



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Laboratorio de Ecología de Peces

“MORFOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO DE *Diapterus rhombeus*
(CUVIER, 1829) PISCES: GERREIDAE DE LA LAGUNA COSTERA DE
MANDINGA, VERACRUZ”

TESIS DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA:

ALEJANDRO ALDANA MORENO

M. en C. Adolfo Cruz Gómez

Director

Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela

Co-directora



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla,

Edomex. 2009



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.



El presente trabajo fue financiado por la UNAM, a través de la carrera de Biología, de la FES Iztacala, por el Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) de la DGAPA Proyecto EN203804 y por el Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera para Promover grupos de Investigación (PAPCA) 2007-2008 y se realizó en el Laboratorio de Ecología de Peces a cargo de los profesores Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela y M. en C. Adolfo Cruz Gómez, instituciones y laboratorio a los que agradezco su apoyo.

DEDICATORIAS:

A mi profe., asesor, director y amigo M. en C. Adolfo Cruz Gómez, por todo su apoyo, enseñanzas, confianza y paciencia en la realización de éste mi proyecto de tesis; por permitirme formar parte de esta travesía de conocimientos que me hicieron darme cuenta de mis errores y defectos que sólo así, logré o lograré superarlos, por todo su compromiso, dedicación y constancia le agradezco profundamente.

§

A mi maestra y asesora Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela por sus valiosas observaciones, enseñanzas y por aportar parte de sus conocimiento en éste proyecto; por todo su apoyo, compromiso, dedicación y franqueza pero más que nada por enseñarme a hacer bien las cosas.

§

A mis sinodales Biol. Mónica Chávez Maldonado, Dr. Sergio Cházaro Olvera y M. en C. Rafael Chávez López, por todas sus valiosas observaciones y sugerencias para mejorar éste proyecto.

§

A mi querida acompañante Gaby en este complejo pero gratificante camino de la vida que decidimos tomar, te agradezco por toda tu confianza, confidencia y compañía en las buenas y en las malas, a ti porque siempre has sido y siempre serás una buena amiga.

§

A Pedro Aldana y Lilia Moreno, por ser unos padres ejemplares que siempre han apoyado mis decisiones y han visto por mí; les agradezco infinitamente y les quiero mucho.

§

A mis tíos de la Península de Yucatán Dalila y Tití por sus valiosas observaciones de la tesis

§

A mi hermana Angélica Aldana, por ser parte de mi vida, también la quiero mucho.

§

AGRADECIMIENTOS:

Con toda mi admiración y respeto a aquellos profesores que significaron algo más que enseñanzas, aprendizajes e inspiraciones: Gabriela Sánchez, Irma Dueñas, Edith López, Peter Mueller, Roberto Velasco, Jorge Padilla, Beatriz Rubio y Alfonso Reyes.

§

A mis inquebrantables amigos de Iztacaharvard: Liz, Tania, Ale, Elvira, Alanis, Alma, Chihiro, Carlos, Paulina, Rita, Eslevan, Pamela y Karen

§

A mis amigos eternos donde quiera que se encuentren: Mariana, Armenta, Eduardo, Yolci, Felipe e Itzel

§

A Gina por enseñarme a usar el Phtoshop

...Hace algunos años- no importa cuántos, exactamente-, con poco o ningún dinero en mi billetera y nada en particular que me interesara en la tierra, pensé darme a la mar y ver la parte líquida del mundo....
Herman Melville

§. Es difícil creer que el destino de un hombre sea tan bajo que le lleve a nacer sólo para morir...
Mary W. Shelly

§. No tenía miedo a las dificultades: lo que la asustaba era la obligación de tener que escoger un camino. Escoger un camino significaba abandonar otros.
Paulo Coelho

§. All that we do is touched with ocean, yet we remain on the shore of what we know...
Richard Wilbur

ÍNDICE

I. RESUMEN	6
II. INTRODUCCIÓN	7
III. ANTECEDENTES	10
V. ÁREA DE ESTUDIO	13
VI. OBJETIVOS	15
VII. . MATERIALES Y MÉTODOS	16
VIII. RESULTADOS	20
1) Análisis de la región buco-faríngea, forma, posición, tipo de hocico que presenta <i>Diapterus rhombeus</i>	20
2) Tipos de diente mandibulares, cavidad bucal, faríngeos y branquiespinas de <i>D. rhombeus</i> en función de la talla	20
3) Características morfológicas del tracto digestivo de <i>D. rhombeus</i> en función de la talla	33
4) Relaciones morfométricas del maxilar, dentario, premaxilar con respecto a la longitud estándar y cefálica de <i>D. rhombeus</i>	37
5) Relación morfométrica de la longitud de cavidad intestinal con respecto a la longitud estándar de <i>D. rhombeus</i>	40
VIII. DISCUSIÓN	41
IX. CONCLUSIONES	46
X. REFERENCIAS	47
XI. ANEXO	52

RESUMEN

La dificultad en ubicar a una especie dentro de una categoría trófica específica es compleja ya que los hábitos alimentarios cambian durante su desarrollo ontogenético o bien por el estado de digestión del alimento consumido, por lo que una investigación integral sobre los hábitos alimenticios en los peces, debería incluir, una buena determinación de los tipos alimentarios consumidos, así como un análisis de las estructuras morfológicas del sistema buco-faríngeo y tracto digestivo a lo largo de su crecimiento, como también aspectos sobre la morfometría del hocico y sus estructuras cuando existen dudas en la ubicación trófica de la especie. Un buen ejemplo es *Diapterus rhombeus* (Pisces: Gerreidae) cuya posición trófica en algunos casos no es consistente ya que algunos lo ubican como consumidor de primer orden y otros de segundo orden, por tal motivo en el presente trabajo se describen las características anatómicas del aparato digestivo así como las relaciones morfométricas entre las estructuras anatómicas del maxilar, premaxilar, dentario y tracto digestivo con respecto a la longitud cefálica y estándar. Se seleccionaron 93 organismos provenientes de la colecta realizada en Mandinga Veracruz, los cuales de acuerdo a la frecuencia de tallas, se dividieron en 10 clases de edad. A todos ellos se les tomó la longitud estándar y cefálica así como las medidas de sistema buco-faríngeo: longitud del maxilar, dentario, premaxilar y de estos a 16 de ellos se les tomó la longitud del tracto digestivo. Para la descripción de la forma, posición y tipo de hocico se eligieron 20 especímenes, de estos 10 fueron transparentados y teñidos a todos ellos se les disectó la cabeza para extraer las estructuras anatómicas del: premaxilar, dentario, huesos faríngeos y branquiespinas. Posteriormente se disectó el tracto digestivo de otros 16 organismos. Los resultados obtenidos el análisis morfométrico del sistema buco-faríngeo y tracto digestivo mostró una relación directamente proporcional en función de la talla, es decir conforme el organismo incrementa de talla las estructuras bucales crecen proporcionalmente. Por otra parte los tipos de dientes mandibulares, su disposición en placas dentarias, cavidad bucal, branquiespinas y tracto digestivo corresponden a la de un pez de hábitos carnívoros a lo largo de su crecimiento, que se alimenta principalmente del zoobentos, es decir que las características morfo-estructurales del aparato digestivo de *D. rhombeus* de la laguna de Mandinga, Veracruz corresponden a la de un pez de tercer nivel trófico, consumidor de segundo orden, carnívoro primario.

INTRODUCCIÓN

El medio lagunar-estuarino de Mandinga, Veracruz, es un ecosistema para el análisis de comunidades ictiofaunística. Los peces desempeñan un papel ecológico importante, en términos de flujo de energía en la trama trófica y en la producción y sostenimiento de pesquerías. Este ambiente provee tres funciones en el ciclo de vida de peces: i) es una eficiente trampa de nutrientes en parte física y biológica, ii) es una adecuada área de crianza y desarrollo durante la etapa juvenil y iii) provee protección contra depredadores. (Yáñez-Arancibia, 1985).

El análisis de las relaciones tróficas y ecológicas de los estuarios y lagunas costeras es complejo debido a la diversidad de especies y pueden ser abordados desde el punto de vista fisiológico, por sus niveles tróficos, por la transferencia del flujo de energía y por la biología de la especie (Yáñez-Arancibia & Nugent, 1976).

Dado que los hábitos alimenticios pueden cambiar aún en la misma especie, de acuerdo a la localidad, las condiciones del alimento, la estacionalidad y su ontogenia resulta difícil ubicar a los organismos en una categoría exclusivamente, ya que los cambios vienen acompañados por variaciones morfológicas del sistema alimentario (Day *et al.*, 1973; Yáñez-Arancibia, 1977; Marais, 1980).

La alimentación es importante, debido a que el crecimiento, desarrollo y reproducción dependen de la energía obtenida a partir del alimento (Yáñez-Arancibia & Amezcua-Linares, 1980), por lo que sus hábitos alimenticios están en relación con la evolución de las adaptaciones morfológicas, en este caso el sistema buco-faríngeo permite su vinculación con el modo de vida y tipo de alimento ingerido (Lagler *et al.*, 1990).

Los cambios ontogenéticos del pez pueden estar correlacionados con la morfología, hábitat, tiempo de alimentación y comportamiento (De Sylva, 1985), por lo anterior la importancia de estudiar las estructuras del sistema buco-faríngeo y el tracto digestivo de los peces, permite conocer mejor los hábitos alimenticios de los mismos y poder ubicarlos correctamente en su nivel trófico.

El estudio de la alimentación y hábitos alimenticios, en relación con las estructuras morfológicas del sistema buco-faríngeo de los peces nos indica las relaciones tróficas de las diferentes especies y el flujo de energía en las comunidades lagunares-estuarinas. Por otra parte, las relaciones entre presa-depredador, productor-consumidor y las relaciones ecológicas de los organismos, sirve para interpretar adecuadamente la dinámica general del estuario (Yáñez-Arancibia, 1978).

Estructuras como la boca, la cavidad bucal y la faringe, están asociadas con la selección de captura, orientación y preparación pre-digestiva del alimento. La forma y posición de la boca, la dentición mandibular, bucal y faríngea, al igual que las branquiespinas muestran una estrecha relación con la forma de alimentación y el tipo de alimento (Chao & Musick, 1977; Prejs & Colomine, 1981; Moyle & Cech, 1988 y Lagler *et al*, 1990).

El desarrollo del tubo digestivo y las estructuras bucales adaptadas a la alimentación van cambiando en relación con la ontogenia del pez, al igual que la forma, talla, respiración, locomoción y conducta. Las etapas de desarrollo del pez después de haber eclosionado del huevo, inicia en su estado larval donde depende nutricionalmente de las reservas presentes en el saco vitelino, una vez finalizado los nutrientes vitelinos se inicia la etapa juvenil, donde el organismo se alimenta de forma exógena y va cambiando de hábitos alimenticios hasta llegar a la etapa de adulto (Velandia, 2002).

El estudio de la ecología trófica de un pez permite conocer su biología y etología. Una investigación integral de los hábitos alimenticios debe incluir consideraciones sobre su morfológica buco-faríngea y el tracto digestivo (Weatherley & Gill, 1987).

Dentro de las investigaciones de la ictiofauna de las lagunas costeras en el estado de Veracruz, sobresalen las mojarra como uno de los grupos más abundantes en todos los sistemas. Según Aguirre-León & Yáñez-Arancibia (1984), las mojarra (Gerreidae) son un grupo de peces diversos y abundantes, con una amplia distribución en el medio lagunar-estuarino, que incide directamente en la trascendencia que ésta puede tener en el ecosistema en la transformación, conducción e intercambio de energía dentro y con ecosistemas colindantes, almacenamiento de la misma, la regulación y su probable función en el reciclamiento de nutrientes.

De las especies que componen la familia Gerreidae, la mojarra *Diapterus rhombeus* constituye un recurso abundante con importancia comercial y amplia distribución en el medio ambiente lagunar costero y estuarios de México (Aguirre-León & Yáñez-Arancibia, 1984). Es un grupo clave entre los consumidores primarios por distribuirse en todos los ambientes de las lagunas, predominando en diversidad y biomasa (Yáñez-Arancibia, 1978).

Muchas de éstas especies al no ser adecuadamente analizadas y debido al alto grado de digestión y degradación del alimento en el tracto digestivo, se ubican de manera errónea en otro nivel trófico como es el caso de *D. rhombeus*, el cual es catalogado por algunos autores como consumidor de primer orden y por otros como consumidor de segundo orden, según la clasificación de Day & Yáñez (1985)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Muchas de éstas especies al no ser adecuadamente analizadas debido al alto grado de digestión y degradación del alimento en el tracto digestivo, se ubican de manera errónea en otro nivel trófico como es el caso de *D. rhombeus*, el cual es catalogado por algunos autores como consumidor de primer orden y por otros como consumidor de segundo orden.

ANTECEDENTES

Trabajos realizados acerca del sistema buco-faríngeo y tracto digestivo en peces se han documentado pocas investigaciones.

- Chao & Musick (1977), en su trabajo historia de vida, hábitos alimenticios y función morfológica de peces scianidos juveniles en la Rivera Estuarina York, describen la posición de la boca, dentición, branquiespinas, tracto digestivo, poros, barbas, narinas, posición del cuerpo y el contenido estomacal de los scianidos.
- Kobelkowsky & Castillo-Rivera (1995), describieron la dentición, las branquiespinas, el tracto digestivo, el hígado y la vejiga natatoria de los bagres de sistemas estuarinos del Golfo de México, reconociendo un patrón estructural del sistema digestivo en relación a los hábitos omnívoros de tipo bentófago.
- Ruíz & Prieto (2001), estudiaron la morfología mandibular de *Micropogonias furnieri*, de Puerto Santo, Venezuela observando que tiene boca pequeña situada en posición ventral; dientes mandibulares viliformes, dispuestos en bandas; branquiespinas de 21 a 27 en el primer arco branquial, en la rama inferior del primer arco son cortas, con denticulos en el extremo; dientes faríngeos cónicos y agudos, premaxilar y dentario protrusibles. Las características de la región mandibular, indicaron que *M. furnieri* es una especie carnívora bentófaga.
- Sánchez *et al.* (2003), analizaron los contenidos estomacales de 21 especies de peces del Río Yucao, Colombia, clasificando las estructuras del tracto digestivo de acuerdo a la posición de la boca, forma del estómago y dientes, longitud del intestino, número de branquiespinas y ciegos pilóricos. Concluyeron que existe una relación directa entre los hábitos alimenticios de los peces, la forma del estómago y dientes para cada grupo trófico.
- Kobelkowsky (2004), describe la osteología de la mojarra *Diapterus auratus* Ranzani (Teleostei: Gerreidae), donde reconoce diferencias en la forma y

cantidad de dientes, tanto mandibulares como branquiales entre los géneros de gerreidos que están en relación con su hábitos alimenticios.

- González (2005), realizó un estudio sistemático y biogeográfico de las especies del género *Eugerres* como *Diapterus auratus* y *D. peruvianus*, por análisis merísticos, morfosistemáticos y osteológicos. Donde se describe la osteología de las especies mencionada anteriormente.

