (*Callinectes sapidus*) on the population size structure of the Common Mummichog, *Fundulus heteroclitus*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 14: 159-165.
- Kushlan JA (1978a). Feeding ecology of wading birds. Pages 249-297. En Wading birds. (Sprunt IV, A., J. C. Ogden, y S. Winckler, Eds.) Natl. Audubon Soc. Res. Rep. no. 7, New York.
- Kushlan JA (1978b). Nonrigorous foraging by robbing egrets. Ecology 59: 649-653.
- Kushlan JA (2005). Herons. Oxford University Press. 433 p.
- Lachlan JM, Page B, Goldsworthy SD, Ward TM y Paton DC (2009). Size matters: variation in the diet of chick and adult crested terns. Mar Biol 156:1765–1780.

- Lantz SM, Gawlik DE y Cook MI (2011). The effects of water depth and emergent vegetation on foraging success and habitat selection of wading birds in the Everglades. *Waterbirds* 34(4): 439-447.
- Lopez de Casenave J (2001). Estructura gremial y organización de un ensamble de aves del desierto del Monte. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina, Pp. 115.
- López-Ornat A y Ramo C (1992). Colonial waterbird populations in the Sian Ka'an Biosphere Reserve (Quintana Roo, Mexico). *Wilson Bull.*, 104(3): 501-515.
- MacArthur, R.H 1958. Population ecology of some warblers of north-eastern coniferous forests. *Ecology* 39: 599-619.
- Maccarone AD y Brzorad JN (2007). Foraging behavior and energetics of Great Egrets and Snowy Egrets at interior rivers and weirs. *Journal Field Ornithology* 78(4):411-419.
- Mackinnon B (1993). Important breeding colonies of aquatic birds on islands within Laguna Yalahau, Quintana Roo, Mexico. *Sian Ka'an Journal* 1: 57-58.
- Mathur D (1977). Food habits and competitive relationships of the bandfin shiner in Halawakee Creek, Alabama. *Am. Mid. Nat.* 9: 89-100.
- Maurer BA (1982). Statistical inference for Mac Arthur-Levins niche overlap. *Ecology* 63: 1712-1719.
- McLay LJ, Page B, Goldsworthy SD, Ward TM y Paton DC (2009). Size matters: variation in the diet of chick and adult crested terns. *Mar Biol* 156:1765-1780.
- Montevocchi WA y Piatt JF (1984). Composition and energy contents of mature inshore spawning Capelin (*Mallotus villosus*): implications for seabird predators. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 67: 15-20.
- Muñoz-Gil J, Marín-Espinoza G, Andrade-Vigo J, Zavala R y Mata A (2012). Trophic position of the Neotropical Cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*): integrating diet and stable isotope analysis. *Journal of Ornithology* 154:13-18.
- Nelson B (2005). Pelicans, cormorants, and their relatives: Pelecanidae, Sulidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae, Fregatidae, Phaethontidae. Oxford, México. pp. 406-407.

- Noruddin M (1987). Effects of shrimp farming and other impacts on mangroves of Bangladesh. En: Papers contributed to the Workshop on Strategies for the Management for Fisheries and Aquaculture in Mangrove Ecosystems. FAO Fisheries Report No. 370 Supplement
- Ortiz Pulido R, Gómez de Silva H, González García F y Álvarez A (1995). Avifauna del Centro de Investigaciones Costeras La Mancha, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 066:87-118.
- Pacheco Díaz RI (2008). Composición y riqueza de la ictiofauna dulceacuícola en los municipios de Dzilam de Bravo y San Felipe, Yucatán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán, México. 56 p.
- Palacio-Núñez J, Clemente-Sánchez F, Herrera-Haro JG y Ortega-Escobar M (2000). Ornitofauna acuática y rivereña del ecosistema de La Media Luna, Río Verde, San Luis Potosí, México. *Agrociencia* 34: 303-310.
- Paton PWC, Harris RJ y Trocki CL (2005). Distribution and Abundance of Breeding Birds in Boston Harbor. *Northeastern Naturalist*, 12(sp3):145-168.
- Paul RT (1991). Status Report *Egretta rufescens* (Gmelin) Reddish Egret. Houston, Texas, U.S. Fish & Wildlife Service, 73 p.
- Pianka ER (1974). Niche Overlap and Diffuse Competition. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 71(5): 2141-2145.
- Ramo C y Busto B (1993). Resources used by herons in a Yucatan wetland during the breeding season. *Wilson Bull.*, 105(4): 573-586.
- Rangel-Salazar JL, Enríquez-Rocha PL y Guzmán-Poó J (1993). Colonias de reproducción de aves costeras en Sian Kaán. pp 833-840. En: *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Salazar-Vallejo SI y González NE (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 pp.
- Rodriguez-Ferraro A, Lentino M (2002). Population, diet and impact of neotropical cormorants in relation to shrimp production in Northeastern Venezuela. In: XXIII International Ornithological Congress, Beijing, p 217.
- Root RB (1967). The niche exploitation pattern of the Blue-gray Gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37(4): 317-350.



