

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS AGROPECUARIAS

Área en Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras



“ECOLOGÍA TRÓFICA DEL PULPO *Octopus hubbsorum* BERRY, 1953 (CEPHALOPODA: OCTOPODIDAE) DE ACAPULCO, GUERRERO, MÉXICO, A PARTIR DE ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL E ISÓTOPOS ESTABLES”

Presenta:

Lic. en Biol. Mar. Martín Serrano Tadeo

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de:
Maestro en Ciencias en el Área de Ciencias Pesqueras

Xalisco, Nayarit, Noviembre de 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS AGROPECUARIAS

Área en Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras



“ECOLOGÍA TRÓFICA DEL PULPO *Octopus hubbsorum* BERRY, 1953 (CEPHALOPODA: OCTOPODIDAE) DE ACAPULCO, GUERRERO, MÉXICO, A PARTIR DE ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL E ISÓTOPOS ESTABLES”

Presenta:

Lic. en Biol. Mar. Martín Serrano Tadeo

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de:

Maestro en Ciencias en el Área de Ciencias Pesqueras

Director de Tesis:

Dr. Juan Ramón Flores Ortega

Co-Director de Tesis:

Dra. Jasmín Granados Amores

Xalisco, Nayarit, Noviembre de 2019.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS**

CBAP/191/19.

Xalisco, Nayarit; 14 de noviembre de 2019.

**M.C. GLORIA MACHAIN IBARRA
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
NIVEL SUPERIOR Y POSGRADO
P R E S E N T E.**

Con base al oficio de fecha 07 de noviembre del presente, enviado por los **CC. Dr. Juan Ramón Flores Ortega, Dra. Jasmín Granados Amores, Dr. Enrique Godínez Domínguez, Dr. Oscar Iram Zavala Leal y Dr. Andrés Granados Amores**, donde se indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha finalizado con los demás requisitos que establece nuestra institución, se autoriza al **C. Biol. Martín Serrano Tadeo**, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias en el Área de Ciencias Pesqueras.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por lo Nuestro a lo Universal"

Dr. J. Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado



C.c.p.- Expediente

&mefm

San Blas, Nayarit, 07 de noviembre del 2019

Dr. Jan Diego García Paredes
Coordinador del Posgrado (CBA)

PRESENTE


Por este medio, los integrantes del Cuerpo Tutorial para la asesoría del trabajo de titulación en la modalidad de (Tesis), titulada "ECOLOGÍA TRÓFICA DEL PULPO *O. hubbsorum* Berry, 1978 DE ACAPULCO, GUERRERO, MÉXICO, A PARTIR DE ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL E ISÓTOPOS ESTABLES" presentada por el **Lic. en Biol. Mar. Martín Serrano Tadeo**, con número de código 17000617, para obtener el grado de Maestro en Ciencias con la opción terminal Ciencias Pesqueras, damos nuestra aprobación para que continúe con los tramites correspondientes para la obtención de grado.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se brinda a la presente y aprovechamos la ocasión para enviar un cordial saludo.

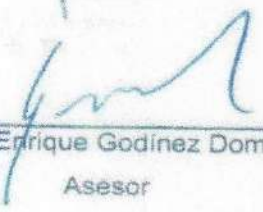
Atentamente




Dr. Juan Ramón Flores Ortega
Director




Dra. Jasmin Granados Amores
Codirectora



Dr. Enrique Godínez Domínguez
Asesor



Dr. Oscar Iram Zavala Leal
Asesor



Dr. Andrés Granados Amores
Asesor

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principalmente a mis padres por todo el apoyo que me han brindado y que hasta la fecha lo siguen haciendo, quienes me han enseñado buenos valores, a ganarme el sustento honestamente y que siempre me han apoyado y respaldado en cada decisión que he tomado en mi corta vida. A mis hermanos (Jorge, Eréndira y Reyna) por haberme apoyado en toda mi formación académica y personal tanto física, económica y moralmente.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi pareja la Lic. En Biol. Mar. Miriam C. V. F. quien ha recorrido junto a mí, esta etapa de crecimiento personal, en la cual siempre me ha apoyado tanto en los buenos tiempos como en los difíciles.

Quiero agradecer a mi director Dr. Juan Ramón y a mi codirectora Dra. Jasmín, por darme la oportunidad de trabajar bajo su tutela en esta investigación, que forma parte del proyecto “Biología y genética poblacional de los pulpos (Cefalópoda: Octopodidae) del Pacífico mexicano (SIP16-148).

Agradezco de igual manera al Dr. Enrique Godínez de la Universidad de Guadalajara Campus (DEDSZC), por la asesoría clave en el tema de isótopos estables, y al Dr. Alejandro Rosende por los consejos en el mismo tema.

Agradecimientos especiales a la M. en C. Maricruz Robles y a la Dra. Viridiana Peraza, por todo el apoyo, consejos y sugerencias brindadas en mi estancia por tierras nayaritas.

Y a todos los grandes amigos que estuvieron conmigo, de principio a fin en este trayecto de mi vida (Lic. En Biol. Mar. Jesús M. Bojórquez, M. V. Z. Alejandra Hernández y M. V. Z. Víctor J. Villegas) y los que faltan.

Agradecimientos finales a todas las personas integradas al laboratorio de Ecología Trófica y al laboratorio de Genética de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	7
III. JUSTIFICACIÓN.....	10
IV. HIPÓTESIS	11
V. OBJETIVOS	12
5.1 Objetivo general.....	12
5.2 Objetivos específicos	12
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	13
6.1 Área de estudio.....	13
6.2 Obtención de muestras biológicas.....	14
6.3 Análisis cualitativo de la dieta.....	15
6.4 Análisis cuantitativo de la dieta	16
6.5 Amplitud del nicho trófico y superposición de dietas.....	17
6.6 Toma y preparación de muestras isotópicas	18
6.7 Determinación del nivel trófico	19
6.8 Nicho isotópico.....	20
6.9 Análisis estadísticos.....	21
VII. RESULTADOS	22
7.1 Descripción de la dieta general	24
7.2 Descripción de la dieta por temporada hidroclimática.....	26
7.3 Descripción de la dieta por sexos	30
7.4 Descripción de la dieta por clases de talla	34
7.5 Índices ecológicos.....	40
7.6 Asociaciones alimentarias.....	42
7.7 Isótopos estables	44
7.8 Nivel trófico.....	45
7.9 Nicho isotópico.....	46
VIII. DISCUSIÓN	49
IX. CONCLUSIÓN.....	56
X. LITERATURA CITADA.....	57
XI. ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio, Bahía de Acapulco, Guerrero, México.....	13
Figura 2. Curva de acumulación de entidades alimentarias de manera general (A), y para cada temporada hidrolimática (B), sexos (C) y clases de talla (D), presentando el número de estómagos mínimo necesarios para alcanzar la asíntota.....	21
Figura 3. Valores promedio del índice de Smith (\pm 95% intervalo de confianza) de manera general y por temporadas hidrolimáticas, sexos y clases de talla.....	38
Figura 4. A) Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y B) análisis de clasificación numérica (Clúster) de entidades alimentarias presentada para luvias (figura rellena) y secas (figura sin relleno), sexos y clases de talla.....	40
Figura 5. Valor medio y error estándar de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de <i>O. hubbsorum</i> de manera general (\circ), temporadas hidrolimáticas (lluvias \blacksquare y secas \square), sexos (Hembras \diamond y Machos \blacklozenge), y clases de talla (clase 1 \circ , clase2 \circ y clase 3 \bullet).....	42
Figura 6. Cambios temporales (lluvias elipses punteadas y secas elipses solidas) del nicho isotópico en cada clase de talla (clase 1 negro, clase 2 azul y clase 3 rojo), representadas por elipses estándar.....	44
Figura 7. Valores medios del área de las elipses estándar ($^{\circ}/_{\circ\circ^2}$) por temporada hidrolimática para cada clase de talla.....	45
Figura 8. Valores medios de las métricas de Layman para temporadas hidrolimáticas. RN (rango de nitrógeno), RC (rango de carbono), AT (área total del casco convexo), DC (distancia media al centroide), DVC (distancia media al vecino más cercano), DSDVC (desviación estándar de la distancia al vecino más cercano). Todas las métricas se expresan como ($^{\circ}/_{\circ\circ}$), excepto AT, que corresponde a valores estandarizados.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de estómagos analizados con y sin contenido, presentando el número de entidades alimentarias para cada temporada hidroclimática, sexos y clases de talla.....	20
Tabla 2. Entidades alimentarias de <i>O. hubbsorum</i> y contribución porcentual de acuerdo a los índices Numérico (N%), Gravimétrico (W%) y Frecuencia de Ocuerrencia (FO%).....	22-23
Tabla 3. Entidades alimentarias de <i>O. hubbsorum</i> y contribución porcentual de acuerdo a los índices Numérico (N%), Gravimétrico (W%) y Frecuencia de Ocuerrencia (FO%) para la temporada de lluvias.....	24-25
Tabla 4. Entidades alimentarias de <i>O. hubbsorum</i> y contribución porcentual de acuerdo a los índices Numérico (N%), Gravimétrico (W%) y Frecuencia de Ocuerrencia (FO%) para la temporada de secas.....	26-27
Tabla 5. Entidades alimentarias de <i>O. hubbsorum</i> y contribución porcentual de acuerdo a los índices Numérico (N%), Gravimétrico (W%) y Frecuencia de Ocuerrencia (FO%) para hembras.....	28-29
Tabla 6. Entidades alimentarias de <i>O. hubbsorum</i> y contribución porcentual de acuerdo a los índices Numérico (N%), Gravimétrico (W%) y Frecuencia de Ocuerrencia (FO%) para machos.....	30-31
Tabla 7. Entidades alimentarias de <i>O. hubbsorum</i> y contribución porcentual de acuerdo a los índices Numérico (N%), Gravimétrico (W%) y Frecuencia de Ocuerrencia (FO%) para la clase de talla.....	32-33
Tabla 8. Entidades alimentarias de <i>O. hubbsorum</i> y contribución porcentual de acuerdo a los índices Numérico (N%), Gravimétrico (W%) y Frecuencia de Ocuerrencia (FO%) para la clase de talla.....	34-35
Tabla 9. Entidades alimentarias de <i>O. hubbsorum</i> y contribución porcentual de acuerdo a los índices Numérico (N%), Gravimétrico (W%) y Frecuencia de Ocuerrencia (FO%) para la clase de talla.....	36-37

Tabla 10. Valores del índice de Pianka para cada clase de talla (1-2-3), sexo (H-M) y entidades alimentarias compartidas para la temporada de lluvias, mostrando en negritas las superposiciones altas	39
Tabla 11. Valores del índice de Pianka para cada clase de talla (1-2-3), sexo (H-M) y entidades alimentarias compartidas para la temporada de secas, mostrando en negritas las superposiciones altas	39
Tabla 12. Contribución de la similitud resultante del análisis SIMPER, presentando los ítems con mayor contribución por temporadas hidroclimáticas, sexos y clases de talla	41
Tabla 13. Tabla 13. Análisis de varianza de 3 vías, comparando los isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre temporadas hidroclimáticas, sexos y clases de talla, significancia ($p < 0.05$) marcada en rojo	46
Tabla 14. Niveles tróficos de la especie <i>O. hubbsorum</i> de manera general y para cada temporada hidroclimática, sexo y clase de talla a partir del contenido estomacal e isótopos estables	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Listado Taxonómico de las entidades alimentarias presentes en la dieta de <i>O. hubbsorum</i>	72
--	----

RESUMEN

Se analizó la dieta del pulpo *Octopus hubbsorum* (Berry, 1953), con base a la revisión del contenido estomacal de 413 organismos recolectados de febrero de 2017 a marzo del 2018 en la costa de Acapulco, Guerrero. Del total de estómagos 74.3% presentaron contenido y 25.7% aparecieron vacíos. Se identificaron 60 entidades alimentarias que fueron agrupados en 16 categorías alimentarias, las entidades más representativas de acuerdo al método numérico fueron: *Petrolisthes sanfelipensis* (16.28%), *Clastocheilus diffractus* (7.80%) y *Petrolisthes hians* (6.25%); de acuerdo con el método gravimétrico fueron: *P. sanfelipensis* (12.36%), *Octopus cf. hubbsorum* (6.83%) y Restos de porcelánidos (6.59%); finalmente las entidades con mayor frecuencia de ocurrencia fueron: *P. sanfelipensis* (30.29%), *Alpheus* sp. (23.45%) y *C. diffractus* (15.96%). De acuerdo con el índice de Smith, *O. hubbsorum* presenta una dieta del tipo generalista por temporadas hidroclimáticas, sexos y clases de talla. El índice de Pianka reveló que existe una mayor superposición entre clases de talla de ambos sexos en la temporada de secas, mientras que, en la temporada de lluvias, la superposición es media y solo entre las clases 2 y 3 de ambos sexos. Los valores isotópicos presentaron un promedio general de $\delta^{13}\text{C}$ -14.96 ‰ (± 0.08) y $\delta^{15}\text{N}$ 13.02 ‰ (± 0.09), y se observó una diferencia significativa del $\delta^{13}\text{C}$ entre temporada hidroclimática y clases de talla ($p < 0.05$), mientras que de acuerdo al $\delta^{15}\text{N}$, se observó diferencias significativas entre la temporada de lluvias y secas ($p < 0.05$). *O. hubbsorum* presenta un nivel trófico entre 3.57 a 3.72 de acuerdo al contenido estomacal, y de 3.52 a 3.86 con base a los valores isotópicos del $\delta^{15}\text{N}$. Existe una variación en el tamaño del nicho isotópico y las medias de Layman entre temporadas hidroclimáticas, y se observó un traslape mayor de los nichos isotópicos de la clase 2 y 3 en la temporada de secas.