Trabajos que describen el desarrollo ontogenético del aparato digestivo se encuentran en:

- Rossi (1992), quien describe la evolución morfológica del aparato digestivo en postlarva y prejuveniles de *Prochilodus lineatus* y su relación con la dieta. Cuando una postlarva se alimenta de forma exógena el intestino es un tubo simple y corto y los dientes orales y faríngeos son cónicos y se insertan sobre huesos. Con el crecimiento se producen cambios en la dieta y el tubo digestivo se alarga, los dientes orales son espatulados y los faríngeos son reabsorbidos, apareciendo modificaciones en el aparato filtrado branquial.
- Kangsen-Mai *et al.* (2005), analizaron el desarrollo ontogenético del tracto digestivo y órganos accesorios de *Pseudoscianea crocea* observando cambios morfológicos que ocurren al final del periodo larval y que coinciden con la metamorfosis. Los ciegos pilóricos y el intestino pre-valvular se diferencian y se observan las glándulas gástricas, coincidiendo con el desarrollo morfológico del estómago en tres diferentes regiones (cárdica, fúndica y pilórica).
- Ziliani *et al.* (2006), analizaron los aspectos de alimentación de larvas de *Bryconamericus aff. Iheringii* (Characidae), donde se describe la diferencia del tracto digestivo en cuestión del estómago e intestino de la larva que presenta postflexión que coincide con el incremento de algas y micro-crustáceos en su dieta caracterizándolo como planctófago.

Trabajos publicados referenciados a aspectos alimentarios de *Diapterus rhombeus* se encuentran:

- Aguirre-León & Yáñez-Arancibia (1984), elaboró una diagnosis para la familia, así como las claves para determinar taxonómicamente géneros y especies, proponiendo caracteres diagnósticos sobre rangos merísticos, morfométricos y coloración. Consideró a *D. rhombeus* como consumidor de primer orden incorporando a su dieta pequeños invertebrados y detritus.
- Abarca (1987), realizó un estudio sobre los aspecto morfológicos y relaciones ecológicas de las especies de la familia Gerreidae en Sontecomapan, Veracruz. Ubicó a *D. rhombeus* como consumidor de primer orden el cual se alimenta de copépodos, ostrácodos, huevos de molusco, huevos de larvas, tanaidaceos y vegetales.
- Trujillo (2002), realizó un estudio para conocer la distribución, abundancia, estacionalidad y tipos alimentarios de peces a nivel larval y juvenil de la familia Gerreidae colectados en Alvarado, Veracruz. En su estudio catalogó a *D. rhombeus* con un organismo carcinófago que se alimenta de Ciclopoideos, tanaidaceos, huevos de pez y larvas de insectos.
- Alarcón (2007), realizó un estudio de aspectos tróficos en peces de Sontecomapan, Veracruz, donde ubicó a *D. rhombeus* como consumidor de segundo orden, carnívoro primario.
- Garduño (2007), realizó un estudio de los hábitos alimentarios en larvas y juveniles de 24 especies de peces de Sontecomapan, Veracruz. Concluyendo que en la mayoría las especies los hábitos alimenticios cambian a lo largo de su vida, siendo más específicos al llegar a edades adultas, su estudio permitió ubicar a *D. rhombeus* como consumidor de segundo orden, carnívoro primario.

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna de Mandinga forma parte de un conjunto de lagunas costeras intercomunicadas, bastantes someras, separadas del mar por una barrera arenosa pero comunicada con éste por el estuario del río Jamapa. Se encuentra localizada entre los 19° 00' y 19° 06' de latitud norte y los meridianos 96° 02' y 96° 06' de longitud oeste (Fig. 1). El sistema lagunar tiene una orientación norte-sur en tanto que la costa cercana adopta una dirección noroeste-sureste, conformando la punta de Antón Lizardo. Hacia el noroeste las lagunas se separan del mar por una barrera de médanos. La laguna está asociada al río Jamapa, el cual nace con los deshielos del Pico de Orizaba, recorriendo 150 km; corre de oeste a este y recibe varios afluentes de los ríos Huatusco, Cotaxtla, Totolapan, desembocando en el Golfo de México, en el lugar conocido como Boca del Río próximo a la Ciudad de Veracruz. Tiene una extensión de 3,250 Ha una longitud total de aproximadamente 20 km y está constituido de norte a sur, por tres cuerpos de agua: la Laguna Larga con una longitud de 3.421 km, Laguna Redonda o Mandinga chica con una longitud de 2.134 km y laguna de Mandinga Grande con una longitud de 6.490 km, las cuales se encuentran interconectadas por un número igual de esteros. (Contreras, 2000).

Presenta un clima tropical con lluvias en verano (Aw); es el más húmedo de los subhúmedos con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% anual, con temperatura media anual entre 22 y 26° (Contreras *et al.*, 2002).

Hacia el norte del complejo lagunar se encuentra la desembocadura del río Jamapa, que se comunica a la Laguna Larga por medio del estero del Conchal. En el extremo sureste de la Laguna de Mandinga Grande desemboca un pequeño arroyo.

El principal flujo de agua dulce procede del río Jamapa, ya que en el resto del sistema no desemboca ninguna corriente de consideración, aunque existe aporte proveniente de la infiltración de aguas a través de los médanos y pequeñas corrientes de verano que ingresan por la orilla sur de la laguna de Mandinga Grande. La influencia marina es limitada y las fluctuaciones originadas por las mareas se conocen poco (Reguero & García Cubas, 1993).

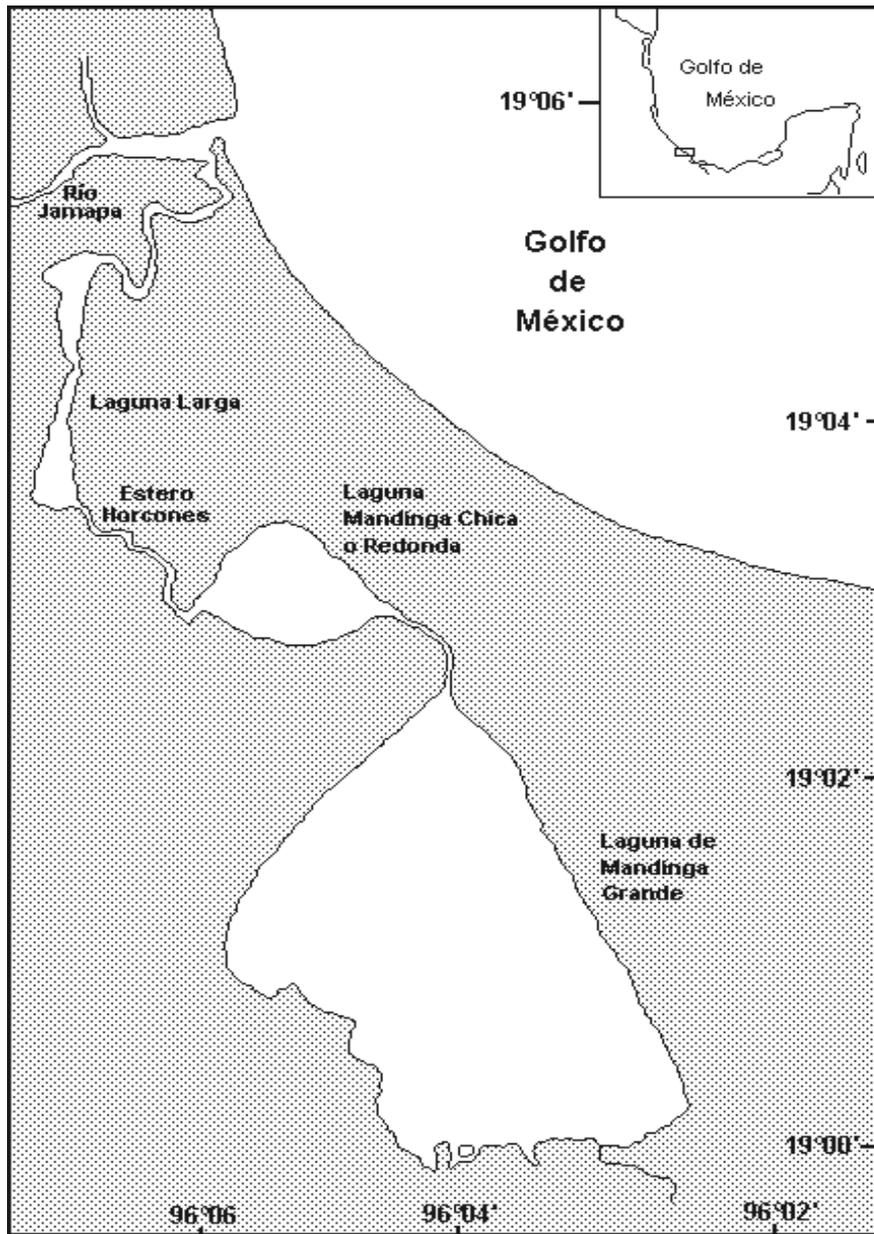


Fig. 1. Laguna costera de Mandinga, Veracruz. (Tomada de Chávez *et al*, 1976).

JUSTIFICACIÓN:

Dada la importancia de la comunidad ictiofaunística desde el punto de vista de la ecología trófica, además de la falta de información detallada sobre características morfológicas del sistema buco-faríngeo y tracto digestivo, el presente trabajo tiene como propósito la descripción de la morfológica del aparato digestivo de juveniles hasta adultos de la mojarra *D. rhombeus* (Pisces: Gerreidae) de la laguna Mandinga, Veracruz bajo los siguientes objetivos.

OBJETIVO GENERAL:

- § Describir las características morfológicas del aparato digestivo de *Diapterus rhombeus* de la laguna Mandinga, Veracruz:

OBJETIVOS PARTICULARES:

- § Describir la región buco-faríngea forma, posición, tipo de hocico que presenta *D. rhombeus*.
- § Describir los tipos de dientes mandibulares, cavidad bucal, huesos faríngeos y branquiespinas de *D. rhombeus* en función de la talla.
- § Describir las características morfológicas del tracto digestivo de *D. rhombeus* en función de la talla.
- § Determinar las relaciones morfométricas del maxilar, dentario, premaxilar con respecto a la longitud cefálica y la relación entre longitud cefálica y longitud estándar de *D. rhombeus*.
- § Determinar la relación morfométricas de la longitud de cavidad intestinal con respecto a la longitud estándar de *D. rhombeus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 93 organismos correspondientes a la especie *Diapterus rhombeus* de la familia Gerreidae, provenientes de la colecta realizadas en 10 estaciones de la laguna costera de Mandinga, Veracruz durante el mes de marzo en la temporada climática de secas del 2007. De cada estación se obtuvieron muestras biológicas de necton. La colecta de necton se realizó utilizando un chinchorro de 30cm de longitud con 2.30m de caída y una abertura de ¼ de pulgada (Fig. 2) y para la colecta de larvas y juveniles se utilizó una red tipo Renfro con boca de 76.5cm por 148cm y 204cm, de largo con 700 micras de abertura. Las muestras obtenidas se fijaron con formaldehído al 10%.

Para el análisis morfométrico se les tomó a los 93 ejemplares la longitud estándar y cefálica, de estos a 16 se les midió la longitud del tracto digestivo con un vernier digital de fibra de carbón marca Traceable de 15mm y se estimó el coeficiente intestinal (CI) li/l con base a la clasificación de Angelescu & Gneri (1949). Los peces para este estudio presentaron una longitud estándar entre 26.6 a 93.8mm. (Fig. 3). Tomando en consideración los criterios y terminología de Kobelkowsky (2004) se les registró la morfometría del sistema bucofaríngeo: longitud del maxilar, dentario y la protusibilidad del premaxilar (Fig. 4).

Fórmula para estimar el coeficiente intestinal

$$CI = li/l_s$$

Donde: *li*: longitud intestinal

Ls: longitud estándar

De acuerdo a la frecuencia de tallas y a la abundancia de la especie, se consideraron 10 clases de edad de las cuales se seleccionaron 20 ejemplares dos de cada uno de los intervalos de talla, de estos 10 de ellos fueron sometidos a proceso de transparentación y tinción utilizando hidróxido de potasio (KOH) al 15% para peces ≥ 45 mm y 10% para organismos ≤ 45 mm. (Fig. 5). En ambos casos, se utilizó rojo de alizarina para la tinción de estructuras óseas según la técnica de transparentación de Hollister (1934). Los cuales

fueron utilizados para la descripción de la forma, posición y tipo de hocico de acuerdo a la clasificación propuesta por Prejs & Colomine (1981). A todos ellos se les disectó la cabeza para extraer las estructuras morfo-funcionales del sistema buco-faríngeo: premaxilar, dentario, huesos faríngeos y branquiespinas. Para su descripción la terminología empleada de los huesos craneales se basó en los criterios de Kobelkowsky (2004).

Los criterios enfocados en la descripción del sistema buco-faríngeo, se centraron en el Branquiocráneo o esqueleto visceral de *Diapterus rhombeus* el cual está conectado directamente con el Neurocráneo mediante los huesos palatinos, hiomandibular y faringobranquial. La región hiomandibular; se encuentra formada por el arco mandibular el cual está constituido por los huesos premaxilar, maxilar, dentario, articular, angular y esplenial y la serie hiopalatina constituida por los huesos del paladar de los cual ninguno de ellos lleva dientes para esta especie.

Se disectó el tracto digestivo de otros 16 especímenes mediante una incisión longitudinal que se inició en el ano y concluyó por debajo del dentario, según lo propuesto por Prejs & Colomine (1981) para su descripción

Todas las observaciones se efectuaron utilizando un microscopio estereoscópico marca ZEISS 475022, óptico marca LEICA DME y electrónico de barrido JEOL modelo JSM-6380LV. Cada una de estas estructuras se fotografió con una cámara Cannon digital de 7.1 megapíxeles, un microscopio estereoscópico LEICA EZ4D con cámara digital (Fig. 6) y un microscopio electrónico de barrido

Para la preparación de las muestras en el microscopio electrónico de barrido, se trataron las estructuras óseas: premaxilar, dentario dientes faríngeos y branquiespinas con agua oxigenada, posteriormente se dejaron secar durante dos días y se colocaron sobre una platina plateada encima de trozos de cinta adherente negra. Posteriormente se correlacionaron las estructuras anatómicas del sistema buco-faríngeo con la posición trófica

reportada por diferentes autores tomando en consideración las tres categorías que establecieron Day & Yañez-Arancibia (1985):

Consumidores de primer orden: este grupo incluyen herbívoros (algas marinas, pastos y vegetación sumergida); detritívoros (partículas de detritus) y omnívoros (material planctónico, detritus y animales pequeños como el zooplancton).

Consumidores de segundo orden (carnívoros primarios): los organismos de este grupo se alimenta tanto de organismos consumidores de primer orden como del segundo orden (pequeñas cantidades de material planctónico, detritus y zooplancton).

Consumidores del tercer orden (carnívoros secundarios): los organismos son exclusivamente carnívoros.



Fig. 2 Colecta de peces con red chinchorro

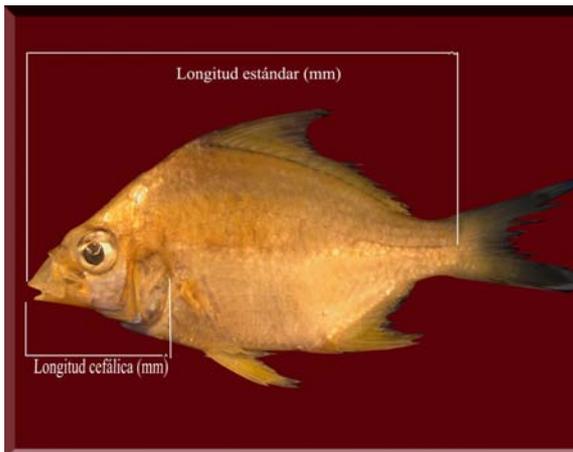


Fig. 3. *Diapterus rhombeus* señalando la morfometría utilizada en este estudio (Fotografía de la FES Iztacala, UNAM).