- Rosas C, Sánchez A, Chimal MA y Brito R (2002). Manual de métodos para la evaluación del balance energético en crustáceos. Facultad de Ciencias, UNAM.
- SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010. 1-30.
- Silvestre R, Brandão CRF y Rosa da Silva R (2003). Grupos funcionales de hormigas. En: Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Fernández F. (ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos von Humboldt, Bogotá, Colombia. Pp. 101-103.
- Simberloff, D. Y T. Dayan (1991) The guild concept and the structure of ecological communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 22: 115-143.
- Smith TM y Smith RL (2007). *Ecología*. Ed. Pearson Addison Wesley, Madrid, España. Sexta edición. Pp. 358.
- Townsend Peterson, A., J. Soberón, R. G. Pearson, R. P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura y M. B. Araújo. (2011) *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton University Press. 328 pp
- Trexler JC, Tempe RC y Travis J (1994). Size-Selective Predation of Sailfin Mollies by Two Species of Heron. *Oikos* 69(2): 250-258.
- Trocki CL y Paton PWC (2006). Assessing habitat selection by foraging egrets in salt marshes at multiple spatial scales. *Wetlands* 26(2):307-312.
- Turner K (1991). Economics and Wetland Management. *Ambio* 20(2): 59-63.
- Vega-Cendejas ME y Hernández M (2004). Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Río Lagartos, Yucatán, México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60: 285-299.
- Weller MW (1999). *Wetland birds: Habitat resources and conservation implications*. Ed. Cambridge University Press, Pp. 271.
- Zar JH (2010). *Biostatistical Analysis*. Pearson, 960 pp.

Zaret TM y Rand AS (1971). Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology* 52: 336–342.

Žydelis R y Kontautas A (2008). Piscivorous birds as top predators and fishery competitors in the lagoon ecosystem. *Hydrobiologia* 611:45–54.

**Anexo**

Contribución de los ítems a la disimilitud de las dietas de acuerdo al análisis SIMPER

**Grupos *P. brasiliensis* & *E. rufescens***

Disimilitud promedio = 72.36

Especies	Grupo <i>P. brasiliensis</i> Abund. prom. (ind/muestra)	Grupo <i>E. rufescens</i> Abund. prom. (ind/muestra)	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
<i>C. artifrons</i>	0.68	1.43	15.36	1.13	21.22	21.22
<i>P. velifera</i>	1.05	0.39	11.83	1.13	16.36	37.58
<i>F. polyommus</i>	1.2	0.59	11.65	1.17	16.1	53.68
<i>C. urophthalmum</i>	0.43	0	5.34	0.67	7.38	61.07
<i>F. grandissimus</i>	0.37	0.2	5.27	0.73	7.28	68.35
<i>F. persimilis</i>	0.02	0.38	4.01	0.65	5.55	73.89
<i>G. pulchra</i>	0.02	0.38	3.71	0.59	5.13	79.02
<i>G. yucatanana</i>	0.17	0.17	2.76	0.58	3.81	82.83
<i>B. belizanus</i>	0.2	0	2.11	0.44	2.91	85.74
<i>Poecilia</i> sp.	0.07	0.1	2.02	0.38	2.8	88.54
<i>M. colei</i>	0.02	0.14	1.43	0.4	1.97	90.51

**Grupos *P. brasiliensis* & *C. cochlearius***

Disimilitud promedio = 69.58

Especies	Grupo <i>P. brasiliensis</i> Abund prom (ind/muestra)	Grupo <i>C. cochlearius</i> Abund prom (ind/muestra)	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
<i>C. artifrons</i>	0.68	1.38	14.59	1.11	20.97	20.97
<i>F. polyommus</i>	1.2	0.61	14.29	1.3	20.54	41.51
<i>P. velifera</i>	1.05	0.83	11.08	0.96	15.92	57.43
<i>C. urophthalmum</i>	0.43	0.25	6.01	0.74	8.64	66.07
<i>F. grandissimus</i>	0.37	0.37	5.72	0.81	8.21	74.29
<i>G. pulchra</i>	0.02	0.43	5.27	0.62	7.57	81.86
<i>G. yucatanana</i>	0.17	0.32	3.77	0.73	5.42	87.28
<i>B. belizanus</i>	0.2	0.16	2.98	0.55	4.28	91.56