Palabras Clave: Ecología trófica, *Octopus hubbsorum*, Nivel trófico, Isótopos estables.

ABSTRACT

The diet of *Octopus hubbsorum* (Berry, 1953) was analyzed, based on the review of stomach content of 413 organisms, they collected from February 2017 to March 2018 in the coast of Acapulco, Guerrero. Of the total stomach 74.3% had content and 25.7% were empty. A total of 60 food entities were identified which were grouped into 16 food categories, and the most representative entities, according to the numerical method, were *Petrolisthes sanfelipensis* (16.28%), *Clastocheilus diffractus* (7.80%) and *Petrolisthes hians* (6.25%). According to the gravimetric method were *P. sanfelipensis* (12.36%), *Octopus cf. hubbsorum* (6.83%) and Porcelain crabs remains (6.59%) and the entities with the highest frequency of occurrence were *P. sanfelipensis* (30.29%), *Alpheus sp.* (23.45%) and *C. diffractus* (15.96%). According to Smith's index, *O. hubbsorum* presents a generalist type feed, by hydroclimatic seasons, sexes and size classes. Pianka's index reveals that there is a high overlap between size classes of both sexes in dry season, while in rainy season the overlap is medium and only between classes 2 and 3 of both sexes. Isotopic values showed an overall average of $\delta^{13}\text{C}$ -14.96 ‰ (± 0.08) and $\delta^{15}\text{N}$ 13.02 ‰ (± 0.09) and a significant difference of $\delta^{13}\text{C}$ was observed between hydroclimatic season and size classes ($p < 0.05$) while according to $\delta^{15}\text{N}$, significant differences were observed between hydroclimatic seasons ($p < 0.05$). *O. hubbsorum* has a trophic level between 3.57 to 3.72 according to the stomach content, and 3.52 to 3.86 based on isotopic values $\delta^{15}\text{N}$. There is a variation in the size of the isotopic niche and the Layman metrics between hydroclimatic seasons, and a greater overlap of isotopic niches of class 2 and 3 was observed in the dry season.

Keywords: Trophic ecology, *Octopus hubbsorum*, Trophic level, Stable isotopes.

I. INTRODUCCIÓN

Existen alrededor de 800 especies de cefalópodos descritas en la actualidad, y su explotación se encuentra limitada principalmente a especies de calamares oceánicos y costeros, pulpos y sepias (Fries, 2010). La familia Octopodidae (Phylum: Mollusca, Clase: Cephalopoda, Familia: Octopodidae), contiene alrededor de 100 especies y en esta encontramos a la mayoría de las especies de pulpos conocidas comúnmente (Giménez & García, 2002; Mather *et al.*, 2010). Los pulpos son especies que habitan el fondo marino, y las podemos encontrar principalmente en aguas someras de fondos rocosos y zonas coralinas, con una amplia distribución en todos los océanos del mundo (Rodhouse *et al.*, 2014).

Estos organismos se caracterizan por tener un cuerpo redondeado con ocho brazos robustos y musculosos, con ciclos de vida muy cortos que pueden ir de los seis a nueve meses, sin embargo, la mayoría de las especies tiene un ciclo de vida mayor, de entre uno y dos años (Wells, 1978). La tasa de reproducción de estos organismos es relativamente baja, los machos llegan a su madurez sexual mucho antes que las hembras, sin embargo, estos apenas se reproducen una vez en su vida clasificándolos como especies monocíclicas (Giménez & García, 2002), de tal manera que sus cortos ciclos de vida, altas tasas metabólicas y rápido crecimiento están asociadas con una alta plasticidad y una fuerte sensibilidad a las variaciones ambientales, que puede ser reflejada en grandes fluctuaciones en la abundancia poblacional (Rodhouse *et al.*, 2014).

Los octópodos tienen un alto potencial económico, ya que son una fuente importante de alimento para consumo humano, y un recurso valioso en las pesquerías en muchas regiones costeras alrededor del mundo, representando mundialmente hasta el 10% de la producción pesquera total anual (FAO, 2001). La pesquería del pulpo en México, está basada principalmente en cinco especies

pertenecientes al género *Octopus*: *O. maya*, *O. vulgaris* *O. hubbsorum*, *O. bimaculatus* y *O. bimaculoides* (SAGARPA, 2007; Alejo-Plata *et al.*, 2009; CONAPESCA, 2013; Mora-Zamacona, 2015), Dicha pesquería reporto en el 2017, el noveno lugar de producción pesquera de acuerdo al volumen de captura (38,508 toneladas), y gracias a su valor económico se posicionó en el cuarto lugar a nivel nacional (2,006,497.00 MN) (Pérez-Pérez *et al.*, 2011), así como el quinto lugar en producto de exportación, principalmente a países como España, Italia y Estados Unidos de América (CONAPESCA, 2017). Las especies *O. maya* y *O. vulgaris* son las que mayor importancia tienen en términos económicos, y son capturadas en el Golfo de México y el Caribe, contribuyendo con el 90% de la pesquería nacional (Vozz & Solís-Ramírez, 1966). En el Pacífico mexicano, las especies de mayor importancia económica son *O. hubbsorum* *O. bimaculatus* y *O. bimaculoides* (SAGARPA 2010).

El pulpo *O. hubbsorum* (Berry 1953), es una especie endémica del Pacífico Tropical Oriental y es la principal especie objetivo de las pesquerías de pulpo en el Pacífico mexicano, debido a que tiene una amplia distribución geográfica, que va desde la parte central del Golfo de California hasta la costa sur de Oaxaca y la costa oeste de la península de Baja California Sur, y sostiene una pesquería importante en la costa occidental mexicana gracias a su presencia durante todo el año (López-Uriarte *et al.*, 2005; Pliego, 2009; Domínguez-Contreras *et al.*, 2013). En el estado de Jalisco se registran las mayores capturas, y de acuerdo a la Carta Nacional Pesquera, es el estado con mayor aportación a la producción de pulpo proveniente del Pacífico mexicano (SAGARPA, 2018), y es la región con más investigaciones biológico-pesqueras continuas sobre la especie (Aguilar-Chávez, 1995; López-Uriarte *et al.*, 2005 y López-Uriarte, 2006). Por ello, se le considera el octópodo de mayor importancia comercial en el Pacífico mexicano (Alejo-Plata & Cerdanars-Ladrón de Guevara, 2002; López-Uriarte *et al.*, 2005).

En aspectos ecológicos, particularmente el género *Octopus*, desempeña un importante papel en las estructuras tróficas de la mayoría de los ecosistemas marinos, dado esto, sus interacciones tróficas pueden ser muy complejas llegando a desempeñar el papel de depredador, presa o incluso puede llegar a ser una competencia de algunas especies de peces por el mismo recurso (Hunsicker *et al.*, 2010). En general, los octópodos de grandes tallas ocupan el rol de depredador dominante de un amplio rango de entidades alimentarias como crustáceos, moluscos y peces (Boyle & Roudhouse, 2005; Villegas & Jeanneht, 2008). Las actividades que están relacionadas con el proceso alimentario como el forrajeo, depredación y migraciones verticales, son probablemente las acciones con mayor frecuencia que realizan la mayoría de las especies marinas durante el desarrollo de su ciclo de vida, ya que normalmente son parte de la rutina diaria. Es así que la morfología, anatomía, hábitat, distribución y otros aspectos están de alguna manera relacionados a la dieta (Hernández-López, 2002). Se conoce que la composición de la dieta de una especie no es constante a lo largo de su vida, ya que existen variaciones con el crecimiento, grado de madurez sexual y estación del año (Nixon, 1987). Generalmente la alimentación y los procesos digestivos cambian durante el ciclo de vida de los cefalópodos, la cantidad y calidad del alimento varía en relación a los constantes cambios de hábitat durante su ontogenia, así como a los cambios morfológicos que acompañan al crecimiento (Castro & Hernández-García, 1995).

La descripción y cuantificación de la dieta de organismos acuáticos es la base para comprender el flujo energético, ya que, de esta forma podemos estimar cómo los organismos utilizan los recursos disponibles en su medio, si compiten por recursos con otros organismos, y cuál es la posición que ocupan dentro de la red trófica (Iken *et al.*, 1999; Torres-Rojas, 2011). En la actualidad las relaciones tróficas son comúnmente estudiadas implementado diferentes tipos de análisis, como el análisis de contenido estomacal, análisis fecal, observaciones *in situ* tanto en campo como en laboratorio, análisis de ácidos grasos y aplicación de trazadores isotópicos. Estas son herramientas utilizadas para describir los

componentes de la dieta, el nivel trófico y las relaciones entre los depredadores y sus presas, (Blankenship & Yayanos, 2005; Silva-Valentín *et al.*, 2015). Los métodos que mayormente se emplean para el estudio de los hábitos alimenticios de los octópodos son las aproximaciones directas, que consisten en la búsqueda de restos en las cuevas o guaridas de estos mismos, ya que, al igual que todos los cefalópodos, las especies del género *Octopus* son carnívoras durante todo su ciclo de vida y su alimentación se basa en una variedad de organismos principalmente crustáceos y moluscos, considerándolos como depredadores generalistas (Grubert *et al.*, 1999). En general, los cefalópodos son depredadores sumamente visuales, sin embargo, en el caso particular de los pulpos, el sentido quimio-táctil está más desarrollado (Lee, 1995). Una vez que encuentran a su presa, utilizan sus brazos provistos de numerosas ventosas para sujetarla con gran fuerza y posteriormente inmovilizan a la presa inyectando una cefalotoxina proveniente de las glándulas salivales, además de liberar enzimas proteolíticas que permiten la digestión externa y finalmente despedazan a su presa por medio del pico y la rádula (Lee, 1995; Villegas-Bárceñas, 2013), desechando las partes duras de sus presas (exoesqueletos de crustáceos, conchas de moluscos, testas de erizos, etc.), formando acumulaciones alrededor de sus refugios. Realizar la descripción de una dieta mediante el método directo, consta de muchas horas de trabajo en campo y esta práctica está sujeta a las condiciones ambientales en la zona de estudio.

El análisis de contenido estomacal es el método de evaluación de la dieta con mayor eficacia, el cual consiste en la extracción y análisis del estómago del organismo, ya que de manera histórica el análisis de contenido estomacal se ha considerado como un método clásico practicado comúnmente en la ecología trófica de peces (Cortés, 1997). Este análisis es una herramienta valiosa para inferir como, en una cadena trófica, los organismos interactúan con otras especies dentro de su ecosistema. Con este tipo de estudios es posible describir de manera cualitativa y cuantitativa la dieta de las especies en un sitio y tiempo determinado (Iken *et al.*, 1999; Silva-Valentín *et al.*, 2015). Sin embargo, al analizar contenidos estomacales se consideran varios supuestos, como la abundancia relativa de las

entidades alimentarias, ya que, esta puede significar la selección o disponibilidad de las entidades alimentarias. De igual manera el grado de digestión representa un reto mayor para la identificación taxonómica del alimento consumido, ya que normalmente el contenido estomacal se puede encontrar fragmentado o parcialmente destruido (Villegas *et al.*, 2014).

En décadas recientes, se han integrado metodologías que complementan el estudio de las redes tróficas con los métodos clásicos (contenido estomacal) en los ambientes marinos, el uso de isótopos estables de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) y carbono ($\delta^{13}\text{C}$) principalmente. Los isótopos son átomos de un mismo elemento químico con misma masa atómica, pero con diferente número de neutrones, por ejemplo; ^{12}C , ^{13}C y ^{14}C , cuya masa atómica es seis, pero existe una variación en el número de neutrones. Existen tres tipos de isótopos; los radioactivos, los cuales tienden a transformarse en otro elemento y se degradan en tiempos muy cortos ya que son muy inestables como el ^{14}C , los cosmogónicos, los cuales son muy raros y se generan en las capas altas de la atmosfera a causa de los choques de rayos cósmicos, y los estables, que estos se presentan en casi en todos los elementos químicos y perduran durante un largo tiempo como el ^{13}C . La proporción relativa de dos isótopos estables de un elemento es llamada firma o señal isotópica y se expresa en denotación delta (δ) en unidades de parte por mil (‰) (Michener & Lajtha, 2007).

El estudio de los isótopos estables nos pueden proveer información acerca de procesos que son difíciles de cuantificar usando otras técnicas, ya que las señales isotópicas de las entidades alimentarias se ven reflejadas en los consumidores y estas se pueden utilizar para deducir el origen de los recursos utilizados por los organismos, los procesos metabólicos dentro de los organismos, las migraciones de las especies, los niveles tróficos y los ciclos biogeoquímicos entre otros (Dawson *et al.*, 2002). El isótopo de nitrógeno se utiliza como indicador del nivel trófico, debido a que hay un enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ (3.0 ‰ en promedio) entre presa y consumidor (McCutchan *et al.*, 2003). El valor de $\delta^{13}\text{C}$ varía en

menor medida que el $\delta^{15}\text{N}$ a lo largo de la cadena alimentaria ($\pm 1 \text{ ‰}$), por lo cual se usa principalmente para determinar las fuentes primarias en una red trófica (Cherel & Hobson, 2005). Es por esto que el análisis de contenido estomacal y de isótopos estables son dos de los métodos mayormente utilizados para evaluar y describir las relaciones tróficas, ya que estos se llegan a complementar y, por ende, brindar una mejor estimación (Cortés, 1999).