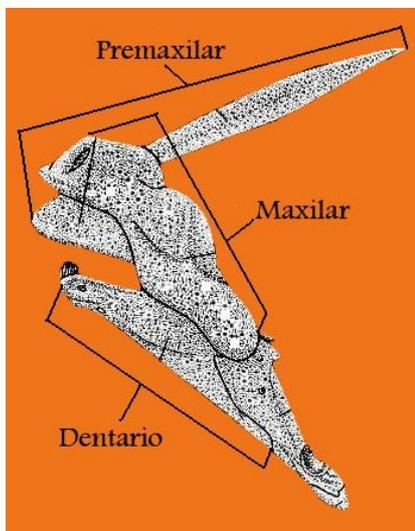


Fig. 4. Vista lateral del arco mandibular de *D. rhombeus*. Registro morfométrico el sistema buco-faríngeo. Modificado de Kobelkowsky, 2004).



Fig. 5. Técnica de transparentación con KOH (15%) y rojo de alizarina para peces de tallas ≥ 45 mm



Fig. 5. Técnica de transparentación con KOH (10%) y rojo de alizarina para peces de tallas ≤ 45 mm.



Fig. 6. Observación y toma fotográfica a través de microscopio estereoscópico de las estructuras anatómicas del sistema buco-faríngeo.

RESULTADOS

Región buco-faríngea forma, posición, tipo de hocico que presenta *Diapterus rhombeus*

El tipo de boca que presenta es de tipo protusible y extensible; la posición de la boca es semi-ventral y se presenta semi-horizontal con relación al borde superior de la mandíbula (Fig. 7), los labios son delgados y con pequeñas porosidades.

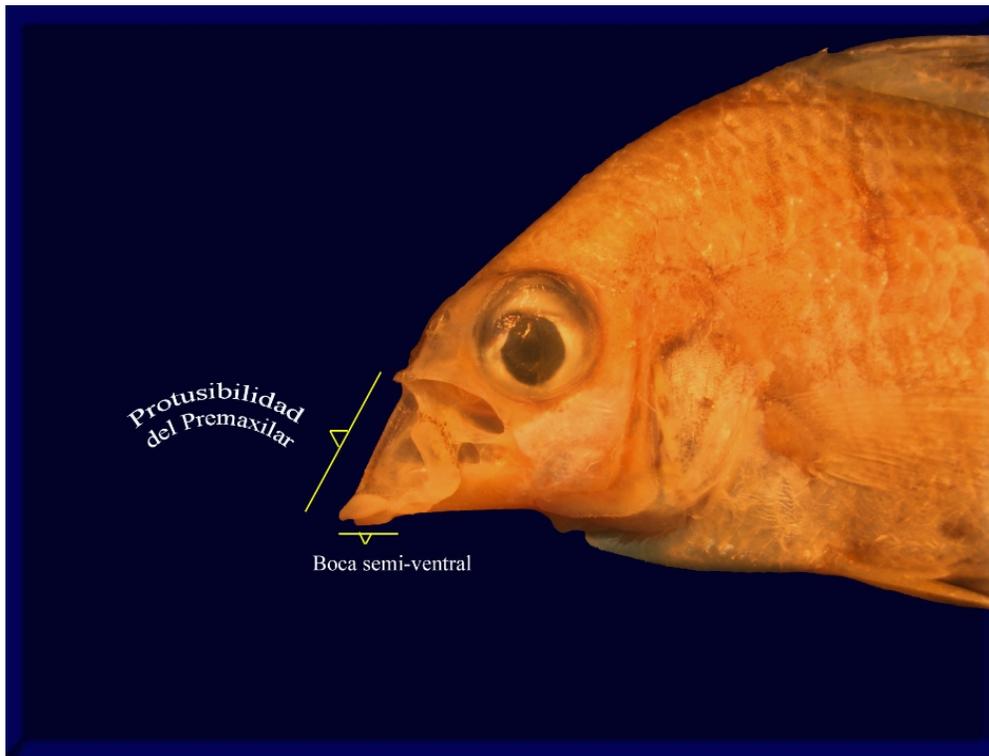


Fig. 7: Tipo de hocico presente en *Diapterus rhombeus*

Tipos de dientes mandibulares, cavidad bucal, huesos faríngeos y branquiespinas de *Diapterus rhombeus* en función de la talla.

El premaxilar forma un ángulo de 45° con relación al proceso horizontal; el hueso lleva dispuestos un conjunto de dientes setiformes, que se amplía cerca del borde anterior y se adelgaza por el borde lateral (Fig. 8a-8c). La estructura del premaxilar tiene forma de campana triangular. Los dientecillos superiores cercanos a los labios o son más largos y

puntiagudos con respecto a los inferiores que son pequeños y aglomerados (Fig. 8a). Todos ellos dirigidos hacia la parte posterior.

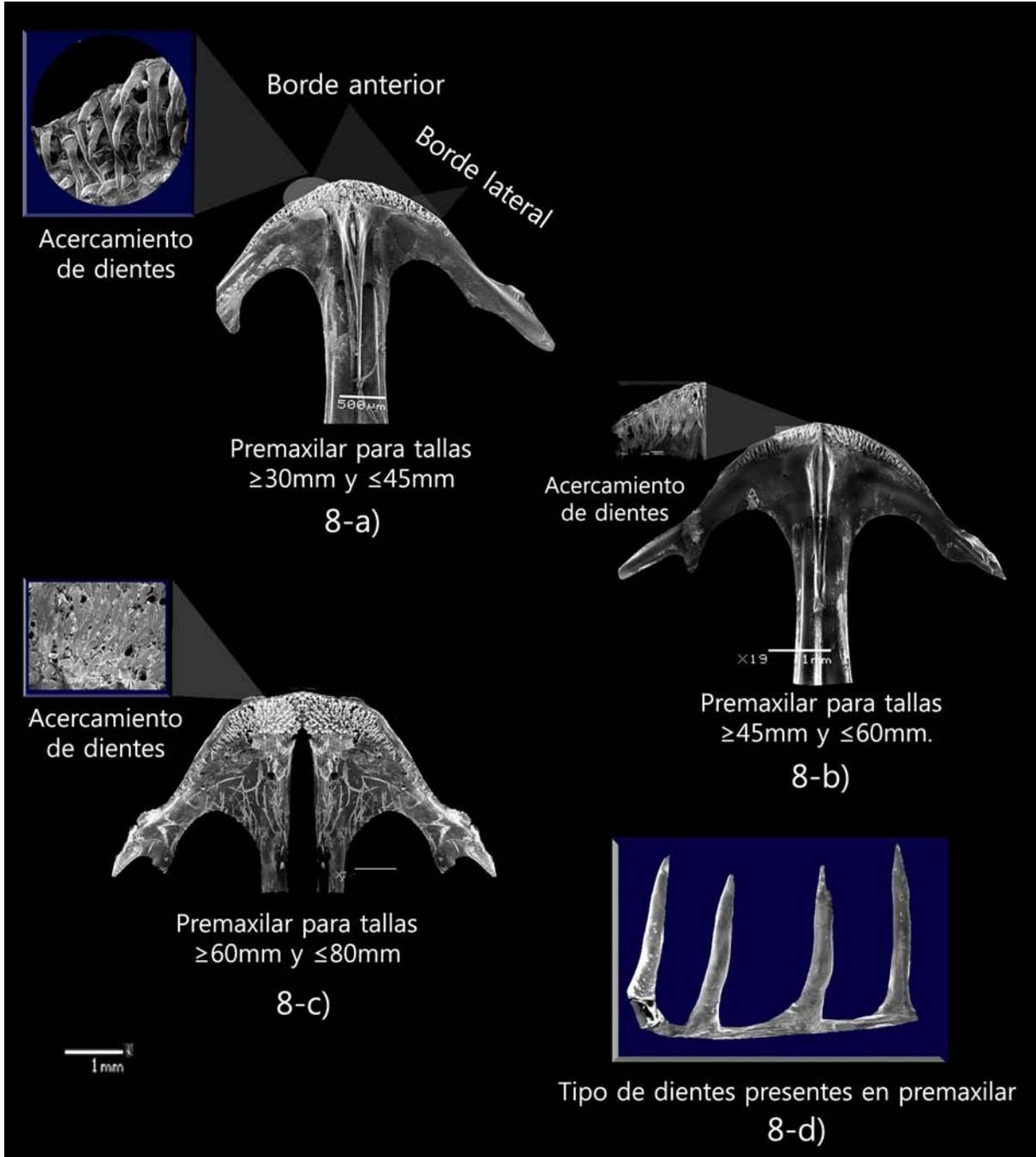


Fig. 8: Fotografías de MEB mostrando los premaxilares de *D. rhombeus*. a) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 30\text{mm}$ y $\leq 45\text{mm}$. b) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 45\text{mm}$ y $\leq 60\text{mm}$. c) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 60\text{mm}$ y $\leq 80\text{mm}$ d) Detalle lateral de tipo de dentición.

El maxilar es un hueso delgado y plano, con un aspecto lateral escalonado el cual no presenta dientes en su estructura; está conectado por una articulación poco móvil o una sínfisis maxilar y un surco maxilar (Fig. 9), por el que se desliza de forma ascendente o descendente el premaxilar.

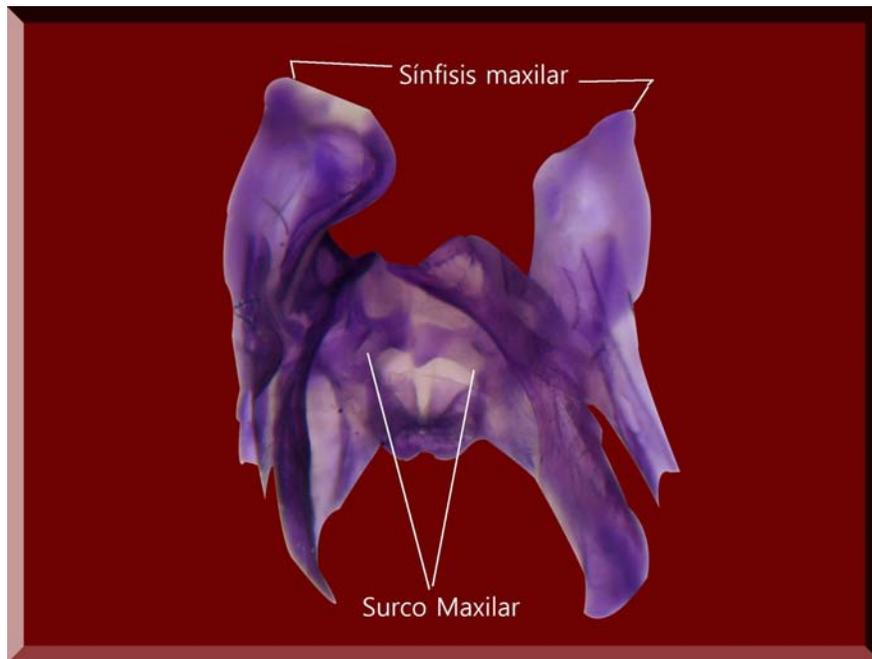


Fig. 9: Estructura maxilar en *D. rhombeus*

El hueso dentario es delgado anteriormente y tiene una depresión triangular en la parte posterior, además de una articulación poco móvil con forma de gancho. En su extremo anterior presenta un conjunto de pequeños dientes setiformes (Fig. 10a y 10c). Al igual que los premaxilares también se encuentran dirigidos hacia la parte posterior; las tallas de 30 a 50mm presentan en los bordes laterales pequeños dienteillos (Fig. 10a y 10b) que son reabsorbidos para tallas mayores.

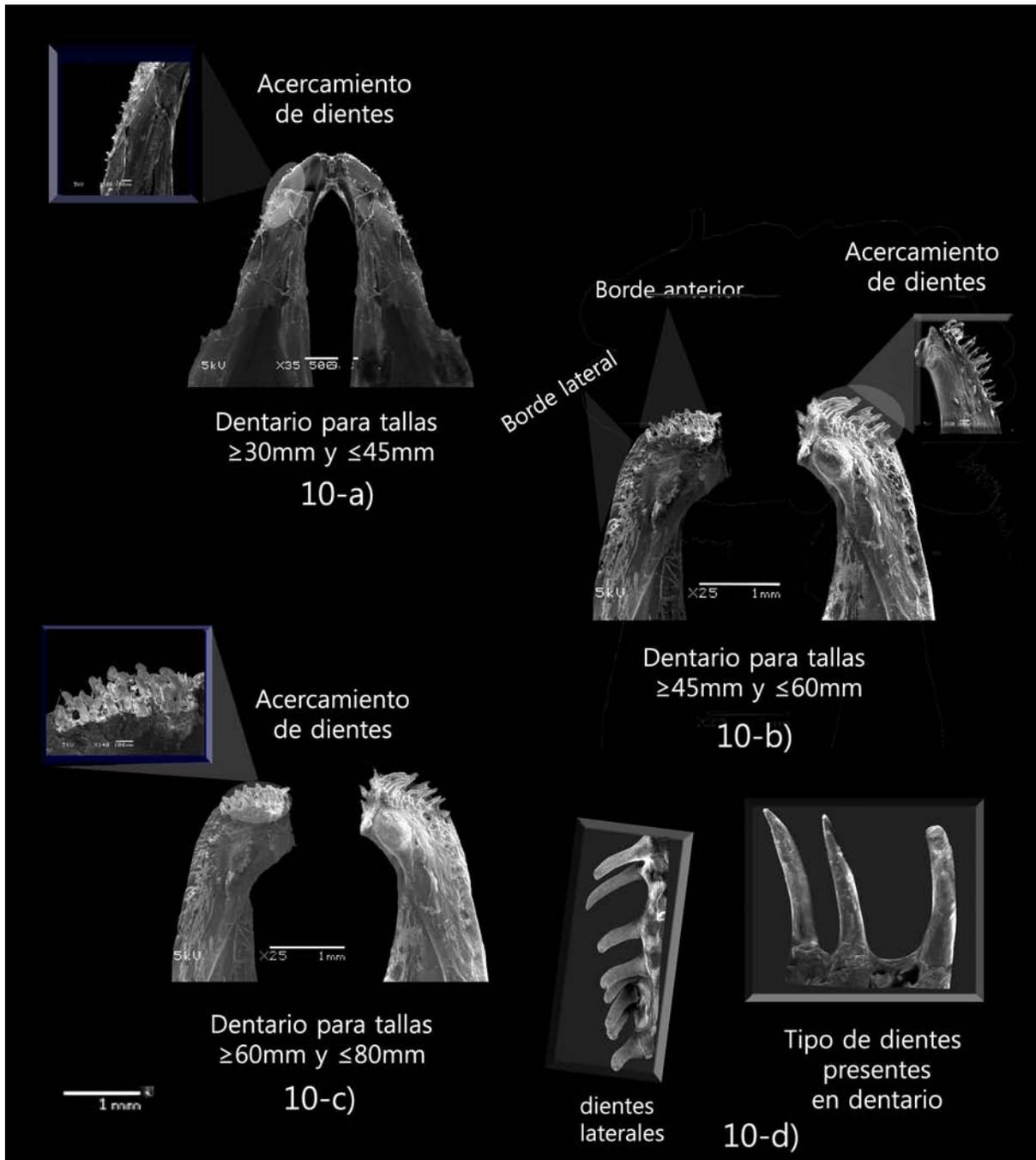


Fig. 10: Fotografía de MEB mostrando dentarios de *D. rhombeous*. a) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 30\text{mm}$ y $\leq 45\text{mm}$. b) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 45\text{mm}$ y $\leq 60\text{mm}$. c) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 60\text{mm}$ y $\leq 80\text{mm}$. d) Detalle lateral de dentario. e) Detalle ventral de dentario.