**Grupos *E. rufescens* & *C. cochlearius***

Disimilitud promedio = 67.08

Especies	Grupo	Grupo	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
	<i>E. rufescens</i> Abund prom (ind/muestra)	<i>C. cochlearius</i> Abund prom (ind/muestra)				
<i>C. artifrons</i>	1.43	1.38	15.71	1.03	23.42	23.42
<i>P. velifera</i>	0.39	0.83	10.65	0.94	15.88	39.3
<i>F. polyommus</i>	0.59	0.61	10.09	1.05	15.04	54.34
<i>G. pulchra</i>	0.38	0.43	7.39	0.79	11.01	65.35
<i>F. grandissimus</i>	0.2	0.37	5.56	0.7	8.29	73.63
<i>F. persimilis</i>	0.38	0	4.09	0.62	6.1	79.74
<i>G. yucatanana</i>	0.17	0.32	3.95	0.72	5.89	85.63
<i>C. urophthalmum</i>	0	0.25	1.89	0.48	2.82	88.45
<i>E. harengulus</i>	0.05	0.1	1.54	0.33	2.29	90.74

**Grupos *P. brasilianus* & *E. thula***

Disimilitud promedio = 79.52

Especies	Grupo	Grupo	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
	<i>P. brasilianus</i> Abund prom (ind/muestra)	<i>E. thula</i> Abund prom (ind/muestra)				
<i>F. polyommus</i>	1.2	0	14.6	1.53	18.36	18.36
<i>G. yucatanana</i>	0.17	1.23	13.49	1.35	16.96	35.33
<i>P. velifera</i>	1.05	1.28	11.55	1	14.52	49.85
<i>G. pulchra</i>	0.02	0.67	8.26	0.81	10.39	60.24
<i>C. artifrons</i>	0.68	0	6.98	0.81	8.78	69.02
Artrópodos	0	0.56	5.81	0.88	7.31	76.33
<i>C. urophthalmum</i>	0.43	0.13	5.56	0.72	6.99	83.32
<i>F. grandissimus</i>	0.37	0	3.74	0.64	4.71	88.02
<i>B. belizanus</i>	0.2	0.25	3.52	0.68	4.43	92.45

**Grupos *E. rufescens* & *E. thula***

Disimilitud promedio = 87.32

Especies	Grupo	Grupo	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
	<i>E. rufescens</i> Abund prom (ind/muestra)	<i>E. thula</i> Abund prom (ind/muestra)				
<i>C. artifrons</i>	1.43	0	17.78	1.23	20.36	20.36
<i>G. yucatanana</i>	0.17	1.23	14.62	1.35	16.75	37.11
<i>P. velifera</i>	0.39	1.28	14.6	1.22	16.72	53.83
<i>G. pulchra</i>	0.38	0.67	9.56	0.88	10.95	64.78
<i>F. polyommus</i>	0.59	0	7.57	0.86	8.66	73.44
Artrópodos	0	0.56	6.17	0.88	7.07	80.52
<i>F. persimilis</i>	0.38	0	4.05	0.63	4.64	85.16
<i>F. grandissimus</i>	0.2	0	2.87	0.44	3.29	88.45
<i>B. belizanus</i>	0	0.25	2.25	0.56	2.58	91.03

**Grupos *C. cochlearius* & *E. thula***

Disimilitud promedio = 77.47

Especies	Grupo	Grupo	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
	<i>C. cochlearius</i> Abund prom (ind/muestra)	<i>E. thula</i> Abund prom (ind/muestra)				
<i>C. artifrons</i>	1.38	0	17.87	1.34	23.07	23.07
<i>G. yucatanana</i>	0.32	1.23	13.9	1.22	17.94	41.01
<i>P. velifera</i>	0.83	1.28	13.05	1	16.84	57.85
<i>G. pulchra</i>	0.43	0.67	9.97	0.89	12.87	70.72
Artrópodos	0	0.56	6.12	0.85	7.91	78.63
<i>F. polyommus</i>	0.61	0	5.12	0.63	6.61	85.24
<i>F. grandissimus</i>	0.37	0	3.8	0.59	4.91	90.15