II. ANTECEDENTES

Las redes o tramas tróficas están definidas como un conjunto de interacciones alimentarias y flujos de energía de un grupo de organismos que coexisten en una comunidad o en un ecosistema en común (Belgrano, 2005). Se ha demostrado que los depredadores son capaces de ejercer una fuerte presión sobre las comunidades de nivel trófico inferior, sin embargo, la disponibilidad y abundancia de los recursos presa en los ecosistemas son de vital importancia para los depredadores en las primeras etapas del desarrollo (Nicolás *et al.*, 2007). Para el estudio de los organismos y sus interacciones alimentarias (depredador-presa) dentro de cada ecosistema del planeta, se han generado diferentes métodos de análisis, ya que la competencia por los recursos alimentarios es una batalla diaria en las comunidades marinas. (Link *et al.*, 2006).

A nivel mundial el comportamiento alimentario ha sido objeto de estudio de varias especies del género *Octopus* como *O. bimaculatus* (Ambroce, 1984; Villegas *et al.*, 2014), *O. hubbsorum* (López-Uriarte, 2006; Alejo-Plata *et al.*, 2009; Alejo-Plata *et al.*, 2018), *O. mimus* (Cortez *et al.*, 1995), *O. salutii* (Quetglas *et al.*, 2005), *O. vulgaris* (Guerra, 1978; Smale & Buchan, 1981; Hernández-López, 2000; Smith, 2003), como para otras especies de la misma familia: *Bathypolypus sponsalis* (Quetglas *et al.*, 2001), *Eledone moschata* (Krstulovic & Vrgoc, 2009), *Enteroctopus magnificus* (Villanueva, 1993), *Enteroctopus megalocyathus* (Ibáñez & Chong, 2008), *Macroctopus maorum* (Grubert *et al.*, 1999), *Robsonella fontanianus* (Ibáñez *et al.*, 2009), a partir de la determinación de la dieta con el análisis del contenido estomacal.

Los estudios de isótopos estables en octópodos han sido escasos y se han realizado mayormente en zonas templadas del Atlántico norte y de la Antártida: *Eledone cirrhosa* (Chouvelon *et al.*, 2011), *Haliphron atlanticus* (Cherel *et al.*, 2009; Guerreiro *et al.*, 2015), *Graneledone gonzalesi* (Cherel & Hobson, 2005),

Muusoctopus thielei (Cherel & Hobson, 2005), *Octopus bimaculoides* (Hofmeister, 2018). Los autores utilizaron tejido de diferentes partes de cuerpo de los octópodos, incluso estructuras duras como los picos. Para *E. cirrhosa* utilizaron tejido del manto y para *O. vulgaris* utilizaron tejido del brazo, en ambos estudios aplicaron el método de extracción de lípidos y realizaron comparaciones con las muestras sin extracción de lípidos. En el caso de *H. atlantinticus*, *G. gonzalesi* y *M. thikelei*, utilizaron porciones del pico superior e inferior. Todos los trabajos utilizaron el método de espectrometría de masas para determinar los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$.

Para la especie *O. hubbsorum* en el Pacífico mexicano se han realizado estudios biológicos–pesqueros, enfocados principalmente a pesquerías (López-Uriarte *et al.*, 2000; López-Uriarte, 2006), reproducción (Aguilar, 1995; Sánchez-Cruz, 2006; López-Uriarte & Ríos-Jara, 2007; Olivas, 2008; Cárdenas, 2009; López-Uriarte & Ríos-Jara, 2009; Pliego-Cárdenas & Arellano-Martínez, 2011), edad y crecimiento (López-Uriarte, 2007; Ibarra-García, 2012), nuevos rangos de distribución (Raymundo-Huizar, 1995; Aguilar & Enrique-Domínguez, 1997; López-Uriarte *et al.*, 2005; Domínguez-Contreras, 2013) y alimentarios (López-Uriarte *et al.*, 2008; Alejo-Plata *et al.*, 2009 y Alejo-Plata *et al.*, 2018). A pesar de la relevancia económica e importancia ecológica de los pulpos, los estudios sobre su biología y ecología son escasos e incluso inexistentes para la mayoría de las especies en México (Villegas & Jeanneht, 2008).

En el trabajo realizado por López-Uriarte *et al.* (2008) describe la dieta de *O. hubbsorum* en la de Bahía de Chamela, Jalisco, el cual analizó 226 estómagos e identificó 53 entidades alimentarias, donde los crustáceos fueron el grupo de mayor importancia con más del 40% en frecuencia de ocurrencia y peso de la dieta. Los cangrejos branquiuros son la entidad alimentaria más representativa seguida por los cangrejos anomuros y camarones carídeos, y el resto de entidades alimentarias pertenecen al grupo de peces y moluscos. Alejo-Plata *et al.*

(2009) analizó un total de 50 estómagos y describió la dieta de *O. hubbsorum* en la Bahía de Puerto Ángel, Oaxaca, México. Identificó siete entidades alimentarias donde los cangrejos porcelánidos presentaron el mayor porcentaje en la frecuencia de ocurrencia (42%), seguido por los cangrejos májidos y una especie de cefalópodo (*Argonauta pacífica*). Otro trabajo realizado por Alejo-Plata *et al.* (2018), en la misma Bahía de Puerto Ángel, analizaron 184 estómagos e identificaron 43 entidades alimentarias. El grupo más importante fueron los cangrejos anomuros, especialmente los cangrejos porcelánidos, los cuales representan más del 50% de la contribución de acuerdo al índice numérico y gravimétrico, los cangrejos braquiuros son los más representativos de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia e índice de importancia relativa y el resto de entidades alimentarias están agrupados en las categorías de moluscos, peces, anélidos, cnidarios y equinodermos.

III. JUSTIFICACIÓN

Los octópodos tienen una gran importancia ecológica en los ecosistemas marinos, como depredador y presa. Los estudios ecológicos realizados sobre los cefalópodos son muy escasos en comparación a otros grupos como los peces, mamíferos, incluso varias familias de invertebrados. Actualmente y debido a esta falta de información sobre la biología de los cefalópodos, existe un manejo inadecuado en las pesquerías de estas especies debido a los vacíos en la información científica de aspectos poblacionales básicos.

El presente trabajo tiene la finalidad de describir aspectos de la ecología trófica de *O. hubbsorum*, y aportar información básica sobre la biología y ecología de la especie en las costas de Acapulco, Guerrero, México, y conocer las interacciones de las comunidades del submareal rocoso, como depredación, competencia o dinámicas tróficas, y así poder comprender su importancia dentro del flujo de energía en un sistema biológico costero (Iken *et al.*, 1999).

IV. HIPÓTESIS

La composición de la dieta del pulpo *Octopus hubbsorum* en la costa de Acapulco, Guerrero, presentará una afinidad por crustáceos y moluscos, y su dieta será similar entre temporadas hidrolimáticas, sexo y clases de tallas.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Determinar la composición alimentaria del pulpo *Octopus hubbsorum* en la costa de Acapulco, Guerrero, México, a partir del análisis de contenido estomacal y el análisis de isótopos estables.

5.2 Objetivos específicos

- Describir la estructura alimentaria del pulpo *Octopus hubbsorum* mediante el análisis de contenido estomacal.
- Conocer las interacciones tróficas del pulpo *Octopus hubbsorum* y su similitud de la dieta entre temporadas hidroclimáticas, sexos y clases de talla.
- Identificar la fuente de fijación de carbono de la especie *Octopus hubbsorum* a partir de los valores isotópicos del carbono.
- Identificar los niveles tróficos de la especie *Octopus hubbsorum* a partir de los valores isotópicos del nitrógeno.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

En la costa del estado de Guerrero, se encuentran ubicadas 4 regiones marinas prioritarias en la cual, la Bahía de Acapulco forma parte del área marina prioritaria número 32, conocida comúnmente como Coyuca-Tres palos y está denominada como un área de alta biodiversidad (de Guevara, *et al.*, 2014). La Bahía de Acapulco se localiza entre los (16°48'54" - 16°51'55" Norte) y (99°51'03" - 99°54'16" Oeste), en la Plataforma Continental de la Costa de Guerrero y el área de estudio se sitúa en la parte exterior noroeste de la Bahía (Fig. 1). Está formada por acantilados y zonas de rocas, con pocas playas de canto rodado y profundidades que oscilan entre los 10 y 40 metros (Nava-Sánchez, 2003; López-Rojas *et al.*, 2017).

El clima del área es tropical subhúmedo, con lluvias en verano (García, 1973), con una precipitación promedio de 100 mm en periodo de lluvias (Meave-del Castillo *et al.*, 2012). El periodo de lluvias se presenta de mayo a noviembre, siendo septiembre el que mayor precipitación presenta y el periodo de secas se presenta de diciembre a abril, con una precipitación mínima entre febrero y marzo (Palacios-Salgado, 2005). Se presentan mareas de tipo mixtas y es afectada por oleajes de invierno provocada por disturbios ciclónicos en el Pacífico Norte y oleaje de verano, formadas por ciclones en el Pacífico Sur (López-Rojas *et al.*, 2017).

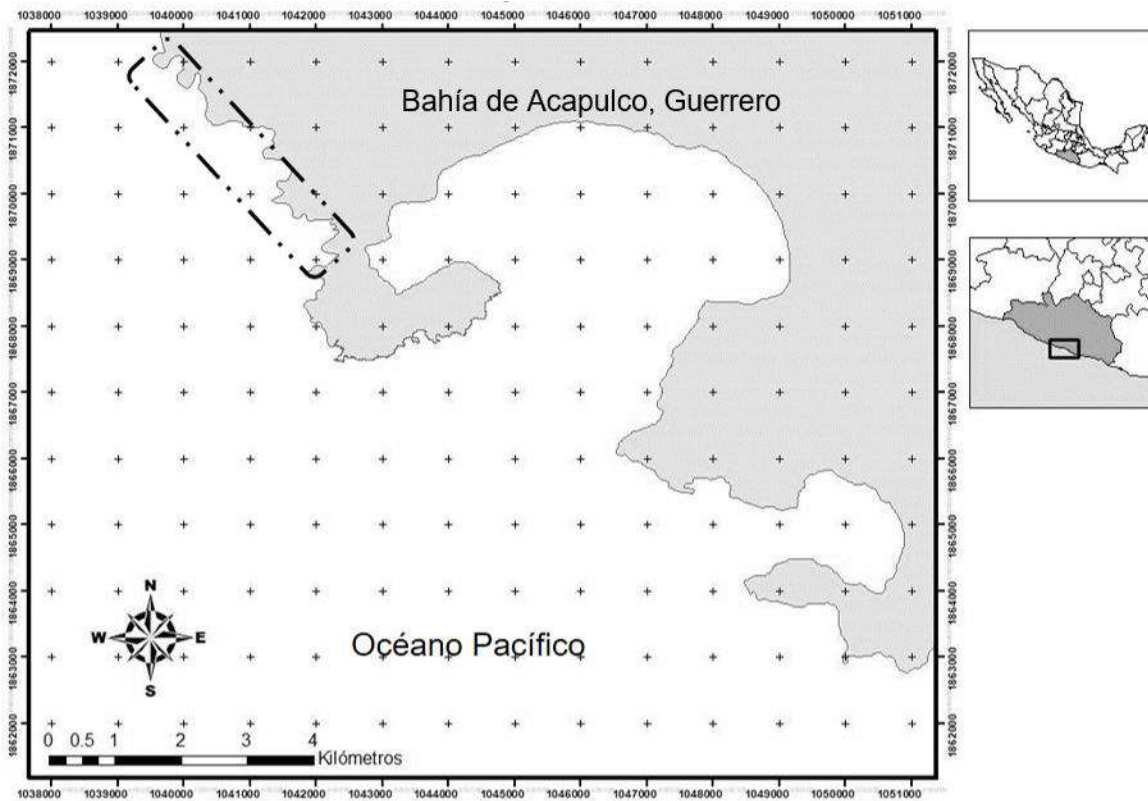


Figura 1: Área de estudio, Bahía de Acapulco, Guerrero, México.

6.2 Obtención de muestras biológicas

Las muestras fueron obtenidas de manera mensual y provienen de las capturas de la pesca ribereña. A cada uno de los organismos capturado se le registró la longitud del manto (LM) y longitud de manto ventral (LMv) en cm, Peso Total (PT) en g y se determinó el sexo. Se extrajo el estómago de cada organismo, y fue etiquetado individualmente y congelado (-40 °C) para su posterior análisis. Para el análisis de isótopos estables se obtuvo una muestra de tejido de un brazo (> 10 g) de cada organismo, de igual manera fue empaquetado y etiquetado individualmente para evitar contaminación externa y fue congelado para su posterior análisis.