Los huesos faríngeos están divididos en superior e inferior y ambos llevan dientes terminados en punta curva son setiformes, molariformes, incisivos y robustos, tipo monocúspide y bicúspide. La dentición faríngea superior se divide en bloque anterior con dientes incisivos y setiformes tipo monocúspide y bloque posterior donde los dientes incisivos son más delgados (Fig. 11a-11c). La dentición faríngea inferior o placa faríngea presenta todos los dientes antes mencionados (Fig. 11d).

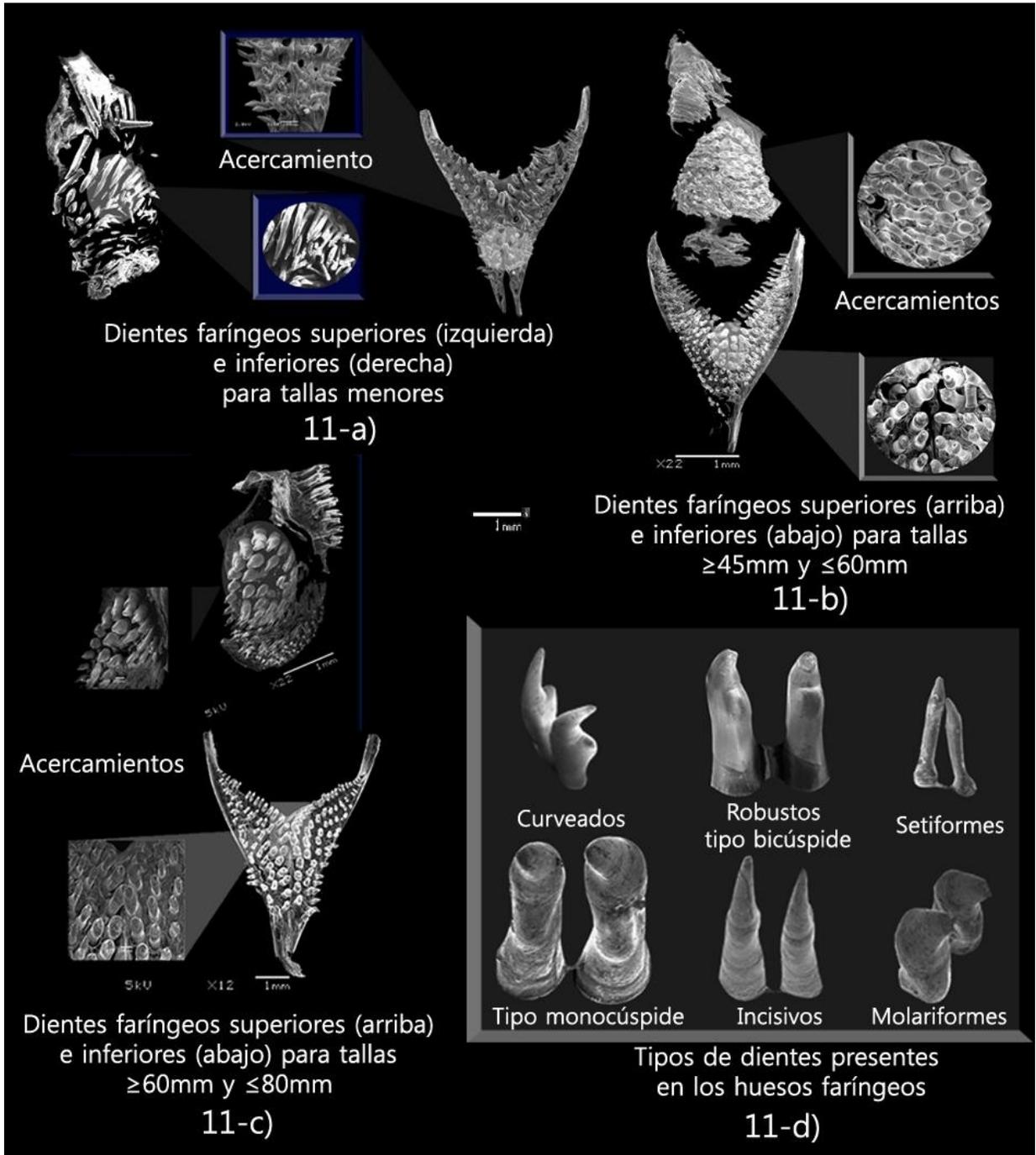


Fig. 11: Fotografía de MEB mostrando los huesos faríngeos de *D. rhombeous*. a) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 30\text{mm}$ y $\leq 45\text{mm}$. b) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 45\text{mm}$ y $\leq 60\text{mm}$. c) Vista ventral de dentición para tallas $\geq 60\text{mm}$ y $\leq 80\text{mm}$ d) Detalle de los tipos de dientes de los huesos faríngeos.

El aparato o arco branquial forma parte de la región hiobranquial y está compuesta por uno huesos largo y curvos que sostienen el mayor número de branquiespinas y muestran el surco para las arterias branquiales e internamente muestran dos hileras de branquiespinas llamados ceratobranquiales (1-4); que son huesos de longitud mediana que muestran externamente el surco para las arterias branquiales e internamente llevan dos branquiespinas cortas.

Para *Diapterus rhombeus* las branquiespinas del primer ceratobranquial de la hilera externa; son triangulares, cortas con dos series de dientes pequeños y delgados. La hilera interna, son cilíndricas y cubiertas por numerosos dientes pequeños y con dos o tres dientecillos setiformes en la zona apical.

Branquiespinas del primer arco branquial de la hilera externa; tienen forma triangular, son cortas con dos o tres series de dientes pequeños y delgados. La hilera interna, son cilíndricas y cubiertas por numerosos dientes pequeños laterales y con dos dientecillos setiformes en la zona apical (Fig. 12), las branquiespinas de la rama superior son delgadas, muy numerosas y algo más largas que aquellas de la rama inferior.

Sin embargo existen diferencias morfológicas en cuestión del grosor y tamaño a lo largo de su crecimiento. Los organismos de tallas $\geq 30\text{mm}$ y $\leq 45\text{mm}$ presentan un tipo de branquiespinas más delgada y alargada que aquellos de tallas $\geq 60\text{mm}$ y $\leq 80\text{mm}$ en donde son más robustas y acortadas.

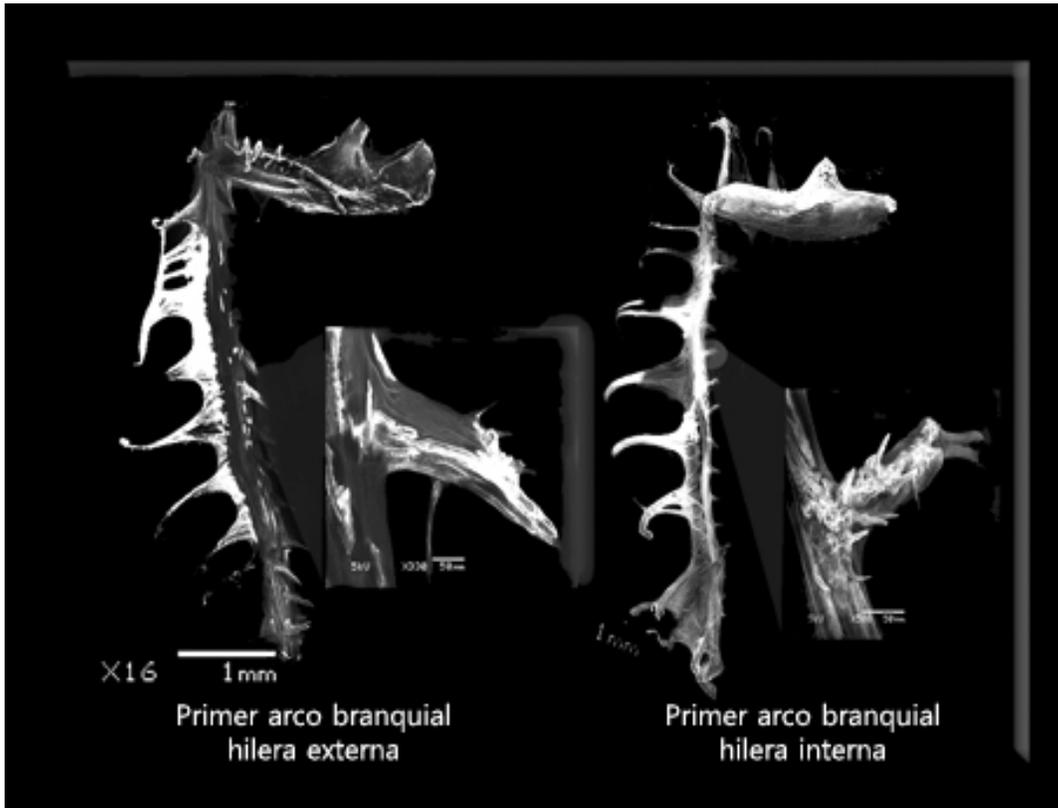


Fig. 12: Fotografía de MEB mostrando las branquiespinas de la hilera externa (izquierda) y de la hilera interna (derecha) de *D. rhombeus*

Organismos de tallas de 30-34.9mm de L. S.

En la figura 13a, se observan el dentario el cual presenta dientes tipo setiformes dispuesto en el su extremo anterior; también presentes en los borde laterales, pero estos están más separados y menos numerosos. En la figura 13b, se muestra el premaxilar con la presencia de dientecillos tipo setiformes en el borde anterior dirigidos hacia atrás que se hacen menos numerosos conforme se acerca a los labios laterales. La figura 13c se muestra los huesos faríngeos que están divididos en superior e inferior ambos llevan dientes terminados en punta curva con la presencia de una uña apical. Los dientes faríngeos superiores son más largos y puntiagudos de tipo incisivos y setiformes, están dispuestos al azar y se van adelgazando y acortando, conforme se alejan del surco central a los bordes laterales, por otro lado los dientes presentes en el bloque anterior son más largos y robustos que los del bloque posterior. Los dientes faríngeos inferiores son de tipo setiformes, incisivos, molariformes, cónicos y robustos, se encuentran dirigidos hacia el surco central y están dispuestos en hileras. Los dientes de la hilera localizada en el surco central, se caracterizan por se más robusto y largos, conforme se alejan del surco central hacia los bordes laterales se van haciendo más corto y delgados.

Organismos de tallas 35-39.9mm de L. S.

Para estos intervalos de talla las estructuras bucales presentaron la misma configuración morfológica y disposición de placas dentarias que aquellas presentes en la talla anterior.

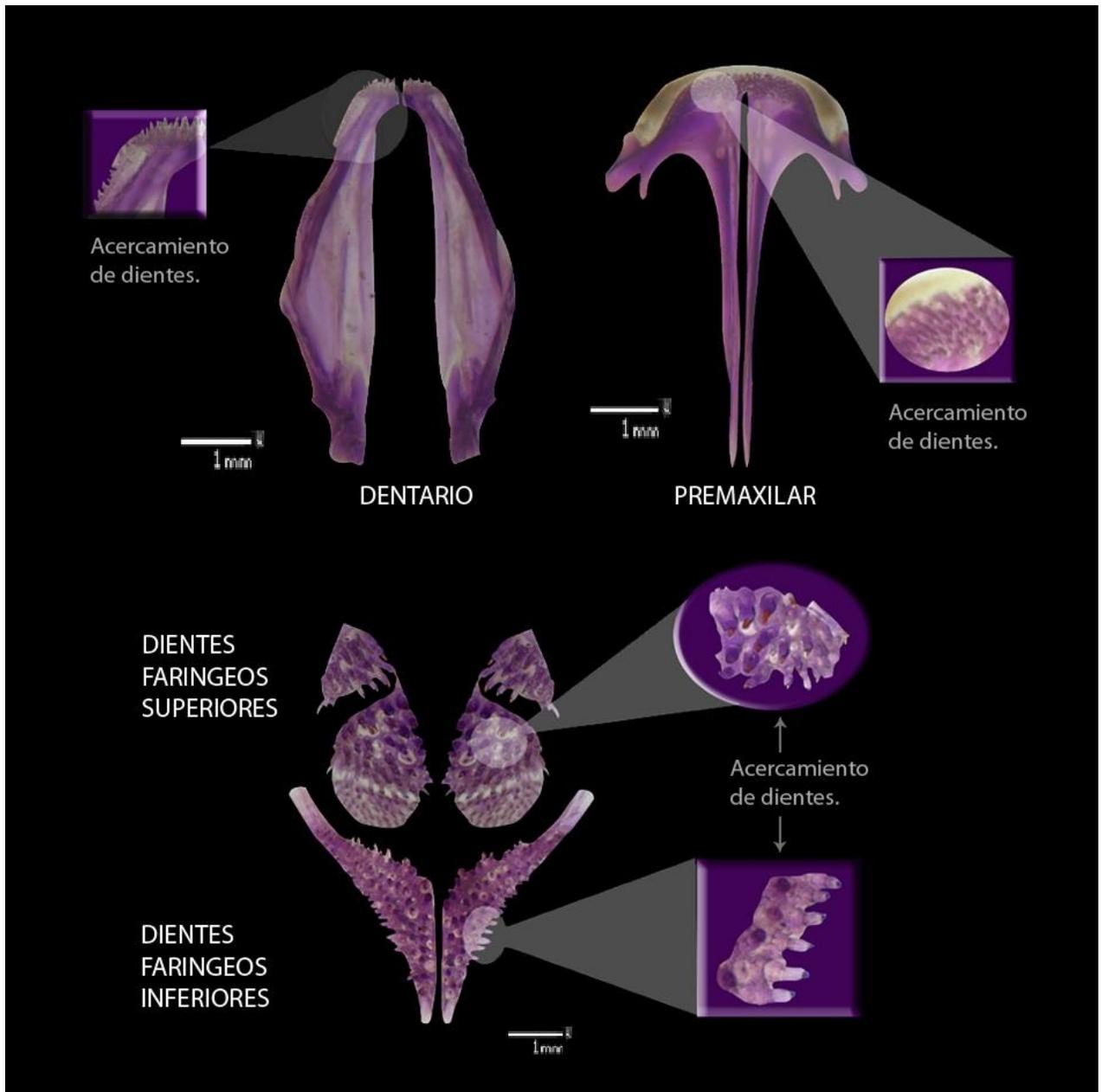


Fig. 13: Estructuras del sistema buco-faríngeo de *D. rhombeus* presentes en intervalos de tallas de 30-34.9mm de L. S. a) Vista ventral del dentario. b) Vista ventral de premaxilar. c) Vista ventral de los huesos faríngeos. Fotografía con microscopio estereoscópico. Técnica de transparentación y tinción.