**Grupos *P. brasiliensis* & *A. alba***

Disimilitud promedio= 72.74

Especies	Grupo	Grupo	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
	<i>P. brasiliensis</i> Abund prom (ind/muestra)	<i>A. alba</i> Abund prom (ind/muestra)				
<i>F. polyommus</i>	1.2	0.37	14.94	1.24	20.53	20.53
<i>P. velifera</i>	1.05	0.98	12.22	0.99	16.8	37.33
<i>C. artifrons</i>	0.68	0	7.85	0.82	10.79	48.12
<i>C. urophthalmum</i>	0.43	0.3	7.21	0.8	9.91	58.04
<i>Poecilia</i> sp.	0.07	0.39	5.92	0.61	8.13	66.17
<i>F. grandissimus</i>	0.37	0.1	4.69	0.71	6.45	72.62
<i>Eucinostomus</i> sp.	0.11	0.28	4.48	0.55	6.15	78.77
<i>G. yucatanensis</i>	0.17	0.13	3.35	0.5	4.61	83.38
<i>Strongylura</i> sp.	0.02	0.1	2.32	0.32	3.19	86.58
<i>B. belizensis</i>	0.2	0	2.32	0.45	3.19	89.77
<i>E. harengulus</i>	0.08	0.13	1.99	0.41	2.73	92.5

**Grupos *E. rufescens* & *A. alba***

Disimilitud promedio = 86.21

Especies	Grupo	Grupo	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
	<i>E. rufescens</i> Abund prom (ind/muestra)	<i>A. alba</i> Abund prom (ind/muestra)				
<i>C. artifrons</i>	1.43	0	20.47	1.24	23.74	23.74
<i>P. velifera</i>	0.39	0.98	14.09	1.11	16.35	40.09
<i>F. polyommus</i>	0.59	0.37	9.59	0.94	11.12	51.21
<i>Poecilia</i> sp.	0.1	0.39	6.7	0.63	7.77	58.99
<i>F. persimilis</i>	0.38	0.1	5.21	0.7	6.04	65.03
<i>C. urophthalmum</i>	0	0.3	4.26	0.59	4.94	69.97
<i>G. pulchra</i>	0.38	0	4.15	0.58	4.81	74.78
<i>F. grandissimus</i>	0.2	0.1	4.06	0.53	4.71	79.49
<i>Eucinostomus</i> sp.	0	0.28	3.82	0.45	4.43	83.92
<i>G. yucatanensis</i>	0.17	0.13	3.44	0.47	3.99	87.91
<i>Strongylura</i> sp.	0	0.1	2.44	0.3	2.83	90.74

**Grupos *C. cochlearius* & *A. alba***

Disimilitud promedio= 82.01

Especies	Grupo	Grupo	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
	<i>C. cochlearius</i> Abund prom (ind/muestra)	<i>A. alba</i> Abund prom (ind/muestra)				
<i>C. artifrons</i>	1.38	0	20.89	1.32	25.47	25.47
<i>P. velifera</i>	0.83	0.98	13.27	0.93	16.18	41.65
<i>F. polyommus</i>	0.61	0.37	8.13	0.9	9.92	51.57
<i>G. pulchra</i>	0.43	0	6.23	0.61	7.59	59.16
<i>Poecilia sp.</i>	0	0.39	5.89	0.55	7.18	66.34
<i>C. urophthalmum</i>	0.25	0.3	5.38	0.71	6.56	72.9
<i>F. grandissimus</i>	0.37	0.1	4.9	0.65	5.97	78.88
<i>G. yucatanana</i>	0.32	0.13	4.74	0.63	5.78	84.66
<i>Eucinostomus sp.</i>	0	0.28	3.8	0.44	4.63	89.29
<i>Strongylura sp.</i>	0	0.1	2.47	0.29	3.01	92.3

**Grupos *E. thula* & *A. alba***

Disimilitud promedio = 74.89

Especies	Grupo	Grupo	Disimilitud promedio	DE Disimilitud	% Contribución	% Acumulado
	<i>E. thula</i> Abund prom (ind/muestra)	<i>A. alba</i> Abund prom (ind/muestra)				
<i>G. yucatanana</i>	1.23	0.13	16.42	1.4	21.93	21.93
<i>P. velifera</i>	1.28	0.98	13.86	1.04	18.51	40.44
<i>G. pulchra</i>	0.67	0	10.06	0.81	13.43	53.87
Artrópodos	0.56	0.1	7.23	0.89	9.65	63.52
<i>Poecilia sp.</i>	0.13	0.39	6.21	0.63	8.29	71.81
<i>C. urophthalmum</i>	0.13	0.3	4.78	0.67	6.38	78.19
<i>F. polyommus</i>	0	0.37	4.14	0.62	5.52	83.71
<i>Eucinostomus sp.</i>	0	0.28	3.72	0.45	4.97	88.68
<i>B. belizanus</i>	0.25	0	2.45	0.56	3.27	91.95