6.3 Análisis cualitativo de la dieta

El contenido de cada estómago fue observado mediante un estereomicroscopio, y los organismos encontrados fueron identificados hasta el taxón mínimo posible con base a las claves especializadas para cada grupo: Keen (1971), Brusca (1980), Allen & Robertson (1994), Fischer *et al.* (1995), Hendrickx (1996), Hendrickx & Estrada (1996), Hendrickx (1997a, b) y Salazar-Vallejo (1989). Las entidades alimentarias encontradas se contabilizaron y se les registro el peso de cada una de estas mediante una balanza electrónica de precisión AcculadVicon (0.001 gr).

Para determinar si el número de estómagos analizados fueron suficiente para la descripción de la dieta, se utilizó el índice de Shannon-Wiener para generar curvas de acumulación de entidades alimentarias de manera general y para cada temporada hidrolimática, sexo y clase de talla, por medio de un procedimiento de remuestreo con aleatorizaciones usando el programa EstimateS 8.2 (Colwell, 2009). Para conocer si las diferentes curvas de acumulación cuentan con la asíntota requerida, se aplicó el coeficiente de variación con la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sigma}{[x]}$$

Dónde: *CV* es el coeficiente de variación, σ desviación estándar de la diversidad de Shannon y $[x]$ media aritmética de la diversidad de Shannon.

Cuando el resultado de la formula representen un valor menor a 0.05, a partir de ese valor la curva de acumulación se considera asíntótica, ya que, se considera que existe baja variabilidad, en caso de lo contrario, el tamaño de muestra no es representativa.

Las clases de talla se determinaron con base a los antecedentes sobre la reproducción y la talla de primera madurez (L50) de *O. hubbsorum* reportada en zonas cercanas al área de estudio; López-Uriarte *et al.* (2009), Alejo-Plata & Gómez-Márquez (2015) y León-Guzmán *et al.* (2017). Logrando clasificar tres clases de tallas contemplando las diferentes etapas de crecimiento del organismo: juveniles (3.4-6.3 cm), pre adultos (6.4-9.3 cm) y adultos (9.4-14.8 cm) coincidiendo con las tres primeras etapas del desarrollo gonádico: inmaduro, madurando y maduro (López-Uriarte *et al.*, 2009; Alejo-Plata & Gómez-Márquez, 2015).

6.4 Análisis cuantitativo de la dieta

Los componentes alimentarios de los estómagos analizados se cuantificaron de acuerdo con los métodos tradicionales.

Método numérico.

$$(\%N) = N_i / N_t * 100$$

Dónde: N_i es el número de organismos encontrados de una categoría i y N_t es el número total de organismos encontrados de todas las categorías.

Método gravimétrico.

$$(\%W) = W_i / W_t * 100$$

Dónde: W_i es el peso de la categoría i y W_t es el peso total de todas las categorías encontradas.

Método de frecuencia de ocurrencia.

$$(\%FO) = N_o / N_s * 100$$

Dónde: N_o es el número de ocurrencia de la categoría i y N_s es el número total de estómagos analizados.

6.5 Amplitud del nicho trófico y superposición de dietas

Se estimó el índice de Smith (1982) para conocer la amplitud del nicho trófico y la estrategia alimentaria, además se cuantificó con el índice de Pianka (1973) la superposición de las dietas entre temporada hidroclimática, sexo y clases de talla. En ambos índices se utilizaron los valores porcentuales de peso (W%) de las categorías alimentarias contenidas en la dieta, y se estimaron para cada temporada hidroclimática, sexo y clases de talla. Los valores de superposición obtenidos oscilan entre 0 y 1.0, cuando el valor es entre 0.00 y 0.29 se consideran bajos, de 0.30 a 0.60 es considerado medio y mayores de 0.60 la superposición de la dieta es alta (Langton 1982), estos criterios se utilizaron para la amplitud del subnicho trófico y en el caso de la estrategia alimentaria los valores menores al 0.60 será considerada con una estrategia especialista y valores mayores al 0.60 serán consideradas generalistas en su alimentación. Los cálculos se realizaron con el programa Ecological Methodology 7.0. (Krebs, 1999).

Para analizar gráficamente el patrón de asociación de entidades alimentarias de acuerdo a las temporadas hidroclimáticas, sexo y clases de talla, se utilizó el método de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) (Clarke, 1993), y un análisis de clasificación numérica (Cluster) por medio del programa PRIMER v6 (Clarke & Gorley, 2004), y en ambos casos se utilizó el índice de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 2001) como medida de similitud. La significancia en la formación de los grupos de asociaciones de entidades alimentarias en el dendrograma se determinó con la prueba SIMPROF, la cual realiza una prueba de permutaciones a cada nodo de un dendrograma para identificar patrones de asociación significativos en muestras *a priori* no estructuradas (Clarke *et al.*, 2008). Estos análisis se realizaron con los valores porcentuales de peso (W%) con que contribuye cada una de las entidades alimentarias. Se estimaron los porcentajes de similitud y disimilitud (SIMPER) para identificar la importancia de los grupos de entidades alimentarias en la dieta entre temporadas hidroclimáticas,

sexo y clases de talla. Los análisis se hicieron con el programa PRIMER v6 (Clarke & Gorley, 2004).

6.6 Toma y preparación de muestras isotópicas

De los pulpos recolectados se extrajo una porción de tejido de un brazo (+/- 10gr), de cada organismo, posteriormente el tejido fue colocado en viales de vidrio previamente lavados y esterilizados, para realizar la extracción de humedad del músculo con el proceso de sublimación mediante una liofilizadora LABCONCO, a una temperatura de -60 °C generando un vacío de hasta 15 pascales. El músculo ya liofilizado fue pulverizado con ayuda de un mortero de ágata para homogenizar el tejido y obtenerla consistencia adecuada de cada muestra para ser empaquetadas en cápsulas de estaño y ser enviadas al laboratorio especializado de la Universidad de California en el condado de Davis, California (Davis Stable Isotope Facility) de acuerdo a su protocolo de envío.

Los valores obtenidos para $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ son expresados en una notación delta (δ) y son estandarizados para una mejor precisión en los resultados con la siguiente fórmula:

$$\delta X = ((R \text{ muestra} / R \text{ Standard}) - 1) * 1000$$

Dónde: X es el valor de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, R muestra es valor obtenido y R Standard son valores relativos reportados por VPDB (Pee Dee Belemnite) para carbono y el nitrógeno atmosférico.

6.7 Determinación del nivel trófico

Se determinó la posición trófica a partir del contenido estomacal y de acuerdo con los resultados de los isótopos estables. De acuerdo con el contenido estomacal se utilizó el software TrophLab 2k (<http://fishbase.org/Download/index.htm>) (Pauly *et al.*, 2000), el cual emplea la siguiente fórmula:

$$Troph = 1 + \sum_{j=1}^G (DC_{ij} * troph\ j)$$

Dónde: DC_{ij} es la fracción de la presa (j) en la dieta del consumidor (i), $troph\ j$ es el nivel trófico de la presa, G número de grupos en la dieta del consumidor. Los niveles tróficos de las entidades alimentarias se utilizaron los valores preestablecidos en el software.

El nivel trófico obtenido a partir de los resultados de isótopos estables de $\delta^{15}N$, fue utilizando la fórmula propuesta por Post (2002), que señala lo siguiente:

$$PT = \lambda + (\delta^{15}N_{Depredador} - \delta^{15}N_{Base}) / \Delta n$$

Dónde: λ es la posición trófica del organismo utilizado para estimar $\delta^{15}N_{Base}$ (2 para consumidores primarios), Δn es el valor teórico de enriquecimiento en $\delta^{15}N$ por nivel trófico, ($1.4 \pm 0.21\text{‰}$ para organismos con dietas basadas en invertebrados) McCutchan *et al.* (2003). $\delta^{15}N_{Depredador}$ es el promedio del $\delta^{15}N$ de *Octopus hubbsorum* y $\delta^{15}N_{Base}$ es el promedio del $\delta^{15}N$ de la base de la cadena (Zooplankton), Kozak *et al.* (2019).

6.8 Nicho isotópico

Se utilizó el paquete SIBER (Elipses bayesianas de isótopos estables en R), para el software R (Jackson *et al.*, 2011; Parnel & Jackson, 2013), para estimar el nicho isotópico utilizado por las diferentes clases de talla de acuerdo a las temporadas hidroclicmáticas. El área estándar de las elipses bayesianas (SEA), se calculó utilizando un enfoque bivariado de la amplitud del nicho, definido por los valores isotópicos del $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$, de igual manera se calculó la superposición de las elipses utilizando inferencia bayesiana. La comparación de la superposición entre temporadas por cada clase de talla se calculó en función al tamaño de las elipses ajustadas de máxima verosimilitud con un intervalo de $p= 95\%$. Para caracterizar la estructura trófica y analizar la variabilidad temporal entre las clases de talla se utilizó las métricas de Layman (Layman *et al.*, 2007), como se describe en Jackson *et al.* (2011). las cuales describen lo siguiente:

Rango de $\delta^{15}\text{N}$ (RN): Proporciona información sobre la longitud trófica de la comunidad.

Rango de $\delta^{13}\text{C}$ (RC): Proporciona una estimación de la diversidad de los recursos.

Área total del casco convexo (AT): Analiza datos puntuales para dar una estimación del ancho del nicho.

Distancia media al centroide (DC): Proporciona información adicional sobre el ancho del nicho y el espaciamiento de especies, y se interpreta como la diversidad trófica.

Distancia media al vecino más cercano (DVC): Proporciona una medida de densidad y agrupamiento de las especies dentro de la comunidad, y se interpreta como redundancia trófica.

Desviación estándar de la distancia media al vecino más cercano (DSDVC): Proporciona una medida de uniformidad de la densidad espacial y el “empaquetado” de las especies, y se interpreta como equitatividad en la manera que se integra el nicho.

6.9 Análisis estadísticos

Se aplicó una prueba de homoscedasticidad (test de Levene) para determinar la igualdad de varianzas en los valores de (W) de la dieta para cada temporada hidrolimática, sexo y clase de talla y se aplicó de igual manera para los datos isotópicos. Se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, ya que no se mostró igualdad en los valores de (W), para determinar diferencias en la dieta entre temporadas hidrolimáticas, sexos y clases de talla. Dado que los datos isotópicos mostraron homoscedasticidad, se aplicó un análisis de varianza de tres vías para determinar las diferencias significativas entre temporadas hidrolimática, sexos y clases de talla, posteriormente se aplicó una prueba *pos hoc* (Tukey) para determinar las diferencias significativas ($p < 0.05$).

VII. RESULTADOS

En total fueron recolectados 413 organismos de febrero del 2017 a marzo del 2018, de los cuales 106 estómagos estaban vacíos, y 307 presentaron algún tipo de contenido. 213 organismos fueron hembras y 200 machos, y presentaron un rango de talla de 4.8-14.8 cm de LM en hembras y 3.4 a 12.5 cm de LM en machos. El rango de peso osciló entre los 35 a 965 g en hembras y de 15 a 893 g en machos. Se analizaron los estómagos de los organismos clasificándolos por temporadas hidrolimáticas, sexos y clases de talla. Se clasificaron tres intervalos de tallas contemplando las diferentes etapas de crecimiento del organismo: clase 1 (juveniles 3.4-6.3 cm), clase 2 (pre adultos 6.4-9.3 cm) y clase 3 (adultos 9.4-14.8 cm) (Tabla 1). Fueron observados 20 casos de canibalismo con un mayor porcentaje gravimétrico en machos ($W= 7.48\%$) y en la temporada de secas ($W= 14.46$) coincidiendo con las clases de talla 1 y 3.

Tabla 1. Número de estómagos analizados con y sin contenido, presentando el número de entidades alimentarias para cada temporada hidrolimático, sexos y clases de talla.

	Analizados	Vacíos	Total	n° entidades
Lluvias	162	43	205	56
Secas	145	63	208	50
Hembras	164	49	213	55
Machos	143	57	200	52
Clase 1	31	16	47	24
Clase 2	191	57	248	54
Clase 3	85	33	118	52

De acuerdo con las curvas de acumulación de entidades alimentarias, el número de estómagos analizados para cada temporada hidrolimática, sexo y clases de talla es considerado suficiente para la descripción de la dieta de *O. hubbsorum*, ya que, el número de estómagos representados con “N” en cada curva, es el número de estómagos que representa el valor de 0.05 de acuerdo con

el coeficiente de variación, y a partir de ese número de estómagos existe baja variabilidad en la diversidad de entidades alimentarias, cumpliendo así, con los criterios requeridos para considerar la asíntota en la curvas. De manera general se requieren de un mínimo de 66 estómagos para una descripción concreta de la dieta de *O. hubbsorum* (Fig. 2).