Organismos de tallas 40-44.9mm L. S.

Para estos intervalos de tallas se observa que los dientecillos de tipo setiformes presentes en los bordes laterales del dentario (Fig. 14b) son más reducidos que aquellos presentes en las tallas anterior (Fig.14a). El premaxilar y los huesos faríngeos no presentaron variaciones morfológicas de su dentición y disposición en placas con respecto a las tallas anteriores.

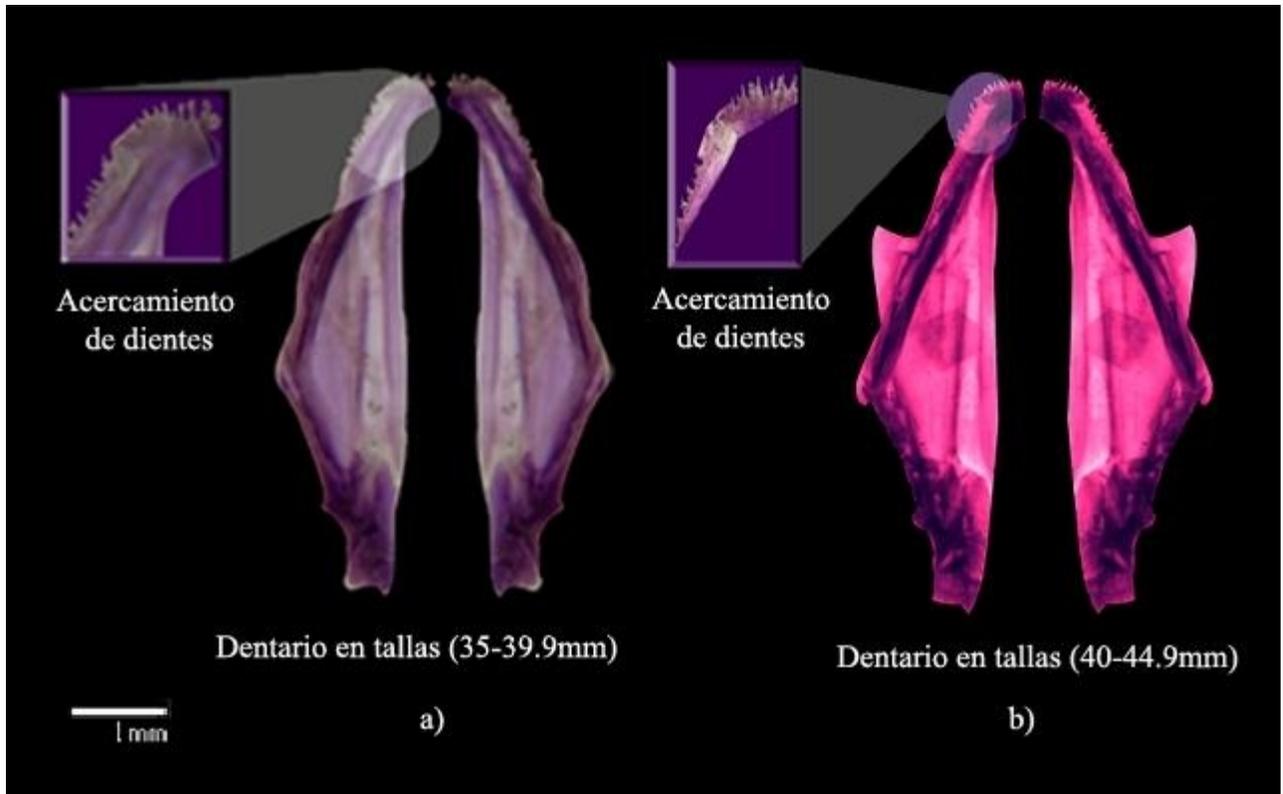


Fig.14: Diferencia entre dentarios de *D. rhombeus* a) Vista ventral de la estructura en intervalos de tallas (35-39.9mm). b) Vista ventral de la estructura en intervalos de tallas (40-44.9mm). Fotografía con microscopio estereoscópico. Técnica de transparentación y tinción

Organismos de tallas 45-49.9mm de L. S.

En estos intervalos el dentario presenta el mismo tipo de dentición que la talla anterior, el premaxilar (Fig. 15b) presenta el mismo tipo de dentición que la talla anterior, su diferencia radica en que hay mayor proporción dentaria en el borde anterior (Fig. 15a); los huesos faríngeos presentaron el mismo tipo de dentición que las tallas anteriores.

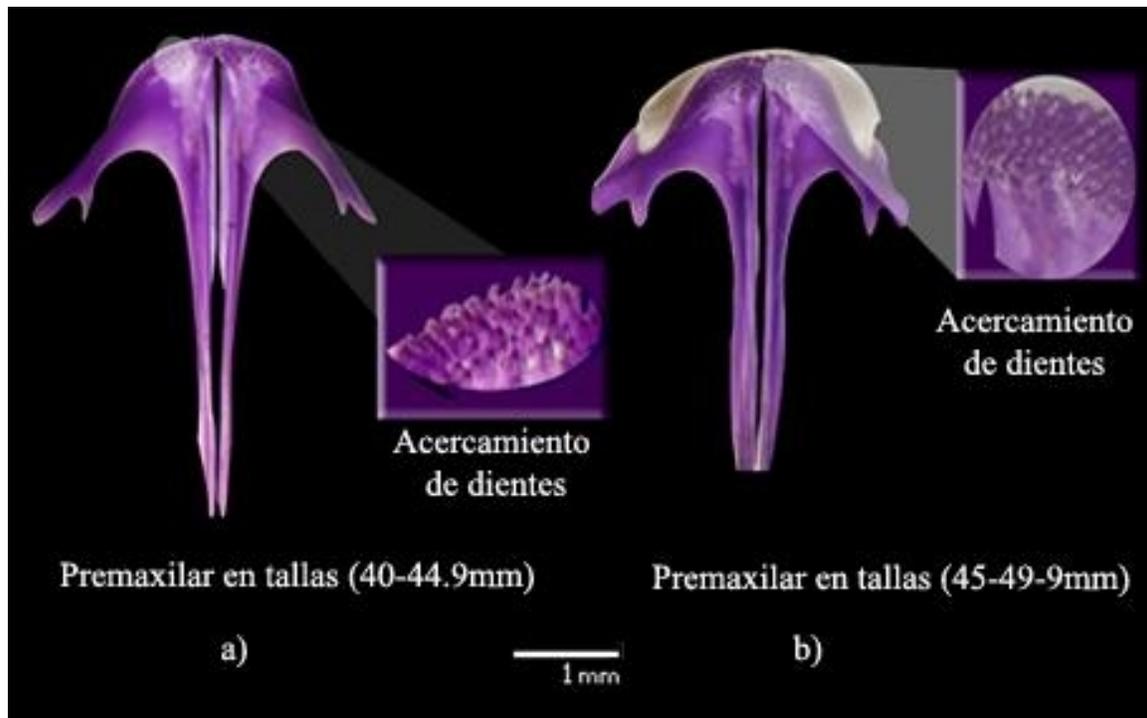


Fig. 15: Diferencia entre premaxilares de *D. rhombeus* a) Vista ventral de la estructura en intervalos de tallas (40-44.9mm). b) Vista ventral de la estructura en intervalos de tallas 45-49.9mm). Fotografía con microscopio estereoscópico. Técnica de transparentación y tinción

Organismos de tallas 50-54.9mm de L. S.

Para estos intervalos de tallas, el dentario ya no presenta dientes tipo setiformes en los bordes laterales (Fig. 16a) a diferencia de las tallas anteriores estos son reabsorbidos. El premaxilar y los huesos faríngeos correspondientes a las figuras 16b y 16c no presentan variaciones morfológicas de su dentición y disposición en placas.

Organismos de tallas 55-59.9mm de L. S.

Para estos intervalos de tallas las estructuras bucales mencionadas anteriormente presentaron la misma configuración morfológica y disposición de placas dentarias que aquellas presentes en la talla anterior.

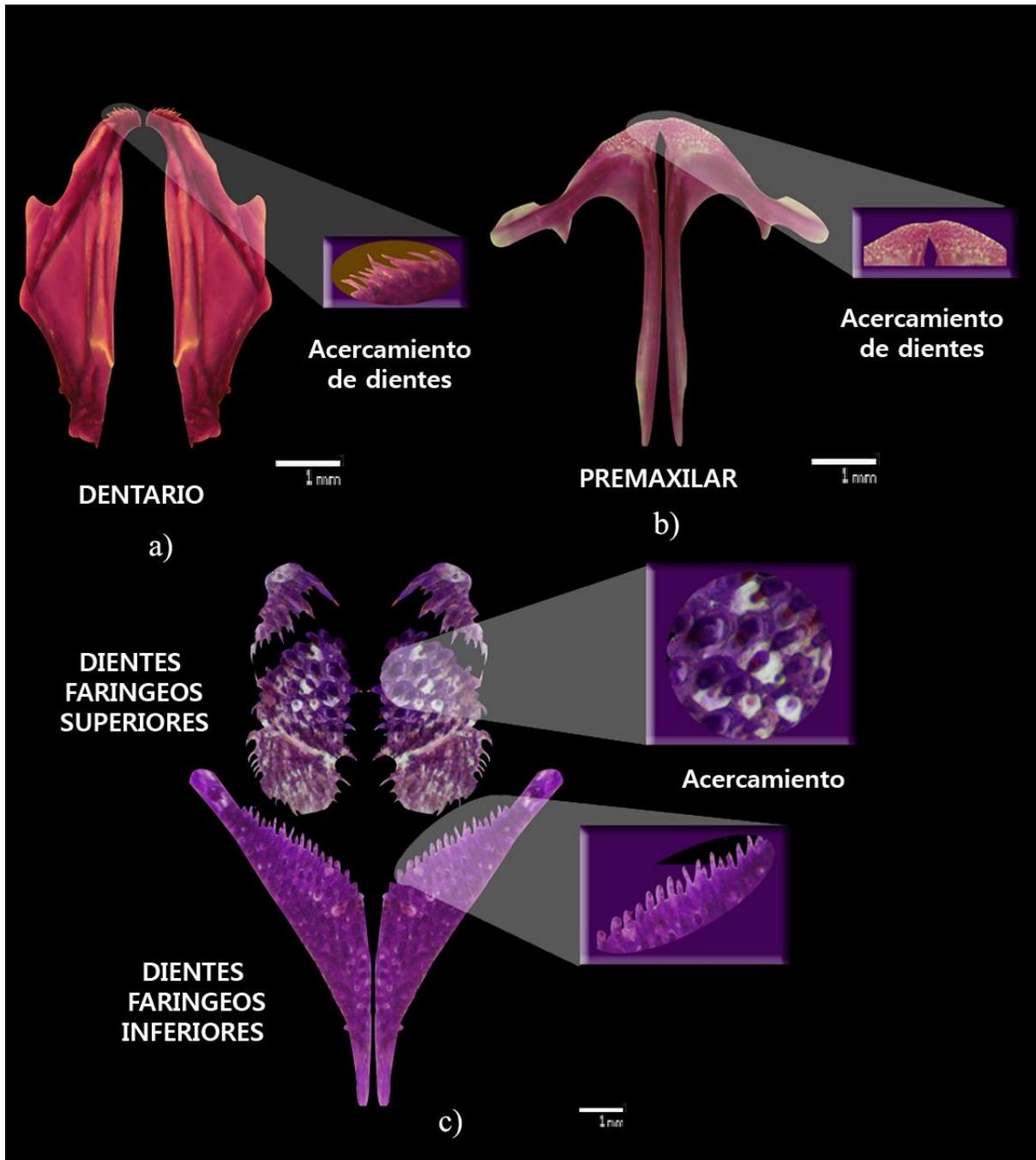


Fig. 16: Estructuras del sistema buco-faríngeo de *D. rhombeus* presentes en intervalos de tallas de 50-54.9mm de L. S. a) Vista ventral del dentario. b) Vista ventral de premaxilar. c) Vista ventral de los huesos faríngeos. Fotografía con microscopio estereoscópico. Técnica de transparentación y tinción.

Organismos de tallas 60-64.9mm de L. S.

Para estos intervalos de tallas el dentario (Fig. 17a), premaxilar (Fig. 17b) y huesos faríngeos (Fig. 17c) presentaron la misma configuración morfológica y disposición de placas dentarias que aquellas presentes en la talla anterior. Sin embargo se observa que conforme va aumentando de talla se observa una mayor conglomeración de dientes proporcionalmente a la talla, es decir conforme las estructuras bucales crecen el número de dientes en mayor.

Para las tallas subsecuentes correspondientes a los intervalos de 65-69.9, 70-74.9 y 75-79.9mm de longitud estándar, no se observan variaciones morfológicas en las estructuras bucales previamente mencionadas.

En la tabla 1 se representan las principales diferencias entre las estructuras del sistema buco-faríngeo y coeficiente intestinal de *D. rhombeus* en función de la talla

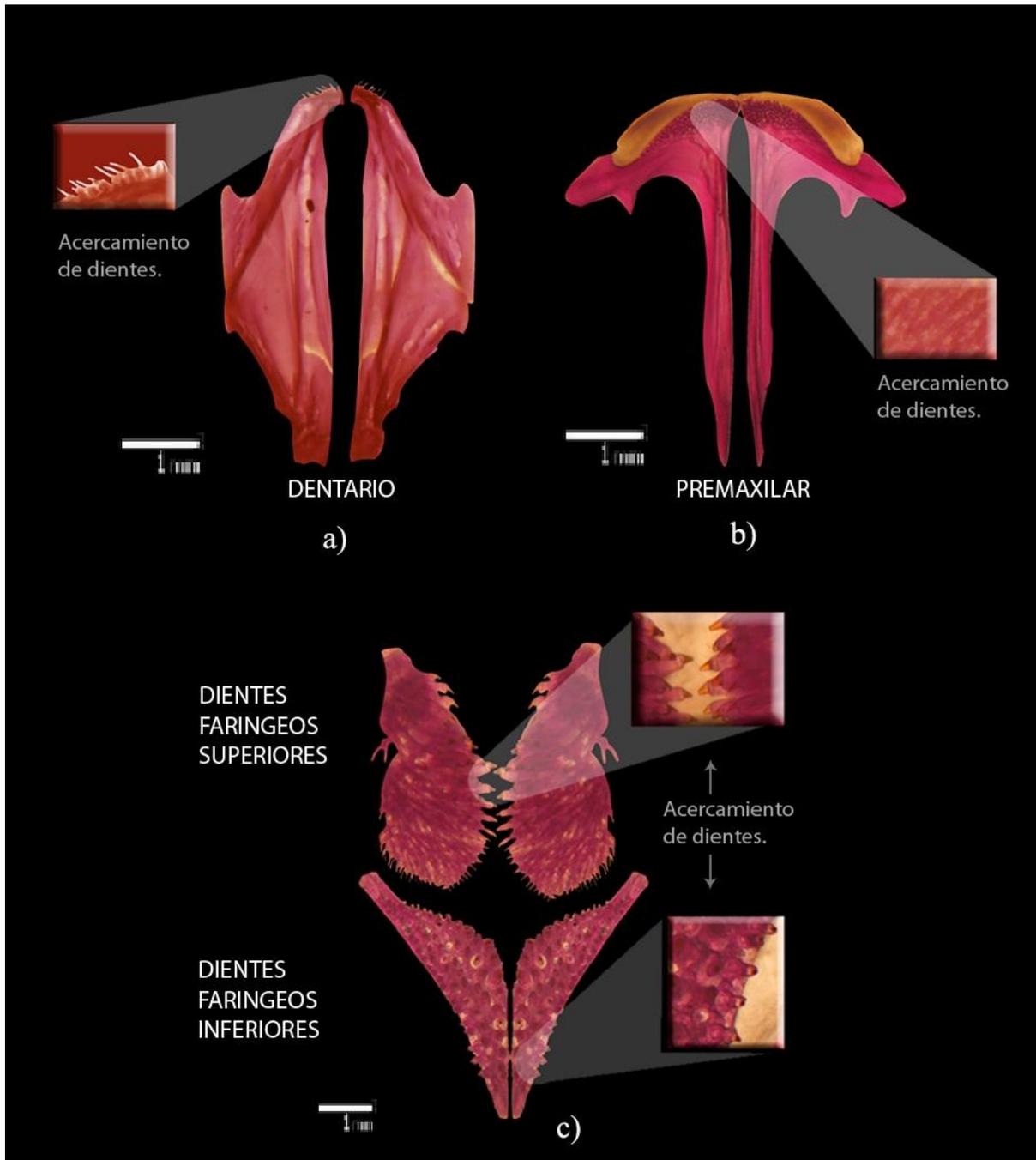


Fig. 17: Estructuras del sistema buco-faríngeo de *D. rhombeus* presentes en intervalos de tallas de 70-74.9mm de L. S. a) Vista ventral del dentario. b) Vista ventral de premaxilar. c) Vista ventral de los huesos faríngeos. Fotografía con microscopio estereoscópico. Técnica de transparentación y tinción.