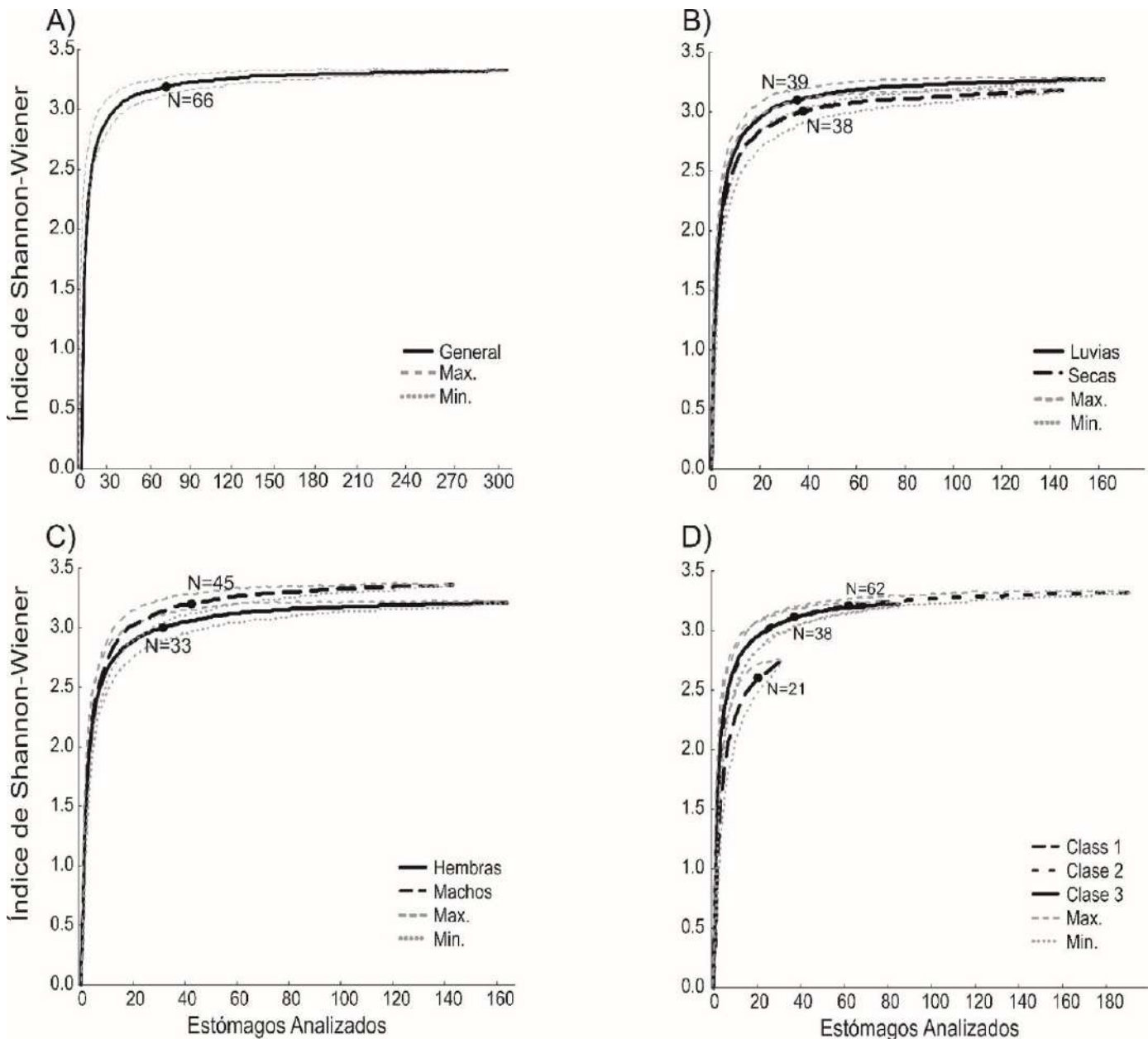


Figura 2. Curva de acumulación de entidades alimentarias de manera general A) y para cada temporada hidrolimática B), sexos C) y clases de talla D), presentando el número de estómagos mínimo necesarios para alcanzar la asíntota.

7.1 Descripción de la dieta general

Se identificaron 60 entidades alimentarias que fueron agrupados en 16 categorías, donde los cangrejos porcelánidos, camarones, peces y bivalvos son los mayormente representados en la dieta del pulpo *O. hubbsorum* (Anexo A). Las entidades alimentarias de mayor importancia de acuerdo al método numérico son: *Petrolisthes sanfelipensis* (16.28%), *Clastocheilus diffractus* (7.80%), *P. hians* (6.25%) y *Alpheus* sp. (5.28%), con el método gravimétrico las entidades de mayor importancia fueron: *P. sanfelipensis* (12.36%), *Octopus* cf. *hubbsorum* (6.83%), restos de porcelánidos (6.59%) y restos de peces (5.53%), y las entidades alimentarias con mayor ocurrencia fueron: *P. sanfelipensis* (30.29%), *Alpheus* sp. (23.45%), *C. diffractus* (15.96) y *P. hians* (14.98%) (Tabla 2).

Tabla 2. Entidades alimentarias de *O. hubbsorum* y contribución porcentual de acuerdo a los índices: numérico (N%), gravimétrico (W%) y frecuencia de ocurrencia (FO%).

Categoría Alimentaria	Entidad Alimentaria	N	N%	W	W%	FO	FO%
Camarones	<i>Alpheus californiensis</i>	16	0.78	1.26	0.54	9	2.93
	<i>Alpheus normanni</i>	79	3.83	6.89	2.93	40	13.03
	<i>Alpheus panamensis</i>	6	0.29	0.60	0.26	4	1.30
	<i>Alpheus sulcatus</i>	8	0.39	0.91	0.39	4	1.30
	<i>Alpheus websteri</i>	79	3.83	7.64	3.25	43	14.01
	<i>Alpheus</i> sp.	109	5.28	11.41	4.86	72	23.45
	<i>Penaeus</i> sp.	1	0.05	0.22	0.09	1	0.33
Cangrejos ermitaños	<i>Calcinus californiensis</i>	23	1.11	4.47	1.90	18	5.86
	<i>Clibanarius</i> sp.	19	0.92	3.19	1.36	15	4.89
Cangrejos májidos	<i>Epiplatys sulcirostris</i>	25	1.21	2.16	0.92	16	5.21
	<i>Herbstia pubescens</i>	74	3.59	8.51	3.62	42	13.68
	<i>Herbstia tumida</i>	54	2.62	5.55	2.36	34	11.07
	<i>Stenorhynchus debilis</i>	7	0.34	1.31	0.56	3	0.98
	<i>Microphrys triangulatus</i>	7	0.34	0.79	0.33	3	0.98
	<i>Mithraculus denticulatus</i>	14	0.68	1.34	0.57	6	1.95
Cangrejos porcelana	<i>Teleophrys cristulipes</i>	9	0.44	2.35	1.00	5	1.63
	<i>Clastocheilus diffractus</i>	161	7.80	12.71	5.41	49	15.96
	<i>Megalobrachium festai</i>	40	1.94	4.33	1.84	15	4.89
	<i>Neopisosoma dohenyi</i>	63	3.05	6.88	2.93	32	10.42
	<i>Pachycheles biocellatus</i>	79	3.83	7.64	3.25	23	7.49
	<i>Pachycheles spinidactylus</i>	55	2.66	7.66	3.26	26	8.47

Ecología trófica del pulpo verde en Acapulco, Guerrero, México.

	<i>Petrolisthes agassizii</i>	95	4.60	7.75	3.30	28	9.12
	<i>Petrolisthes glasselli</i>	71	3.44	6.66	2.83	26	8.47
	<i>Petrolisthes hians</i>	129	6.25	10.76	4.58	46	14.98
	<i>Petrolisthes hirtispinosus</i>	31	1.50	3.39	1.44	14	4.56
	<i>Petrolisthes polymitus</i>	55	2.66	7.18	3.06	18	5.86
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	18	0.87	1.81	0.77	8	2.61
	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	336	16.28	29.04	12.36	93	30.29
	<i>Pisidia magdalenensis</i>	74	3.59	5.87	2.50	26	8.47
Jaibas	Restos porcelanidos	73	3.54	15.48	6.59	40	13.03
	<i>Callinectes arcuatus</i>	3	0.15	0.23	0.10	3	0.98
	<i>Achelous asper</i>	6	0.29	0.38	0.16	5	1.63
Cangrejos reales	<i>Batodaeus urinator</i>	17	0.82	1.32	0.56	10	3.26
	<i>Heteractaea lunata</i>	25	1.21	2.52	1.07	18	5.86
	<i>Panopeus rugosus</i>	8	0.39	0.97	0.41	5	1.63
	<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i>	6	0.29	0.92	0.39	5	1.63
	<i>Pilumnus sayi</i>	9	0.44	0.94	0.40	7	2.28
Balanos	<i>Tetraclita</i> sp.	1	0.05	0.02	0.01	1	0.33
Estomatópodos	<i>Neogonodactylus festae</i>	5	0.24	0.46	0.20	4	1.30
	<i>Neogonodactylus stanschi</i>	7	0.34	0.92	0.39	5	1.63
Bivalvos	<i>Mytilus</i> sp.	26	1.26	1.34	0.57	21	6.84
	Veneridae	5	0.24	0.99	0.42	5	1.63
Gasterópodos	<i>Parvanachis pygmaea</i>	7	0.34	0.60	0.25	5	1.63
	<i>Oliva</i> sp.	1	0.05	0.05	0.02	1	0.33
	<i>Rissoa</i> sp.	6	0.29	0.29	0.12	5	1.63
Pulpos	<i>Octopus</i> cf. <i>hubbsorum</i>	20	0.97	16.05	6.83	20	6.51
Babosa de mar	<i>Baptodoris mimetica</i>	1	0.05	0.32	0.14	1	0.33
Peces	<i>Gobiesox adustus</i>	1	0.05	0.65	0.28	1	0.33
	<i>Thalassoma</i> sp.	2	0.10	0.71	0.30	2	0.65
	<i>Scorpaena</i> sp.	4	0.19	1.39	0.59	4	1.30
	Restos de peces	44	2.13	12.99	5.53	39	12.70
Equinodermos	Espinas de erizo	5	0.24	0.19	0.08	5	1.63
	Pepino de mar	11	0.53	1.52	0.65	11	3.58
	Estrella ofiuras	1	0.05	0.10	0.04	1	0.33
Gusanos poliquetos	<i>Nereis</i> sp.	5	0.24	2.64	1.13	5	1.63
Otros	Algas clorofitas	1	0.05	0.05	0.02	2	0.65
	Algas rodófitas	2	0.10	0.08	0.03	2	0.65
	Huevos no identificados	10	0.48	0.26	0.11	4	1.30
	Huevos de pulpo	14	0.68	0.18	0.08	1	0.33
	Nemertinos	1	0.05	0.10	0.04	1	0.33
		2064	100	234.90	100	307	312.05

7.2 Descripción de la dieta por temporada hidroclimática

Temporada de lluvias

Se identificaron 56 entidades alimentarias en la temporada de lluvias que fueron agrupados en 16 categorías, donde las entidades alimentarias de mayor importancia de acuerdo al método numérico son: *P. Sanfelipensis* (23.22%), *P. hians* (10.42%) y *C. diffractus* (7.93%), con el método gravimétrico las entidades de mayor importancia fueron: *P. sanfelipensis* (19.96%), *P. hians* (8.58%) y *Pachycheles biocellatus* (7.39%), y las entidades alimentarias con mayor ocurrencia fueron: *P. sanfelipensis* (33.95%), *Alpheus* sp. (24.07%) y *P. hians* (19.75%) (Tabla 3).

Tabla 3. Entidades alimentarias de *O. hubbsorum* y contribución porcentual de acuerdo a los índices: numérico (N%), gravimétrico (W%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para la temporada de lluvias.

Categoría Alimentaria	Entidad Alimentaria	N	N%	W	W%	FO	FO%
Camarones	<i>Alpheus californiensis</i>	13	1.10	0.99	0.77	7	4.32
	<i>Alpheus normanni</i>	35	2.95	3.40	2.66	20	12.35
	<i>Alpheus panamensis</i>	5	0.42	0.53	0.41	3	1.85
	<i>Alpheus sulcatus</i>	7	0.59	0.78	0.61	3	1.85
	<i>Alpheus websteri</i>	52	4.38	4.65	3.63	29	17.90
	<i>Alpheus</i> sp.	62	5.22	6.74	5.27	39	24.07
	<i>Penaeus</i> sp.	1	0.08	0.22	0.17	1	0.62
Cangrejos ermitaños	<i>Calcinus californiensis</i>	16	1.35	3.76	2.94	13	8.02
	<i>Clibanarius</i> sp.	14	1.18	2.46	1.92	11	6.79
Cangrejos májidos	<i>Epialtus sulcirostris</i>	13	1.10	1.32	1.03	8	4.94
	<i>Herbstia pubescens</i>	24	2.02	2.51	1.96	17	10.49
	<i>Herbstia tumida</i>	48	4.04	4.92	3.85	29	17.90
	<i>Stenorhynchus debilis</i>	1	0.08	0.19	0.15	1	0.62
	<i>Microphrys triangulatus</i>	2	0.17	0.18	0.14	1	0.62
	<i>Mithraculus denticulatus</i>	7	0.59	0.87	0.68	4	2.47
Cangrejos porcelana	<i>Teleophrys cristulipes</i>	4	0.34	1.85	1.45	2	1.23
	<i>Clastocheus diffractus</i>	70	5.90	4.69	3.67	23	14.20
	<i>Megalobrachium festai</i>	36	3.03	4.03	3.15	13	8.02
	<i>Neopisosoma dohenyi</i>	29	2.44	3.47	2.72	20	12.35
	<i>Pachycheles biocellatus</i>	69	5.81	6.84	5.35	18	11.11
	<i>Pachycheles spinidactylus</i>	34	2.86	5.23	4.09	14	8.64

Ecología trófica del pulpo verde en Acapulco, Guerrero, México.

	<i>Petrolisthes agassizii</i>	43	3.62	2.47	1.93	12	7.41
	<i>Petrolisthes glasselli</i>	52	4.38	4.91	3.83	18	11.11
	<i>Petrolisthes hians</i>	92	7.75	7.94	6.21	32	19.75
	<i>Petrolisthes hirtispinosus</i>	25	2.11	2.69	2.10	12	7.41
	<i>Petrolisthes polymitus</i>	35	2.95	4.41	3.45	12	7.41
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	18	1.52	1.81	1.41	8	4.94
	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	205	17.27	18.48	14.45	55	33.95
	<i>Pisidia magdalenensis</i>	11	0.93	0.81	0.64	5	3.09
Jaibas	Restos porcelanidos	29	2.44	5.70	4.46	12	7.41
	<i>Callinectes arcuatus</i>	1	0.08	0.14	0.11	1	0.62
	<i>Achelous asper</i>	3	0.25	0.18	0.14	2	1.23
Cangrejos reales	<i>Batodaeus urinator</i>	8	0.67	0.85	0.67	5	3.09
	<i>Heteractaea lunata</i>	19	1.60	2.07	1.62	15	9.26
	<i>Panopeus rugosus</i>	8	0.67	0.97	0.76	5	3.09
	<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i>	6	0.51	0.92	0.72	5	3.09
	<i>Pilumnus sayi</i>	7	0.59	0.70	0.55	6	3.70
Balanos	<i>Tetraclita</i> sp.	1	0.08	0.02	0.01	1	0.62
Estomatópodos	<i>Neogonodactylus festae</i>	1	0.08	0.05	0.04	1	0.62
	<i>Neogonodactylus stanschi</i>	5	0.42	0.74	0.58	4	2.47
Bivalvos	<i>Mytilus</i> sp.	17	1.43	0.70	0.55	12	7.41
	Veneridae	1	0.08	0.05	0.04	1	0.62
Gasterópodos	<i>Parvanachis pygmaea</i>	1	0.08	0.01	0.01	1	0.62
	<i>Oliva</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Rissoa</i> sp.	6	0.51	0.29	0.23	5	3.09
Pulpos	<i>Octopus</i> cf. <i>hubbsorum</i>	3	0.25	0.59	0.46	3	1.85
Babosa de mar	<i>Baptodoris mimetica</i>	1	0.08	0.32	0.25	1	0.62
Peces	<i>Gobiesox adustus</i>	1	0.08	0.65	0.51	1	0.62
	<i>Thalassoma</i> sp.	1	0.08	0.43	0.33	1	0.62
	<i>Scorpaena</i> sp.	16	1.35	1.28	1.00	3	1.85
	Restos de peces	3	0.25	5.03	3.93	13	8.02
Equinodermos	Espinas de erizo	5	0.42	0.34	0.26	5	3.09
	Pepino de mar	2	0.17	0.08	0.06	2	1.23
	Estrella ofiuras	1	0.08	0.10	0.08	1	0.62
Poliquetos	<i>Nereis</i> sp.	4	0.34	2.42	1.89	4	2.47
Otros	Algas clorofitas	0	0.00	0.00	0.00	1	0.62
	Algas rodófitas	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Huevos no identificados	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Huevos de pulpo	14	1.18	0.18	0.14	1	0.62
	Nemertinos	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
		1187	100	127.93	100	162	334.57

Temporada de secas

Se identificaron 50 entidades alimentarias en la temporada de secas y las entidades alimentarias de mayor importancia de acuerdo al método numérico son: *P. sanfelipensis* (14.94%), *C. diffractus* (10.38%) y *Pisidia magdalenenses* (7.18%), con el método gravimétrico las entidades de mayor importancia fueron: *O. cf. hubbsorum* (14.46%), *P. sanfelipensis* (9.87%) y restos de porcelánidos (9.14%), y las entidades alimentarias con mayor ocurrencia fueron: *P. sanfelipensis* (26.21%), *Alpheus* sp. (22.76%) y restos de porcelánidos (19.31%) (Tabla 4).

Tabla 4. Entidades alimentarias de *O. hubbsorum* y contribución porcentual de acuerdo a los índices: numérico (N%), gravimétrico (W%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para la temporada de secas.

Categoría Alimentaria	Entidad Alimentaria	N	N%	W	W%	FO	FO%
Camarones	<i>Alpheus californiensis</i>	3	0.34	0.27	0.25	2	1.38
	<i>Alpheus normanni</i>	44	5.02	3.49	3.26	20	13.79
	<i>Alpheus panamensis</i>	1	0.11	0.08	0.07	1	0.69
	<i>Alpheus sulcatus</i>	1	0.11	0.13	0.12	1	0.69
	<i>Alpheus websteri</i>	27	3.08	3.00	2.80	14	9.66
	<i>Alpheus</i> sp.	47	5.36	4.67	4.36	33	22.76
	<i>Penaeus</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Cangrejos ermitaños	<i>Calcinus californiensis</i>	7	0.80	0.71	0.66	5	3.45
	<i>Clibanarius</i> sp.	5	0.57	0.73	0.68	4	2.76
Cangrejos májidos	<i>Epialtus sulcirostris</i>	12	1.37	0.84	0.78	8	5.52
	<i>Herbstia pubescens</i>	50	5.70	6.01	5.62	25	17.24
	<i>Herbstia tumida</i>	6	0.68	0.63	0.59	5	3.45
	<i>Stenorhynchus debilis</i>	6	0.68	1.12	1.04	2	1.38
	<i>Microphrys triangulatus</i>	5	0.57	0.61	0.57	2	1.38
	<i>Mithraculus denticulatus</i>	7	0.80	0.48	0.45	2	1.38
	<i>Teleophrys cristulipes</i>	5	0.57	0.50	0.47	3	2.07
Cangrejos porcelana	<i>Clastocheilus diffractus</i>	91	10.38	8.01	7.49	26	17.93
	<i>Megalobrachium festai</i>	4	0.46	0.30	0.28	2	1.38
	<i>Neopisosoma dohenyi</i>	34	3.88	3.40	3.18	12	8.28
	<i>Pachycheles biocellatus</i>	10	1.14	0.80	0.75	5	3.45
	<i>Pachycheles spinidactylus</i>	21	2.39	2.43	2.27	12	8.28
	<i>Petrolisthes agassizii</i>	52	5.93	5.28	4.93	16	11.03

Ecología trófica del pulpo verde en Acapulco, Guerrero, México.

	<i>Petrolisthes glasselli</i>	19	2.17	1.75	1.64	8	5.52
	<i>Petrolisthes hians</i>	37	4.22	2.82	2.63	14	9.66
	<i>Petrolisthes hirtispinosus</i>	6	0.68	0.71	0.66	2	1.38
	<i>Petrolisthes polymitus</i>	20	2.28	2.77	2.59	6	4.14
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	131	14.94	10.56	9.87	38	26.21
	<i>Pisidia magdalenensis</i>	63	7.18	5.06	4.73	21	14.48
	Restos porcelanidos	44	5.02	9.78	9.14	28	19.31
Jaibas	<i>Callinectes arcuatus</i>	2	0.23	0.09	0.09	2	1.38
	<i>Achelous asper</i>	3	0.34	0.20	0.19	3	2.07
Cangrejos reales	<i>Batodaeus urinator</i>	9	1.03	0.47	0.43	5	3.45
	<i>Heteractaea lunata</i>	6	0.68	0.45	0.42	3	2.07
	<i>Panopeus rugosus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Pilumnus sayi</i>	2	0.23	0.25	0.23	1	0.69
Balanos	<i>Tetraclita</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Estomatópodos	<i>Neogonodactylus festae</i>	4	0.46	0.41	0.39	3	2.07
	<i>Neogonodactylus stanschi</i>	2	0.23	0.18	0.17	1	0.69
Bivalvos	<i>Mytilus</i> sp.	9	1.03	0.64	0.60	9	6.21
	Veneridae	4	0.46	0.94	0.88	4	2.76
Gasterópodos	<i>Parvanachis pygmaea</i>	6	0.68	0.59	0.55	4	2.76
	<i>Oliva</i> sp.	1	0.11	0.05	0.05	1	0.69
	<i>Rissoa</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Pulpos	<i>Octopus</i> cf. <i>hubbsorum</i>	17	1.94	15.46	14.46	17	11.72
Babosa de mar	<i>Baptodoris mimetica</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Peces	<i>Gobiesox adustus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Thalassoma</i> sp.	1	0.11	0.29	0.27	1	0.69
	<i>Scorpaena</i> sp.	28	3.19	0.11	0.11	1	0.69
	Restos de peces	1	0.11	7.96	7.44	26	17.93
Equinodermos	Espinas de erizo	6	0.68	1.18	1.11	6	4.14
	Pepino de mar	3	0.34	0.11	0.10	3	2.07
	Estrella ofiuras	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Poliquetos	<i>Nereis</i> sp.	1	0.11	0.22	0.21	1	0.69
Otros	Algas clorofitas	1	0.11	0.05	0.05	1	0.69
	Algas rodófitas	2	0.23	0.08	0.07	2	1.38
	Huevos no identificados	10	1.14	0.26	0.24	4	2.76
	Huevos de pulpo	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Nemertinos	1	0.11	0.10	0.09	1	0.69
		877	100	106.97	100	145	286.90

7.3 Descripción de la dieta por sexos

Hembras

Se identificaron 55 entidades alimentarias en hembras, de las cuales, las entidades de mayor importancia de acuerdo al método numérico son: *P. sanfelipensis* (19.38%), *C. diffractus* (7.33%) y *P. hians* (6.49%), con el método gravimétrico las entidades de mayor importancia fueron: *P. sanfelipensis* (14.34%), restos de porcelánidos (7.60%) y *O. cf. hubbsorum* (6.39%), y las entidades alimentarias con mayor ocurrencia fueron: *P. sanfelipensis* (35.37%), *Alpheus* sp. (21.34%) y *C. diffractus* (16.46%) (Tabla 5).

Tabla 5. Entidades alimentarias de *O. hubbsorum* y contribución porcentual de acuerdo a los índices: numérico (N%), gravimétrico (W%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para hembras.

Categoría Alimentaria	Entidad Alimentaria	N	N%	W	W%	FO	FO%
Camarones	<i>Alpheus californiensis</i>	7.0	0.59	0.76	0.55	4.0	2.44
	<i>Alpheus normanni</i>	44.0	3.71	3.82	2.75	20.0	12.20
	<i>Alpheus panamensis</i>	6.0	0.51	0.60	0.43	4.0	2.44
	<i>Alpheus sulcatus</i>	5.0	0.42	0.60	0.43	2.0	1.22
	<i>Alpheus websteri</i>	29.0	2.44	2.64	1.90	18.0	10.98
	<i>Alpheus</i> sp.	56.0	4.72	5.55	3.99	35.0	21.34
	<i>Penaeus</i> sp.	1.0	0.08	0.22	0.16	1.0	0.61
Cangrejos ermitaños	<i>Calcinus californiensis</i>	15.0	1.26	3.44	2.47	11.0	6.71
	<i>Clibanarius</i> sp.	6.0	0.51	1.19	0.85	5.0	3.05
Cangrejos májidos	<i>Epialtus sulcirostris</i>	12.0	1.01	1.14	0.82	7.0	4.27
	<i>Herbstia pubescens</i>	44.0	3.71	5.42	3.90	23.0	14.02
	<i>Herbstia tumida</i>	33.0	2.78	3.49	2.51	21.0	12.80
	<i>Stenorhynchus debilis</i>	7.0	0.59	1.31	0.94	3.0	1.83
	<i>Microphrys triangulatus</i>	2.0	0.17	0.18	0.13	1.0	0.61
	<i>Mithraculus denticulatus</i>	3.0	0.25	0.38	0.27	2.0	1.22
	<i>Teleophrys cristulipes</i>	5.0	0.42	2.02	1.46	3.0	1.83
Cangrejos porcelana	<i>Clastocheilus diffractus</i>	87.0	7.33	6.70	4.82	27.0	16.46
	<i>Megalobrachium festai</i>	7.0	0.59	0.66	0.47	4.0	2.44
	<i>Neopisosoma dohenyi</i>	35.0	2.95	4.02	2.89	20.0	12.20
	<i>Pachycheles biocellatus</i>	58.0	4.89	5.63	4.05	14.0	8.54
	<i>Pachycheles spinidactylus</i>	49.0	4.13	7.04	5.06	21.0	12.80
	<i>Petrolisthes agassizii</i>	49.0	4.13	3.74	2.69	18.0	10.98