Características morfología del tracto digestivo en función de la talla

El tracto digestivo está compuesto por cuatro partes: el esófago que es alargado y tiene un aspecto bulboso; el estómago es elástico y consistente, tiene forma de bolsa o saco se dirige por debajo de tres a cuatro ciegos pilóricos, los cuales son divertículos bulbosos; posteriormente se presenta el intestino que forma tres pliegues o asas para tallas mayores (adultos) y dos asas para talla menores (juveniles) que se encuentran unidas por mesenterios. (Fig. 18), ocupa el lado derecho de la cavidad visceral, el recto es corto y no curvado.

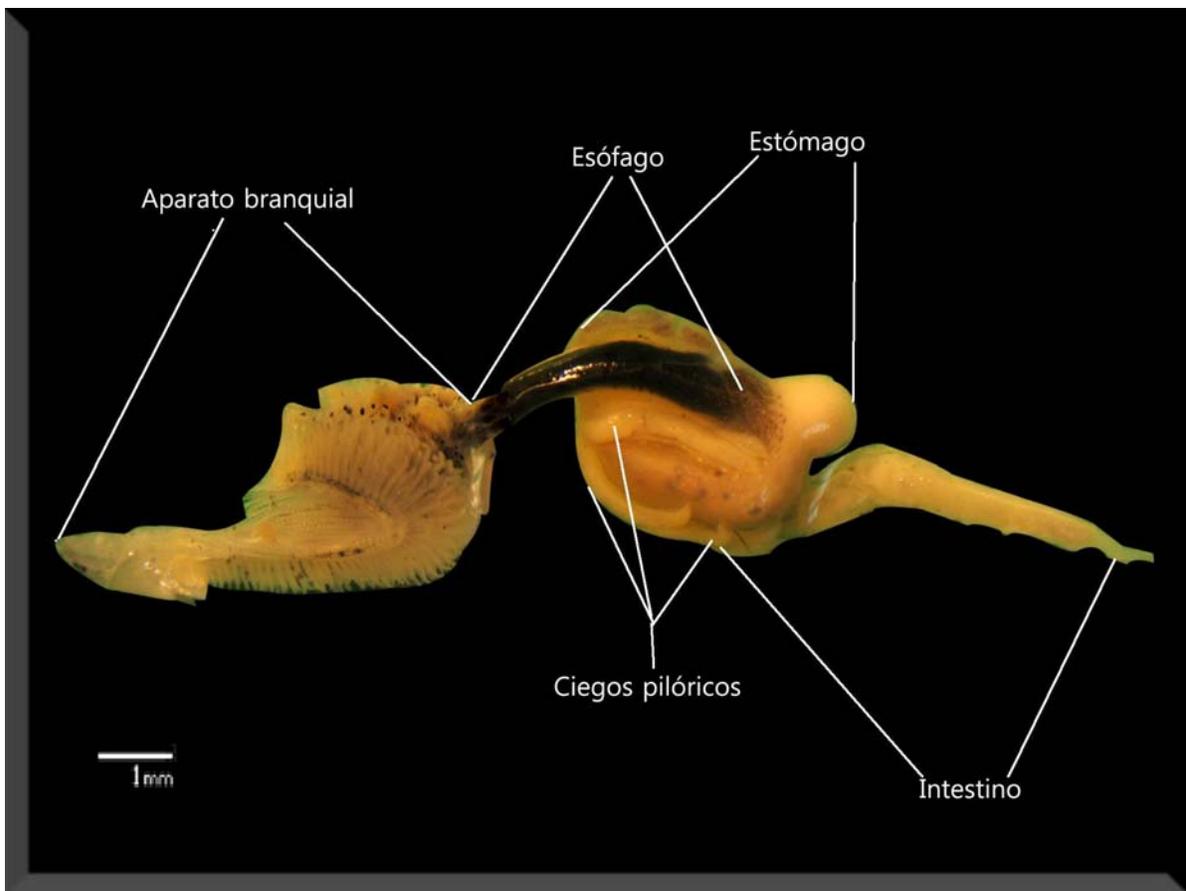
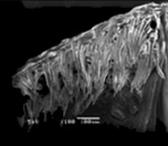
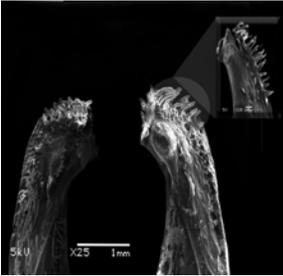
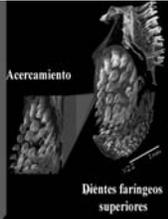
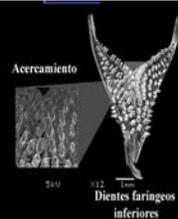
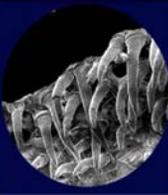
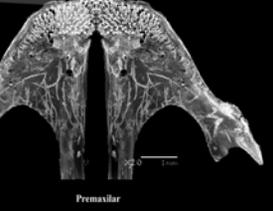
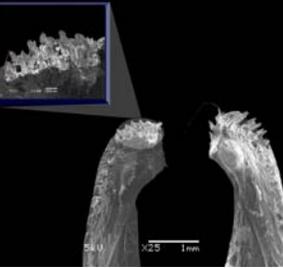
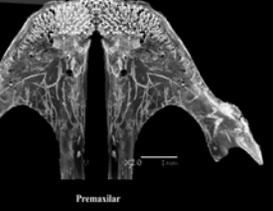
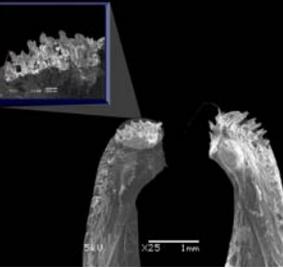


Fig. 18: Regionalización del tracto digestivo de *D. rhombeus*

Tabla 1: Muestra las diferencias entre las estructuras del sistema buco-faríngeo y coeficiente intestinal de *D. rhombeus* en función de la talla

Clases de Edad	Intervalos de tallas (mm)	Apariencia externa	Premaxilar	Dentario	Dientes faríngeos	Intestino
1	30-34.9	 $\geq 30 \text{ mm}$	 		 Acercamiento Dientes faríngeos superiores  Acercamiento Dientes faríngeos inferiores	<i>li/l:</i> 0.5
2	35-39.9					
3	40-44.9					
4	45-49.9	 $\geq 45 \text{ mm}$	 		 Curvados Robustos tipo bicúspide Setiformes Tipo monocúspide Incisivos Molariformes Tipos de dientes presentes en los huesos faríngeos	<i>li/l:</i> de 0.6 a 0.69
5	50-54.9					
6	55-59.9					
7	60-64.9	 $\geq 60 \text{ mm}$	 Premaxilar y	 ≤ 8	Tipos de dientes presentes en los huesos faríngeos m m	<i>li/l:</i> de 0.7 a 0.75
8	65-69.9					
9	70-74.9					
10	75-79.9					

Relaciones morfométricas del maxilar, dentario y premaxilar con respecto a la longitud cefálica y la relación entre longitud cefálica y longitud estándar de *D. rhombeus*

El análisis morfométrico indicó un relación directamente proporcional entre el incremento de la longitud cefálica y longitud estándar de 8.46×10^{-76} para los diferentes intervalos de tallas, las relaciones entre la longitud cefálica y longitud maxilar, dentaria y premaxilar fueron de 1.97×10^{-51} , 2.36×10^{-49} y 8.34×10^{-50} respectivamente. La regresión fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$) para las relaciones anteriores. La relación fue de 0.976 entre la longitud estándar del pez y la longitud cefálica para los diferentes intervalos de talla analizados (Fig. 19). Las relaciones fueron de 0.918 (Fig. 20), 0.909 (Fig. 21) y 0.912 (Fig. 22) entre la longitud cefálica y las estructuras bucales: maxilar, dentario y premaxilar respectivamente para los diferentes intervalos de tallas analizados

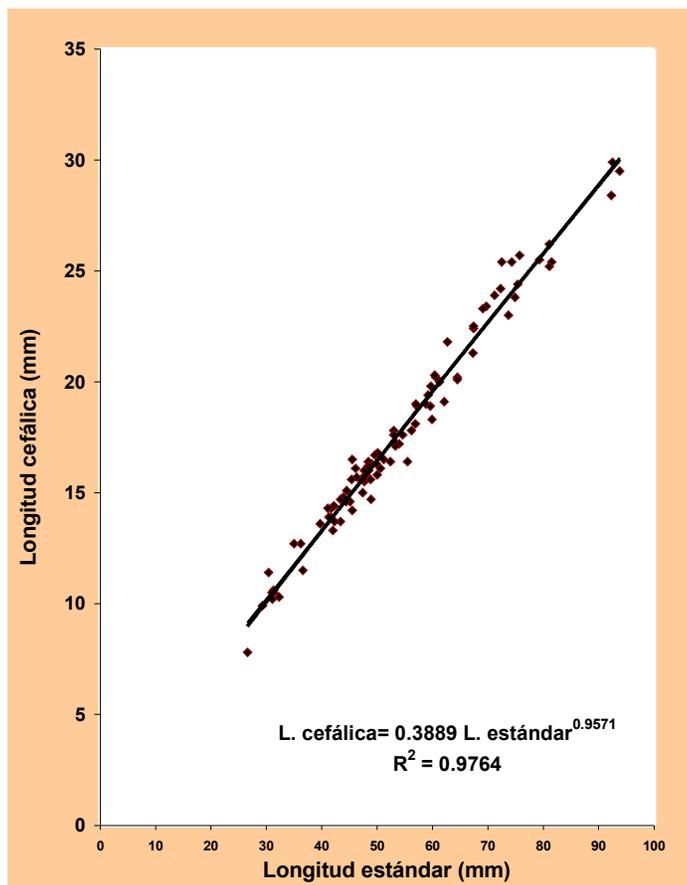


Fig. 19: Relación entre longitud cefálica y longitud estándar de *Diapterus rhombeus* en intervalos de tallas de 26-94mm.

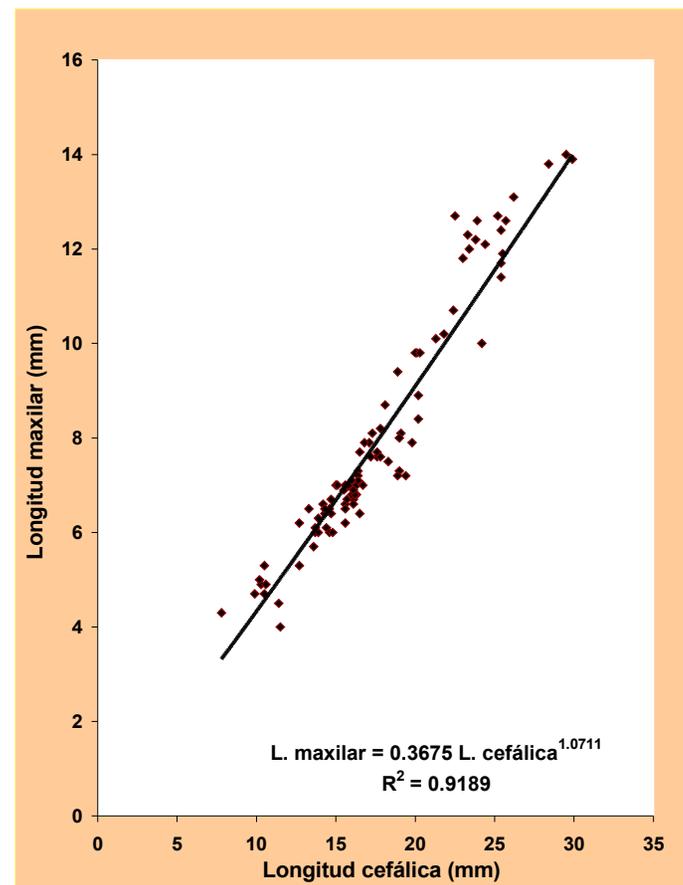


Fig. 20: Relación entre longitud maxilar y longitud cefálica de *Diapterus rhombeus* en intervalos de tallas de 26-94mm.

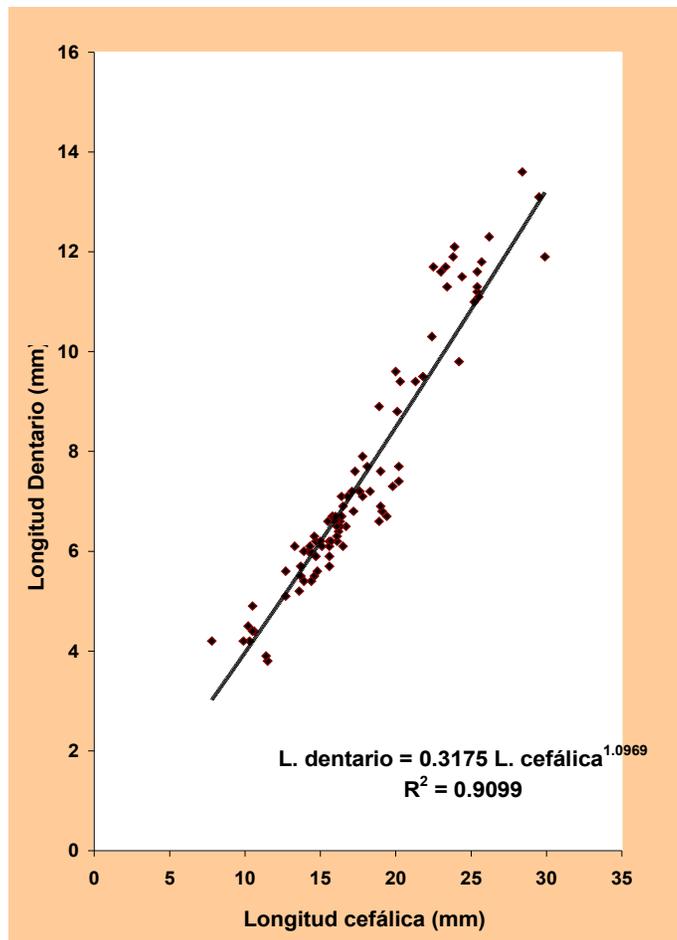


Fig. 21: Relación entre longitud dentaria y longitud cefálica de *Diapterus rhombeus* en intervalos de tallas de 26-94mm.