	<i>Petrolisthes glasselli</i>	37.0	3.12	3.69	2.66	14.0	8.54
	<i>Petrolisthes hians</i>	77.0	6.49	6.73	4.84	27.0	16.46
	<i>Petrolisthes hirtispinosus</i>	24.0	2.02	2.48	1.78	10.0	6.10
	<i>Petrolisthes polymitus</i>	38.0	3.20	5.64	4.06	11.0	6.71
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	7.0	0.59	0.83	0.60	3.0	1.83
	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	230.0	19.38	19.93	14.34	58.0	35.37
	<i>Pisidia magdalenensis</i>	49.0	4.13	3.91	2.81	17.0	10.37
	Restos porcelanidos	37.0	3.12	10.56	7.60	21.0	12.80
Jaibas	<i>Callinectes arcuatus</i>	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
	<i>Achelous asper</i>	3.0	0.25	0.24	0.17	3.0	1.83
Cangrejos reales	<i>Batodaeus urinator</i>	9.0	0.76	0.52	0.37	5.0	3.05
	<i>Heteractaea lunata</i>	10.0	0.84	1.08	0.78	7.0	4.27
	<i>Panopeus rugosus</i>	5.0	0.42	0.52	0.38	3.0	1.83
	<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i>	3.0	0.25	0.51	0.37	2.0	1.22
	<i>Pilumnus sayi</i>	6.0	0.51	0.58	0.42	5.0	3.05
Balanos	<i>Tetraclita</i> sp.	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
Estomatópodos	<i>Neogonodactylus festae</i>	1.0	0.08	0.05	0.04	1.0	0.61
	<i>Neogonodactylus stanschi</i>	7.0	0.59	0.92	0.66	5.0	3.05
Bivalvos	<i>Mytilus</i> sp.	20.0	1.68	1.02	0.73	15.0	9.15
	Veneridae	3.0	0.25	0.86	0.62	3.0	1.83
Gasterópodos	<i>Parvanachis pygmaea</i>	5.0	0.42	0.23	0.16	3.0	1.83
	<i>Oliva</i> sp.	1.0	0.08	0.05	0.04	1.0	0.61
	<i>Rissoa</i> sp.	2.0	0.17	0.08	0.06	2.0	1.22
Pulpos	<i>Octopus</i> cf. <i>hubbsorum</i>	11.0	0.93	8.88	6.39	11.0	6.71
Babosa de mar	<i>Baptodoris mimetica</i>	1.0	0.08	0.32	0.23	1.0	0.61
Peces	<i>Gobiesox adustus</i>	1.0	0.08	0.65	0.47	1.0	0.61
	<i>Thalassoma</i> sp.	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
	<i>Scorpaena</i> sp.	18.0	1.52	0.08	0.06	1.0	0.61
	Restos de peces	1.0	0.08	6.68	4.81	15.0	9.15
Equinodermos	Espinas de erizo	7.0	0.59	0.64	0.46	7.0	4.27
	Pepino de mar	1.0	0.08	0.03	0.02	1.0	0.61
	Estrella ofiuras	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
Poliquetos	<i>Nereis</i> sp.	1.0	0.08	0.30	0.22	1.0	0.61
Otros	Algas clorofitas	1.0	0.08	0.05	0.04	1.0	0.61
	Algas rodófitas	1.0	0.08	0.05	0.04	1.0	0.61
	Huevos no identificados	9.0	0.76	0.24	0.17	3.0	1.83
	Huevos de pulpo	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
	Nemertinos	1.0	0.08	0.10	0.07	1.0	0.61
		1187	100	138.97	100	164	319.51

Machos

Se identificaron 52 entidades alimentarias en machos y las entidades alimentarias de mayor importancia de acuerdo al método numérico son: *P. sanfelipensis* (12.09%), *C. diffractus* (8.44%) y *Alpheus* sp. (6.04%), con el método gravimétrico las entidades de mayor importancia fueron: *P. sanfelipensis* (9.50%), *O. cf. hubbsorum* (7.48%) y restos de peces (6.57%), y las entidades alimentarias con mayor ocurrencia fueron: *Alpheus* sp. (25.87%), *P. sanfelipensis* (24.48%) y *A. websteri* (17.48%) (Tabla 6).

Tabla 6. Entidades alimentarias de *O. hubbsorum* y contribución porcentual de acuerdo a los índices: numérico (N%), gravimétrico (W%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para machos.

Categoría Alimentaria	Entidad Alimentaria	N	N%	W	W%	FO	FO%
Camarones	<i>Alpheus californiensis</i>	9.0	1.03	0.50	0.52	5.0	3.50
	<i>Alpheus normanni</i>	35.0	3.99	3.07	3.20	20.0	13.99
	<i>Alpheus panamensis</i>	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
	<i>Alpheus sulcatus</i>	3.0	0.34	0.30	0.31	2.0	1.40
	<i>Alpheus websteri</i>	50.0	5.70	5.01	5.22	25.0	17.48
	<i>Alpheus</i> sp.	53.0	6.04	5.86	6.11	37.0	25.87
	<i>Penaeus</i> sp.	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
Cangrejos ermitaños	<i>Calcinus californiensis</i>	8.0	0.91	1.03	1.08	7.0	4.90
	<i>Clibanarius</i> sp.	13.0	1.48	2.01	2.09	10.0	6.99
Cangrejos májidos	<i>Epialtus sulcirostris</i>	13.0	1.48	1.02	1.06	9.0	6.29
	<i>Herbstia pubescens</i>	30.0	3.42	3.10	3.23	19.0	13.29
	<i>Herbstia tumida</i>	21.0	2.39	2.06	2.14	13.0	9.09
	<i>Stenorhynchus debilis</i>	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
	<i>Microphrys triangulatus</i>	5.0	0.57	0.61	0.63	2.0	1.40
	<i>Mithraculus denticulatus</i>	11.0	1.25	0.96	1.00	4.0	2.80
	<i>Teleophrys cristulipes</i>	4.0	0.46	0.33	0.34	2.0	1.40
Cangrejos porcelana	<i>Clastocheilus diffractus</i>	74.0	8.44	6.01	6.27	22.0	15.38
	<i>Megalobrachium festai</i>	33.0	3.76	3.67	3.83	11.0	7.69
	<i>Neopisosoma dohenyi</i>	28.0	3.19	2.86	2.98	12.0	8.39
	<i>Pachycheles biocellatus</i>	21.0	2.39	2.01	2.09	9.0	6.29
	<i>Pachycheles spinidactylus</i>	6.0	0.68	0.63	0.65	5.0	3.50
	<i>Petrolisthes agassizii</i>	46.0	5.25	4.01	4.18	10.0	6.99
	<i>Petrolisthes glasselli</i>	34.0	3.88	2.97	3.09	12.0	8.39

Ecología trófica del pulpo verde en Acapulco, Guerrero, México.

	<i>Petrolisthes hians</i>	52.0	5.93	4.03	4.20	19.0	13.29
	<i>Petrolisthes hirtispinosus</i>	7.0	0.80	0.92	0.95	4.0	2.80
	<i>Petrolisthes polymitus</i>	17.0	1.94	1.54	1.61	7.0	4.90
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	11.0	1.25	0.98	1.02	5.0	3.50
	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	106.0	12.09	9.11	9.50	35.0	24.48
	<i>Pisidia magdalenensis</i>	25.0	2.85	1.96	2.04	9.0	6.29
	Restos porcelanidos	36.0	4.10	4.92	5.12	19.0	13.29
Jaibas	<i>Callinectes arcuatus</i>	3.0	0.34	0.23	0.24	3.0	2.10
	<i>Achelous asper</i>	3.0	0.34	0.14	0.14	2.0	1.40
Cangrejos reales	<i>Batodaeus urinator</i>	8.0	0.91	0.80	0.83	5.0	3.50
	<i>Heteractaea lunata</i>	15.0	1.71	1.43	1.49	11.0	7.69
	<i>Panopeus rugosus</i>	3.0	0.34	0.44	0.46	2.0	1.40
	<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i>	3.0	0.34	0.41	0.42	3.0	2.10
	<i>Pilumnus sayi</i>	3.0	0.34	0.36	0.37	2.0	1.40
Balanos	<i>Tetraclita</i> sp.	1.0	0.11	0.02	0.02	1.0	0.70
Estomatópodos	<i>Neogonodactylus festae</i>	4.0	0.46	0.41	0.43	3.0	2.10
	<i>Neogonodactylus stanschi</i>	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
Bivalvos	<i>Mytilus</i> sp.	6.0	0.68	0.32	0.34	6.0	4.20
	Veneridae	2.0	0.23	0.13	0.14	2.0	1.40
Gasterópodos	<i>Parvanachis pygmaea</i>	2.0	0.23	0.37	0.39	2.0	1.40
	<i>Oliva</i> sp.	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
	<i>Rissoa</i> sp.	4.0	0.46	0.21	0.22	3.0	2.10
Pulpos	<i>Octopus</i> cf. <i>hubbsorum</i>	9.0	1.03	7.18	7.48	9.0	6.29
Babosa de mar	<i>Baptodoris mimetica</i>	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
Peces	<i>Gobiesox adustus</i>	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
	<i>Thalassoma</i> sp.	2.0	0.23	0.71	0.74	2.0	1.40
	<i>Scorpaena</i> sp.	26.0	2.96	1.31	1.37	3.0	2.10
	Restos de peces	3.0	0.34	6.31	6.57	24.0	16.78
Equinodermos	Espinas de erizo	4.0	0.46	0.88	0.92	4.0	2.80
	Pepino de mar	4.0	0.46	0.16	0.17	4.0	2.80
	Estrella ofiuras	1.0	0.11	0.10	0.10	1.0	0.70
Poliquetos	<i>Nereis</i> sp.	4.0	0.46	2.34	2.44	4.0	2.80
Otros	Algas clorofitas	0.0	0.00	0.00	0.00	1.0	0.70
	Algas rodófitas	1.0	0.11	0.03	0.03	1.0	0.70
	Huevos no identificados	1.0	0.11	0.02	0.02	1.0	0.70
	Huevos de pulpo	14.0	1.60	0.18	0.19	1.0	0.70
	Nemertinos	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00
		877	100	95.92	100	143	303.50

7.4 Descripción de la dieta por clases de talla

Clase de talla 1

Se identificaron 24 entidades alimentarias en la clase de talla 1, y las entidades alimentarias de mayor importancia de acuerdo al método numérico son: *P. sanfelipensis* (35.71%), *Alpheus* sp. (18.57%) y restos de porcelánidos (12.86%), con el método gravimétrico las entidades de mayor importancia fueron: *P. sanfelipensis* (23.41%), *O. cf. hubbsorum* (21.30%) y *Alpheus* sp. (19.67%), y las entidades alimentarias con mayor ocurrencia fueron: *P. sanfelipensis* (25.81%), *Alpheus* sp. (25.81%) y restos de porcelánidos (16.13%) (Tabla 7).

Tabla 7. Entidades alimentarias de *O. hubbsorum* y contribución porcentual de acuerdo a los índices: numérico (N%), gravimétrico (W%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para la clase de talla 1.

Categoría Alimentaria	Entidad Alimentaria	N	N%	W	W%	FO	FO%
Camarones	<i>Alpheus californiensis</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Alpheus normanni</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Alpheus panamensis</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Alpheus sulcatus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Alpheus websteri</i>	4	3.85	0.33	3.25	3	9.68
	<i>Alpheus</i> sp.	13	12.50	1.31	13.03	8	25.81
	<i>Penaeus</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Cangrejos ermitaños	<i>Calcinus californiensis</i>	2	1.92	0.25	2.44	1	3.23
	<i>Clibanarius</i> sp.	3	2.88	0.50	4.98	2	6.45
Cangrejos májidos	<i>Epialtus sulcirostris</i>	6	5.77	0.40	3.97	3	9.68
	<i>Herbstia pubescens</i>	6	5.77	0.61	6.10	4	12.90
	<i>Herbstia tumida</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Stenorhynchus debilis</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Microphrys triangulatus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Mithraculus denticulatus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Teleophrys cristulipes</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Cangrejos porcelana	<i>Clastocheilus diffractus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Megalobrachium festai</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Neopisosoma dohenyi</i>	3	2.88	0.18	1.77	2	6.45
	<i>Pachycheles biocellatus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Pachycheles spinidactylus</i>	2	1.92	0.20	1.96	1	3.23

Ecología trófica del pulpo verde en Acapulco, Guerrero, México.

	<i>Petrolisthes agassizii</i>	4	3.85	0.31	3.11	2	6.45
	<i>Petrolisthes glasselli</i>	3	2.88	0.43	4.29	1	3.23
	<i>Petrolisthes hians</i>	3	2.88	0.29	2.90	1	3.23
	<i>Petrolisthes hirtispinosus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Petrolisthes polymitus</i>	4	3.85	0.25	2.47	2	6.45
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	25	24.04	1.56	15.51	8	25.81
	<i>Pisidia magdalenensis</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Jaibas	Restos porcelanidos	9	8.65	0.99	9.89	5	16.13
	<i>Callinectes arcuatus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Achelous asper</i>	1	0.96	0.01	0.12	1	3.23
Cangrejos reales	<i>Batodaeus urinator</i>	1	0.96	0.02	0.15	1	3.23
	<i>Heteractaea lunata</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Panopeus rugosus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Pilumnus sayi</i>	3	2.88	0.29	2.85	2	6.45
Balanos	<i>Tetraclita</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Estomatópodos	<i>Neogonodactylus festae</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Neogonodactylus stanschi</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Bivalvos	<i>Mytilus</i> sp.	2	1.92	0.06	0.61	2	6.45
	Veneridae	2	1.92	0.13	1.29	2	6.45
Gasterópodos	<i>Parvanachis pygmaea</i>	1	0.96	0.05	0.50	1	3.23
	<i>Oliva</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Rissoa</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Pulpos	<i>Octopus</i> cf. <i>hubbsorum</i>	2	1.92	1.42	14.10	2	6.45
Babosa de mar	<i>Baptodoris mimetica</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Peces	<i>Gobiesox adustus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Thalassoma</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Scorpaena</i> sp.	3	2.88	0.00	0.00	0	0.00
	Restos de peces	0	0.00	0.42	4.20	3	9.68
Equinodermos	Espinas de erizo	1	0.96	0.04	0.42	1	3.23
	Pepino de mar	1	0.96	0.01	0.10	1	3.23
	Estrella ofiuras	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Poliquetos	<i>Nereis</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Otros	Algas clorofitas	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Algas rodófitas	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Huevos no identificados	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Huevos de pulpo	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Nemertinos	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
		104	100	10.05	100	31	190.32

Clase de talla 2

Se identificaron 54 entidades alimentarias en la clase de talla 2, y las entidades alimentarias de mayor importancia de acuerdo al método numérico son: *P. sanfelipensis* (18.84%), *P. hians* (10.16%) y *C. diffractus* (10.04%), con el método gravimétrico las entidades de mayor importancia fueron: *P. sanfelipensis* (14.75%), restos de porcelanidos (9.44%) y *O. cf. hubbsorum* (8.40%), y las entidades alimentarias con mayor ocurrencia fueron: *Alpheus* sp. (24.61%), *P. sanfelipensis* (24.08%) y *C. diffractus* (16.23%) (Tabla 8).