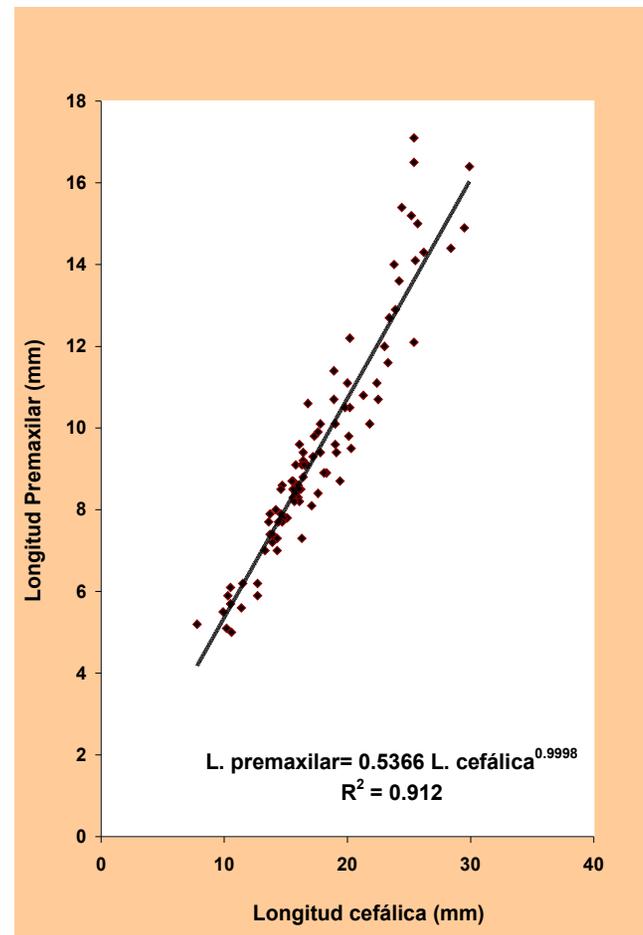


Fig. 22: Relación entre longitud premaxilar y longitud cefálica de *Diapterus rhombeus* en intervalos de tallas de 26-94mm.

Relación morfométrica de la longitud de cavidad intestinal con respecto a la longitud estándar de *D. rhombeus*

Se tomaron en consideración 16 ejemplares que van desde 30 hasta 90mm de longitud estándar. Observándose que existe una relación directa entre el incremento de talla del pez y el aumento de la longitud intestinal (Fig. 23). Se presentan dos plegamientos o asas en tallas menores a los 45mm de longitud estándar, a partir de la talla antes mencionada en adelante se inicia otra flexión del intestino.

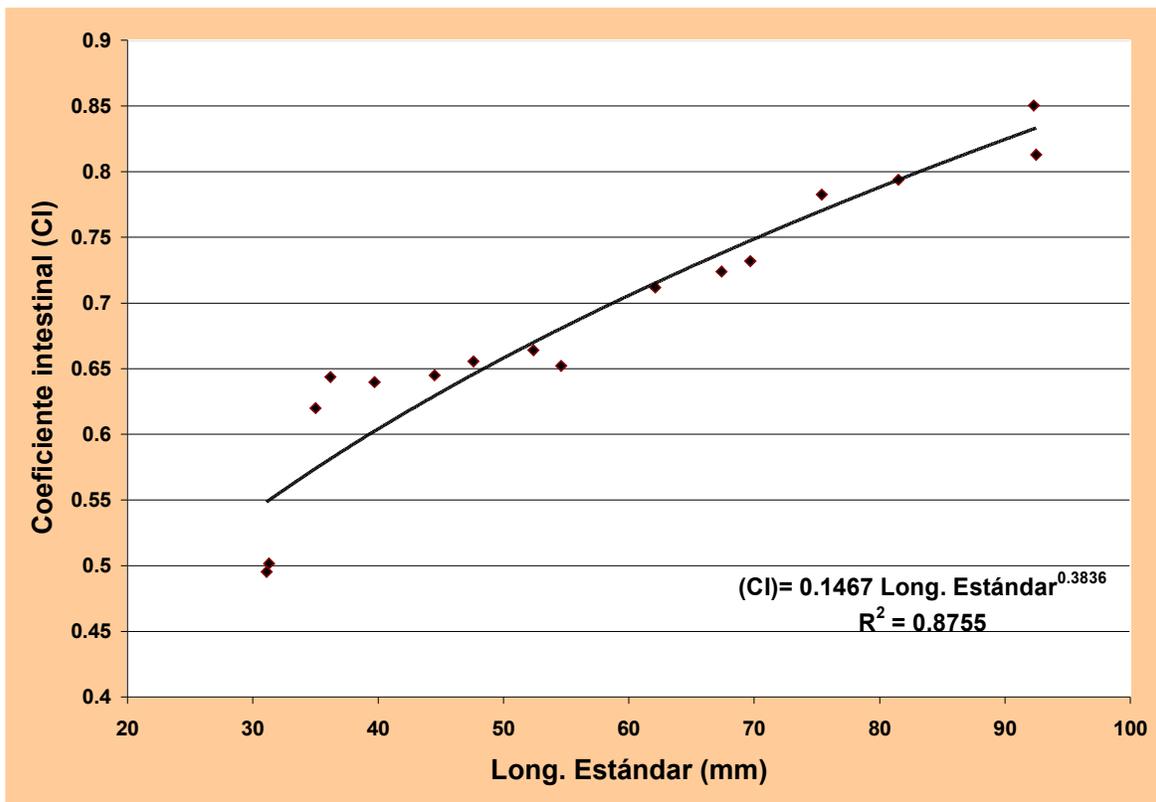


Fig. 23: Relación entre el coeficiente intestinal (mm) y la longitud estándar (mm) en juveniles y adultos de *D. rhombeus*.

DISCUSIÓN

Uno de los caracteres diagnósticos de la familia Gerreidae es la retractibilidad de la mandíbula superior la cual está relacionada con la proyección y retracción de la mandíbula que según Cyrus & Blaber (1992), Kobelkowsky & Alemán-Rivero (2000) y Kobelkowsky (2004) el gran desarrollo de esta estructura y la posición de la boca semi-ventral le proporciona el mecanismo de alcance de presas del componente bentónico que conforman su alimento preferencial. *Diapterus rhombeus* es un pez que se alimenta en el fondo, ya que presenta un premaxilar protusible, acorde con Chao & Musike (1977). Este puede ser ventajoso en el hábitat donde puede captura a su presa al presentar la boca abierta cercana del alimento que es succionado del fondo.

Los dientes presentes en el premaxilar y el dentario son importantes en la eficaz captura de presas a través de succión, por otra parte los dientes faríngeos son usados para moler, triturar y transportar alimento al esófago. Los dientes presentes en el premaxilar y el dentario son de tipo setiformes, sin embargo estos últimos son menos numerosos, más gruesos y alargados que aquellos del premaxilar.

Al analizar los premaxilares de *D. rhombeus* en los diferentes intervalos de tallas (30-79.9mm); se observa que conforme aumenta de talla se presenta una mayor cantidad de dientes aglomerados tanto en el borde anterior como el semilateral. (Anexo. I) Para el dentario se observan diferencias notables en su desarrollo; ya que los juveniles con intervalos de tallas de 30-50mm presentan pequeños dientecillos laterales en su extremo anterior, que a lo largo de su crecimiento estos se pierden o absorben. (Anexo. II). Los dientes faríngeos tanto superiores como inferiores presentes en los huesos faríngeos no muestran variaciones morfológicas en su dentición y disposición de placa durante el crecimiento de *D. rhombeus*. Su diferencia radica en el incremento proporcional acorde a la talla de los dientes presentes en dichos huesos. El tipo de dentición presente en esta estructura es característica de un pez de hábitos carnívoro. (Anexo. III)

Las branquiespinas en los arcos branquiales son importantes en la protección de los filamentos delicados de las agallas debido a la abrasión por materiales ingeridos y hábitos alimentarios. Las branquiespinas reflejan el nicho alimentario por el número, tamaño y forma. Sólo las branquiespinas del primer arco branquial se discuten aquí. En *D. rhombeus* las branquiespinas de la hilera externa son de tipo triangular y relativamente corto y robusto y están cubiertas por numerosos diente lateral y dos apicales, las branquiespinas de la rama superior son más robustas y corta que aquellas presentes en la rama inferior, las características de las branquiespinas son típicas de un pez carnívoro.

La morfología del tubo digestivo refleja la tendencia de alimentación de las especies. El coeficiente intestinal según Flavio *et al* (2004) es indicador morfométrico que permite establecer las variaciones específicas de un individuo en relación con los hábitos alimentarios y grado del desarrollo del cuerpo, como un esfuerzo para determinar la correspondencia de las medidas morfométricas con a las adaptaciones anatómicas Flavio *et al*, 2004). *D. rhombeus* presentó un coeficiente intestinal (CI) desde 0.5 hasta 0.8 el cual corresponde a un pez carnívoro con tendencias a la omnivoría lo que concuerda con Angelescu & Gneri (1949) citado por Flavio *et al* (2004) esta relación entre el intestino y longitud corporal varía entre carnívoros desde 0.2 hasta 2.5, entre omnívoros de 0.6 a 0.8 y entre herbívoros de 0.8 hasta 15.

La variabilidad morfológica de su dentición y su disposición en las placas dentarias así como también la morfología del tubo digestivo, puede estar correlacionada con el régimen alimenticio a lo largo de su crecimiento según lo citado por Chao & Musike (1977), Prejs & Colomine (1981), Kobelkowsky & Castillo-Rivera (1995), Sánchez *et al* (2003) y González-Acosta (2005). Las branquiespinas del primer arco son típicas de un pez carnívoro, de igual forma el tracto digestivo presente en *D. rhombeus* está relacionado con su hábito carnívoro por presentar un estómago grande y un intestino corto lo que concuerda con lo reportado por Prejs & Colomine (1981), Rossi (1992), Ruiz & Prieto (2001) y que se relaciona con lo citado por autores como Yañez-Arancibia (1984), Abarca (1987), Trujillo (2002), Alarcón (2007) y Garduño (2007) que analizaron contenido estomacal de *D.*

rhombeus donde de acuerdo a la selección de alimento el consumo principal fue invertebrados bentónicos; tanaidaceos, isópodos y ostrácodos. (Tabla. 2)

Tabla. 2: Muestra los ítems alimentarios y sus respectivos porcentajes de los que se alimenta *D. rhombeus* y su ubicación trófica en la cual lo reportan diferentes autores.

*MOND (Materia orgánica no determinada).

<i>Autor</i>	<i>Lugar y Temporada climática</i>	<i>Organismos</i>	<i>Ítems alimentarios</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Ubicación trófica</i>
Aguirre-León & Yáñez-Arancibia (1984)	Laguna de Términos, Litoral interno, Isla de Carmen Secas	Juveniles y Adultos	MOND* Copépodos Resto Vegetales	66% 19.7% 7.3%	Consumidor de Primer Orden
Aguirre-León & Yáñez-Arancibia (1984)	Laguna de Términos, Sistemas fluivio-Lagunares Secas	Juveniles y Adultos	Poliquetos MOND* Copépodos Resto vegetales	48.4% 38.3% 5.1% 4.7%	Consumidor de Primer Orden
Aguirre-León & Yáñez-Arancibia (1984)	Laguna de Términos, Litoral interno, Isla de Carmen Lluvias	Juveniles y Adultos	MOND* Copépodos Foraminíferos	75% 13% 5.1%	Consumidor de Primer Orden
Aguirre-León & Yáñez-Arancibia (1984)	Laguna de Términos, Sistemas fluivio-Lagunares Secas	Juveniles y Adultos	MOND* Copépodos Ostrácodos Restos vegetales	68.8% 13% 5.9% 1.9%	Consumidor de Primer Orden
Abarca, 1987	Sontecomapan Veracruz. Todos el año	Adultos	Copépodos Ostrácodos Tanaidaceos Detritus Vegetales	23.9% 5.9 % 9.1% 2.8% 46.5%	Consumidor de Segundo Orden, carnívoro primario
Trujillo, 2002	Alvarado, Veracruz Norte, Secas y Lluvias	Larvas y Juveniles	Copépodos Larva cipris Tanaidaceos Larvas de Insectos	85.7 % 14.3 % 7.1% 7.1%	Consumidor carcinófago
Garduño, 2007	Sontecomapan, Veracruz, Secas	Larvas y Juveniles	Copépodos Materia orgánica animal	89% 11%	Consumidor de Segundo Orden, carnívoro primario
Alarcón, 2007	Sontecomapan, Veracruz Secas	Adultos	Copépodos Material orgánica animal Restos vegetales Pelécipodos	36% 13% 13% 10%	Consumidor de Segundo Orden, carnívoro primario

Sin embargo a tratar de catalogar a *D. rhombeus* en una categoría trófica específica basada en la clasificación propuesta por Day & Yañez-Arancibia (1986) existe cierta discrepancia entre la ubicación de ésta especie entre los autores que analizaron hábitos alimentarios. Algunos como Yañez-Arancibia (1984) ubican a la especie como consumidor de primer orden debido a que en su estudio el alimento preferencia fue MOND (material orgánico no determinada), seguido de copépodos, ostrácodos, foraminíferos y resto vegetales; por otro lado Trujillo (2002), no lo ubica en ningún nivel trófico de ésta clasificación sino más bien como una especie carcinófaga, es decir que se alimenta de microcrustáceos principalmente cyclopoideos. Otros como Abarca (1987), Alarcón (2007) y Garduño (2007) la ubican como consumidor de segundo orden, carnívoro primario ya que en su dieta se incluyen presas como copépodos, anfípodos, tanaidaceos y ostrácodos principalmente.

Esta discrepancia entre autores es en algunos casos propiciada por una mala determinación de los tipos alimenticios, ya que no siempre se cuenta con la experiencia necesaria ni el conocimiento morfológico previo para identificar los ítems consumidos por la especie en cuestión, también puede deberse a que solamente se centran en el análisis del contenido estomacal y no toman en consideración las estructuras morfo-funcionales del sistema buco-faríngeo y tracto digestivo los cuales están en estrecha relación con los hábitos alimenticios.

Cabe resaltar que los hábitos alimenticios pueden cambiar en la misma especie. De acuerdo a la localidad, las condiciones alimentarias, la estacionalidad y su desarrollo por lo consiguiente es posible que los resultados de algunos autores estuvieran influenciados por éstos factores y ubiquen a la especie en un nivel trófico diferente. Sin embargo en relación con los resultados obtenidos en el presente trabajo, las características morfo-estructurales del sistema buco-faríngeo y el tracto digestivo de *D. rhombeus* en la laguna de Mandinga, Veracruz corresponden a la de un pez de tercer nivel trófico, consumidor de segundo orden, carnívoro primario.

El análisis morfométrico de las estructuras del sistema buco-faríngeo antes mencionadas para *D. rhombeus* mostró una relación directa positiva, es decir, conforme el organismo incrementa de talla la estructura cefálica crece proporcionalmente; así como el maxilar, dentario y premaxilar crecen en relación directa con respecto a la longitud cefálica. El análisis morfométrico según lo reportado por Chao & Musike (1977) podría indicar una relación con respecto al tamaño de la partícula y la cantidad de ingesta consumida por el organismo de acuerdo con la apertura bucal durante su crecimiento de acuerdo con Ruiz (2001), es decir, los organismos juveniles tiende a consumir presas de talla acorde con la apertura bucal que éstos presenten, mientras que organismos adultos tienden a consumir presas de mayor tamaño debido a que su abertura bucal permite ingerirlas, la proporción en biomasa de presas que pueden ingerir los peces también está relacionada con el aumento de talla.

Con este estudio, se pretende resaltar la importancia del aparato digestivo en los trabajos que involucren alimentación como una integración cuando exista incertidumbre acerca de la posición trófica a la que se asignará el pez en cuestión.

CONCLUSIONES

- La forma, posición y tipo de hocico de la región buco-faríngea en *D. rhombeus* corresponden a la de un pez adaptado para alimentarse del zoobentos
- Los tipos de dientes mandibulares, cavidad bucal, huesos faríngeos y branquiespinas y su disposición en placas dentarias de *D. rhombeus* corresponden a la de un pez de hábitos carnívoros a lo largo de su crecimiento.
- La morfología del tracto digestivo de *D. rhombeus* es típica de un pez de hábitos carnívoros.
- El análisis morfométrico de las estructuras del sistema buco-faríngeo y tracto digestivo en *D. rhombeus* mostró una relación directamente proporcional en función de la talla.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, las características morfo-estructurales del sistema buco-faríngeo y el tracto digestivo de *Diapterus rhombeus* de la laguna de Mandinga, Veracruz corresponden a la de un pez de tercer nivel trófico, consumidor de segundo orden, carnívoro primario.

REFERENCIAS

- ❖ Abarca A. L. G. 1987. *Aspectos morfológicos y relaciones ecológicas de las especies de la familia Gerreidae en la laguna costera de Sontecomapan, Veracruz, 1980-1981*. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 40p.
- ❖ Aguirre-León, A. & A. Yáñez-Arancibia. 1984. Las mojarra de la laguna de términos: Taxonomía, biología ecológica y dinámica trófica. (Pisces: Gerreidae). *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 13(1): 369-443.
- ❖ Alarcón, S. A. 2007. *Aspectos tróficos de la ictiofauna de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, durante la temporada de secas del 2005*. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 75 p.
- ❖ Angelescu, V. & F. S. Gneri. 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del Río de la Plata. *Instituto Nacional de Investigación en Ciencias Naturales* 1(1):161-272.
- ❖ Contreras, E. F. 2000. Las lagunas costeras mexicanas y su importancia para la biodiversidad. *México* 2: (1): 120- 128.
- ❖ Contreras, E. F., O. Castañeda L., E. Barba-Macías & M. A. Pérez H. 2002. Caracterización e importancia de las lagunas costeras In: Instituto Nacional de Pesca/ Universidad de Veracruz (eds.). *La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. Centro Regional de Investigación Pesquera, Instituto Nacional de Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Universidad Veracruzana, México, pp. 31-43
- ❖ Chao, L. M. & J. A. Musick. 1977. Life history, feeding habits and functional morphology of juvenile sciaenid fishes in the York River Estuary, Virginia. *Fisher Bulletin* 75 (4): 657-702.

- ❖ Chávez E., A., B. Anguas V., F. Arreguin y J. Sánchez Ch. 1976. Prospección ecológica de las lagunas de Mandinga, Veracruz. *Memoria I Reunión Latinoamericana de Ciencia Tecnológica y Oceanográfica* (México), pp. 140-162.

- ❖ Cyrus, D. P. & S. J. M. Blaber. 1992. Mouthpart structure and function and the feeding mechanisms of Gerres (Teleostei). *Journal of Zoology* 17 (2): 117-121

- ❖ De Sylva, D. P. 1985. Nektonic food webs in estuaries, Chap. 11: 233-246. In: A. Yáñez-Arancibia Ed. *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration*. UNAM, México, 654 p.

- ❖ Day, J. W., W. G. Smith & C. S. Hopkins. 1973. Some trophic relationships of marsh and estuarine areas. In: Chabreck, R. H. Ed. *Proc. 2nd Coastal Marsh and estuarine Management Symposium*. Louisiana State University Press, Division of continuing education, Baton Rouge, LA, pp. 115-135.

- ❖ Day, Jr. J. W. & A. Yáñez-Arancibia. 1985. Coastal lagoons and estuaries as an environment nekton. Chap. 3: 17-34. In: Yáñez-Arancibia A. Ed. *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration*. UNAM, México, 654 p.

- ❖ Flávio, P. G. de M. M., I. De Freitas B. & L. F. Duboc. 2004. Feeding habits and morphometry of digestive tracts of *Geophagus brasiliensis* (Osteichthyes, Cichlidae), in a lagoon of High Tibagi River, Paraná state, Brazil. *UEPG Ciências Biológicas e Saúde, Ponta Grossa* 10 (1): 37-45.

- ❖ Garduño, A. L. 2007. *Características de la alimentación de larvas y juveniles de peces de la Laguna de Sontecomapan, Veracruz, durante el mes de marzo del 2005*. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 75 p.

- ❖ González, A. A. F. 2005. *Estudio sistemático y biogeográfico del género eugerres (Perciformes: Gerreidae)*. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas (Biología).

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. IPN, Baja California Sur, México. 207p.

- ❖ Hollister, G. 1934. Clearing and dyeing fish for bone study. *Zoologica* 12 (10): 89-102.
- ❖ Mai K., H. Yu, H. Ma, Q. Duan, E. Gisbert, J. L. Zambonino I. & C. L. Cahu. 2005. A histological study on the development of the digestive system of *Pseudosciaena crocea* larvae and juveniles. *Journal of Fish Biology* 67(4): 1094-1106.
- ❖ Kobelkowsky, D. A. & M. Castillo-Rivera. 1995. Sistema digestivo y alimentación de los bagres (Pisces: Ariidae) del Golfo de México. *Hidrobiología* 5 (1-2): 95-103.
- ❖ Kobelkowsky, D. A. & M. Alemán-Rivero. 2000. Branquiocráneo de la mojarra de mar, *Diapterus auratus* Ranzani (Pisces: Gerreidae). *Universidad y Ciencia* 16 (32):19-26
- ❖ Kobelkowsky, A. 2004. Osteología de la mojarra de mar *Diapterus auratus* Ranzani (Teleostei: Gerreidae). *Hidrobiológica* 14 (1): 1-10.
- ❖ Lagler K., Bardach J., Miller R., Passino D. 1990. *Ictiología*. Ed. AGT. México, D.F. 489 p.
- ❖ Marais, J. F. K. 1980. Aspects of food intake, food selection and alimentary canal morphology of *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), *Liza tricuspidens* (Smith, 1846), *L. richardsoni* (Smith, 1846) and *L. dumerili* (Steindancher, 1866). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 44 (3): 193-209.
- ❖ Moyle P. B. & J. Cech J. 1988. *Fishes. An introduction of ichthyology*. Ed. Prentice Hall, Inc. New Jersey, USA. 559p.

- ❖ Prejs, A. & G. Colomine 1981. *Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces*. Universidad Central de Venezuela. Instituto de Zoología Tropical & Universidad de Varsovia, Polonia. Departamento de Hidrobiología. 129 p.

- ❖ Reguero, M. & A. García-Cubas. 1993. Moluscos del complejo lagunar Larga-Redonda Mandinga, Veracruz, México: Sistemática y Ecología. *Hidrobiológica*. 3 (1-2): 41-70.

- ❖ Rossi, L. M. 1992. Evolución morfológica del aparato digestivo de postlarvas y prejuveniles de *Prochilodus lineatus* (Val., 1847) Pisces: Curimatidae y su relación con la dieta. Instituto Nacional de Limnología. República Argentina. *Hidrobiológica Tropical* 25 (2): 159-107.

- ❖ Ruiz, L. J., A. Prieto, & M. Lemus. 2001. Morfología buco-faríngea de hábitos alimentarios de *Micropogonias furnieri* (Pisces: Scianidae) en la costa Norte del estado Sucre, Venezuela. *Biológica Tropical* 49 (4): 3-4.

- ❖ Sánchez, R. M., G. Galvis & P. Victoriano F. 2003. Relación entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del Río Yucao, sistema del Río Meta, Colombia. *Gayana* 67 (1): 75-86.

- ❖ Trujillo, C. A. 2002. *Estudio sobre la distribución, abundancia y alimentación en larvas y juveniles de peces de la familia Gerreidae, en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México. 58p.

- ❖ Velandia R. I. R. 2002. *Absorción de nutrientes en intestino anterior y ciegos pilóricos de Peces*. Tesis de Licenciatura (Biología). Universidad Nacional de Colombia. 75p.

- ❖ Weatherley, A. H. & S. Gill H. 1987. *The biology of fish growth*. Ed. Academic Press. 443 p.

- ❖ Yáñez-Arancibia, A. 1977. Patrones ecológicos y variación cíclica de las estructuras tróficas de la comunidad nectónica en lagunas costeras del Pacífico de México. *Biología Tropical* 26 (1): 191-218.

- ❖ Yáñez-Arancibia, A. 1978. *Taxonomía, ecología y estructura de la comunidad de peces en lagunas costeras con boca efímera del Pacífico de México*. Centro de Ciencias del Mar y limnología. UNAM. Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina, México. 303 p.

- ❖ Yáñez-Arancibia, A. 1985. *Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras. Hacia una integración de ecosistemas*. Centro de Ciencias del Mar y limnología. UNAM. Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina, México.

- ❖ Yáñez-Arancibia A. & F. Amezcua-Linares 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *Anales Centro Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 14 (1): 70-118.

- ❖ Yáñez-Arancibia A. & R.S. Nugent. 1976. The ecological role of fishes in estuaries and coastal lagoons. *Anales Centro Ciencias del Mar y Limnología UNAM*, 4 (17): 107-114.

- ❖ Ziliani R.B., L. Fugimoto A., A. Bueno da C., A. Bialetzkie & K. Nakatani. 2006. Morfologia do trato digestório e dieta de larvas de *Bryconamericus aff. iheringii* (Boulenger, 1887) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientifica Biología Science Maringá* 28 (1) 51-57.

ANEXO. I



Fig. 24: Dentarios presentes desde juveniles hasta adultos de *D. rhombeus*. Fotografía con microscopio estereoscópico. Técnica de transparentación y tinción

ANEXO. II



Fig. 25: Premaxilares presentes desde juveniles hasta adultos de *D. rhombeus*. Fotografía con microscopio estereoscópico. Técnica de transparentación y tinción

ANEXO. III

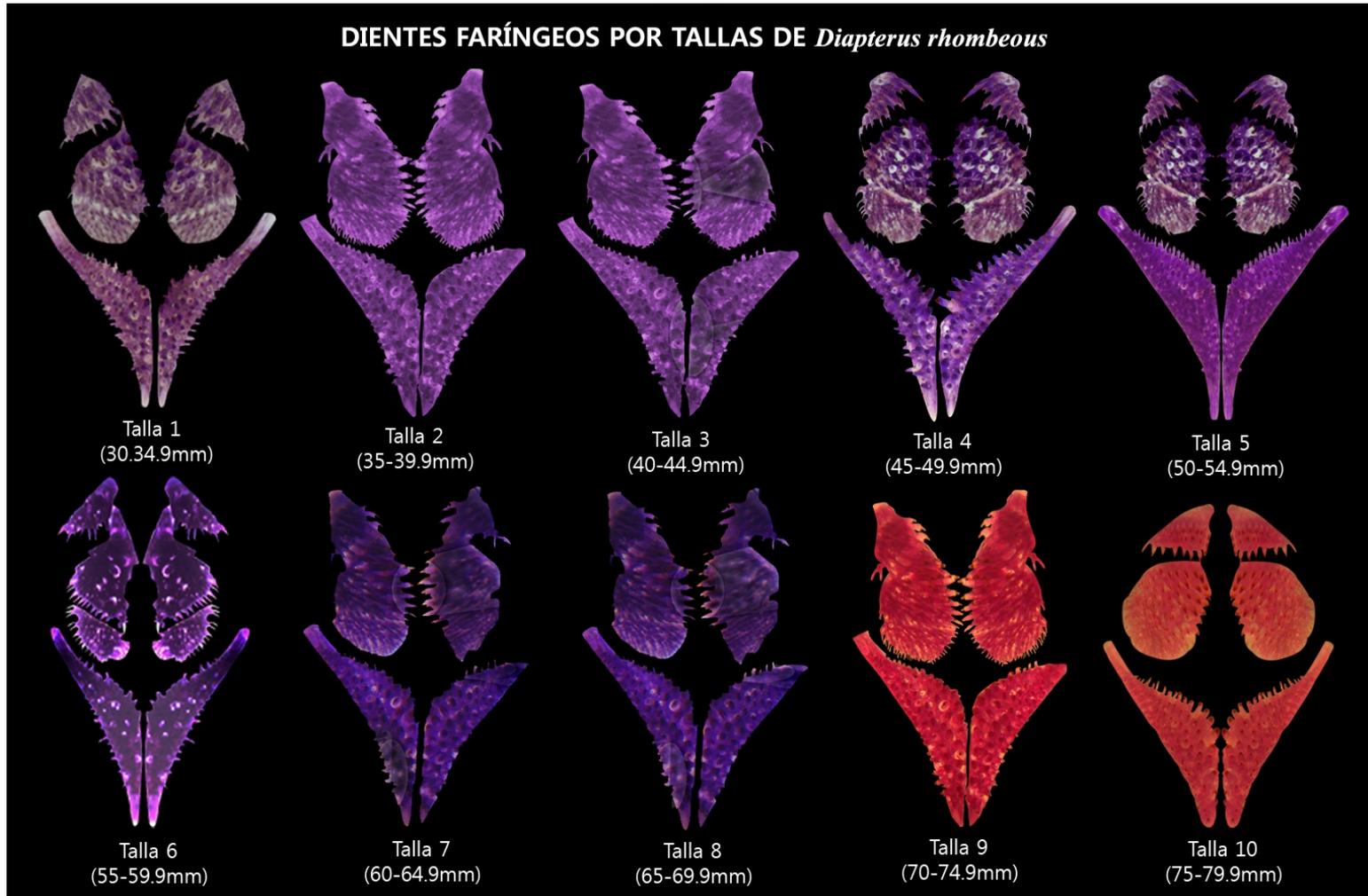


Fig. 26: Dientes faríngeos presentes desde juveniles hasta adultos de *D. rhombeus*. Fotografía con microscopio estereoscópico. Técnica de transparentación y tinción