Tabla 8. Entidades alimentarias de *O. hubbsorum* y contribución porcentual de acuerdo a los índices: numérico (N%), gravimétrico (W%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para la clase de talla 2.

Categoría Alimentaria	Entidad Alimentaria	N	N%	W	W%	FO	FO%
Camarones	<i>Alpheus californiensis</i>	11	0.99	0.99	0.82	7	3.66
	<i>Alpheus normanni</i>	44	3.97	3.99	3.30	26	13.61
	<i>Alpheus panamensis</i>	1	0.09	0.16	0.13	1	0.52
	<i>Alpheus sulcatus</i>	5	0.45	0.55	0.46	2	1.05
	<i>Alpheus websteri</i>	50	4.52	4.72	3.91	28	14.66
	<i>Alpheus</i> sp.	68	6.14	7.12	5.90	47	24.61
	<i>Penaeus</i> sp.	1	0.09	0.22	0.18	1	0.52
Cangrejos ermitaños	<i>Calcinus californiensis</i>	12	1.08	2.65	2.19	11	5.76
	<i>Clibanarius</i> sp.	11	0.99	1.99	1.65	8	4.19
Cangrejos májidos	<i>Epialtus sulcirostris</i>	9	0.81	0.90	0.75	7	3.66
	<i>Herbstia pubescens</i>	35	3.16	3.67	3.04	23	12.04
	<i>Herbstia tumida</i>	37	3.34	3.98	3.30	24	12.57
	<i>Stenorhynchus debilis</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Microphrys triangulatus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Mithraculus denticulatus</i>	11	0.99	1.06	0.88	4	2.09
	<i>Teleophrys cristulipes</i>	5	0.45	0.50	0.41	3	1.57
Cangrejos porcelana	<i>Clastocheus diffractus</i>	81	7.32	6.46	5.35	31	16.23
	<i>Megalobrachium festai</i>	25	2.26	2.93	2.43	10	5.24
	<i>Neopisosoma dohenyi</i>	38	3.43	4.14	3.44	20	10.47
	<i>Pachycheles biocellatus</i>	23	2.08	2.20	1.82	11	5.76
	<i>Pachycheles spinidactylus</i>	17	1.54	1.75	1.45	12	6.28
	<i>Petrolisthes agassizii</i>	67	6.05	5.27	4.37	20	10.47

Ecología trófica del pulpo verde en Acapulco, Guerrero, México.

	<i>Petrolisthes glasselli</i>	46	4.16	4.28	3.55	19	9.95
	<i>Petrolisthes hians</i>	82	7.41	6.40	5.30	31	16.23
	<i>Petrolisthes hirtispinosus</i>	16	1.45	1.64	1.36	8	4.19
	<i>Petrolisthes polymitus</i>	20	1.81	2.16	1.79	9	4.71
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	12	1.08	1.25	1.03	5	2.62
	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	152	13.73	13.00	10.78	46	24.08
	<i>Pisidia magdalenensis</i>	44	3.97	3.55	2.94	17	8.90
	Restos porcelanidos	38	3.43	8.32	6.90	26	13.61
Jaibas	<i>Callinectes arcuatus</i>	2	0.18	0.22	0.18	2	1.05
	<i>Achelous asper</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Cangrejos reales	<i>Batodaeus urinator</i>	15	1.36	1.19	0.99	8	4.19
	<i>Heteractaea lunata</i>	16	1.45	1.58	1.31	11	5.76
	<i>Panopeus rugosus</i>	3	0.27	0.31	0.26	2	1.05
	<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i>	2	0.18	0.21	0.18	2	1.05
	<i>Pilumnus sayi</i>	5	0.45	0.54	0.45	4	2.09
Balanos	<i>Tetraclita</i> sp.	1	0.09	0.02	0.01	1	0.52
Estomatópodos	<i>Neogonodactylus festae</i>	3	0.27	0.25	0.21	2	1.05
	<i>Neogonodactylus stanschi</i>	5	0.45	0.74	0.61	4	2.09
Bivalvos	<i>Mytilus</i> sp.	18	1.63	1.04	0.86	15	7.85
	Veneridae	3	0.27	0.86	0.71	3	1.57
Gasterópodos	<i>Parvanachis pygmaea</i>	4	0.36	0.49	0.40	2	1.05
	<i>Oliva</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Rissoa</i> sp.	3	0.27	0.14	0.12	3	1.57
Pulpos	<i>Octopus</i> cf. <i>hubbsorum</i>	8	0.72	7.40	6.14	8	4.19
Babosa de mar	<i>Baptodoris mimetica</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Peces	<i>Gobiesox adustus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	<i>Thalassoma</i> sp.	1	0.09	0.29	0.24	1	0.52
	<i>Scorpaena</i> sp.	21	1.90	0.08	0.06	1	0.52
	Restos de peces	1	0.09	5.46	4.53	21	10.99
Equinodermos	Espinas de erizo	6	0.54	0.84	0.70	6	3.14
	Pepino de mar	3	0.27	0.13	0.11	3	1.57
	Estrella ofiuras	1	0.09	0.10	0.08	1	0.52
Poliquetos	<i>Nereis</i> sp.	4	0.36	2.34	1.94	4	2.09
Otros	Algas clorofitas	1	0.09	0.05	0.04	2	1.05
	Algas rodófitas	2	0.18	0.08	0.06	2	1.05
	Huevos no identificados	3	0.27	0.18	0.15	3	1.57
	Huevos de pulpo	14	1.26	0.18	0.15	1	0.52
	Nemertinos	1	0.09	0.10	0.08	1	0.52
		1107	100	120.63	100	191	298.43

Clase de talla 3

Se identificaron 52 entidades alimentarias en la clase de talla 3, y las entidades alimentarias de mayor importancia de acuerdo al método numérico son: *P. sanfelipensis* (24.20%), *C. diffractus* (12.18%), *P. biocellatus* (8.52%), con el método gravimétrico las entidades de mayor importancia fueron: *P. sanfelipensis* (17.76%), *O. cf. hubbsorum* (8.87%) y restos de peces (8.72%), y las entidades alimentarias con mayor ocurrencia fueron: *P. sanfelipensis* (45.88%), *C. diffractus* (21.18%) y *Alpheus* sp. (20.00%) (Tabla 9).

Tabla 9. Entidades alimentarias de *O. hubbsorum* y contribución porcentual de acuerdo a los índices: numérico (N%), gravimétrico (W%) y frecuencia de ocurrencia (FO%) para la clase de talla 3.

Categoría Alimentaria	Entidad Alimentaria	N	N%	W	W%	FO	FO%
Camarones	<i>Alpheus californiensis</i>	5	0.59	0.28	0.26	2	2.35
	<i>Alpheus normanni</i>	35	4.10	2.90	2.78	14	16.47
	<i>Alpheus panamensis</i>	5	0.59	0.45	0.43	3	3.53
	<i>Alpheus sulcatus</i>	3	0.35	0.35	0.34	2	2.35
	<i>Alpheus websteri</i>	25	2.93	2.59	2.49	12	14.12
	<i>Alpheus</i> sp.	28	3.28	2.97	2.85	17	20.00
	<i>Penaeus</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Cangrejos ermitaños	<i>Calcinus californiensis</i>	9	1.06	1.58	1.51	6	7.06
	<i>Clibanarius</i> sp.	5	0.59	0.70	0.67	5	5.88
Cangrejos májidos	<i>Epialtus sulcirostris</i>	10	1.17	0.86	0.82	6	7.06
	<i>Herbstia pubescens</i>	33	3.87	4.23	4.06	15	17.65
	<i>Herbstia tumida</i>	17	1.99	1.57	1.50	10	11.76
	<i>Stenorhynchus debilis</i>	7	0.82	1.31	1.25	3	3.53
	<i>Microphrys triangulatus</i>	7	0.82	0.79	0.75	3	3.53
	<i>Mithraculus denticulatus</i>	3	0.35	0.28	0.27	2	2.35
Cangrejos porcelana	<i>Teleophrys cristulipes</i>	4	0.47	1.85	1.77	2	2.35
	<i>Clastocheilus diffractus</i>	80	9.38	6.25	6.00	18	21.18
	<i>Megalobrachium festai</i>	15	1.76	1.40	1.34	5	5.88
	<i>Neopisosoma dohenyi</i>	22	2.58	2.55	2.45	10	11.76
	<i>Pachycheles biocellatus</i>	56	6.57	5.44	5.22	12	14.12
	<i>Pachycheles spinidactylus</i>	36	4.22	5.72	5.49	13	15.29
	<i>Petrolisthes agassizii</i>	24	2.81	2.17	2.08	6	7.06

Ecología trófica del pulpo verde en Acapulco, Guerrero, México.

	<i>Petrolisthes glasselli</i>	22	2.58	1.95	1.87	6	7.06
	<i>Petrolisthes hians</i>	44	5.16	4.07	3.91	14	16.47
	<i>Petrolisthes hirtispinosus</i>	15	1.76	1.76	1.68	6	7.06
	<i>Petrolisthes polymitus</i>	31	3.63	4.77	4.58	7	8.24
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	6	0.70	0.56	0.54	3	3.53
	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	159	18.64	14.48	13.90	39	45.88
	<i>Pisidia magdalenensis</i>	30	3.52	2.32	2.22	9	10.59
	Restos porcelanidos	26	3.05	6.17	5.92	9	10.59
Jaibas	<i>Callinectes arcuatus</i>	1	0.12	0.02	0.01	1	1.18
	<i>Achelous asper</i>	5	0.59	0.37	0.35	4	4.71
Cangrejos reales	<i>Batodaeus urinator</i>	1	0.12	0.11	0.11	1	1.18
	<i>Heteractaea lunata</i>	9	1.06	0.94	0.90	7	8.24
	<i>Panopeus rugosus</i>	5	0.59	0.66	0.63	3	3.53
	<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i>	4	0.47	0.70	0.67	3	3.53
	<i>Pilumnus sayi</i>	1	0.12	0.12	0.11	1	1.18
Balanos	<i>Tetraclita</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Estomatópodos	<i>Neogonodactylus festae</i>	2	0.23	0.22	0.21	2	2.35
	<i>Neogonodactylus stanschi</i>	2	0.23	0.18	0.17	1	1.18
Bivalvos	<i>Mytilus</i> sp.	6	0.70	0.24	0.23	4	4.71
	Veneridae	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Gasterópodos	<i>Parvanachis pygmaea</i>	2	0.23	0.06	0.06	2	2.35
	<i>Oliva</i> sp.	1	0.12	0.05	0.05	1	1.18
	<i>Rissoa</i> sp.	3	0.35	0.15	0.14	2	2.35
Pulpos	<i>Octopus</i> cf. <i>hubbsorum</i>	10	1.17	7.23	6.94	10	11.76
Babosa de mar	<i>Baptodoris mimetica</i>	1	0.12	0.32	0.31	1	1.18
Peces	<i>Gobiesox adustus</i>	1	0.12	0.65	0.63	1	1.18
	<i>Thalassoma</i> sp.	1	0.12	0.43	0.41	1	1.18
	<i>Scorpaena</i> sp.	20	2.34	1.31	1.26	3	3.53
	Restos de peces	3	0.35	7.11	6.82	15	17.65
Equinodermos	Espinas de erizo	4	0.47	0.64	0.61	4	4.71
	Pepino de mar	1	0.12	0.05	0.05	1	1.18
	Estrella ofiuras	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Poliquetos	<i>Nereis</i> sp.	1	0.12	0.30	0.29	1	1.18
Otros	Algas clorofitas	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Algas rodófitas	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Huevos no identificados	7	0.82	0.08	0.08	1	1.18
	Huevos de pulpo	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	Nemertinos	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
		853	100	104.22	100	85	387.06

7.5 Índices ecológicos

Estrategia alimentaria

De acuerdo con el índice de Smith, se observa que la estrategia alimentaria de *O. hubbsorum* es de tipo generalista, ya que los valores obtenidos oscilan entre 0.79 y 0.87, tanto en la dieta general como para las dietas entre temporadas hidroclicmáticas, sexos y clases de talla.

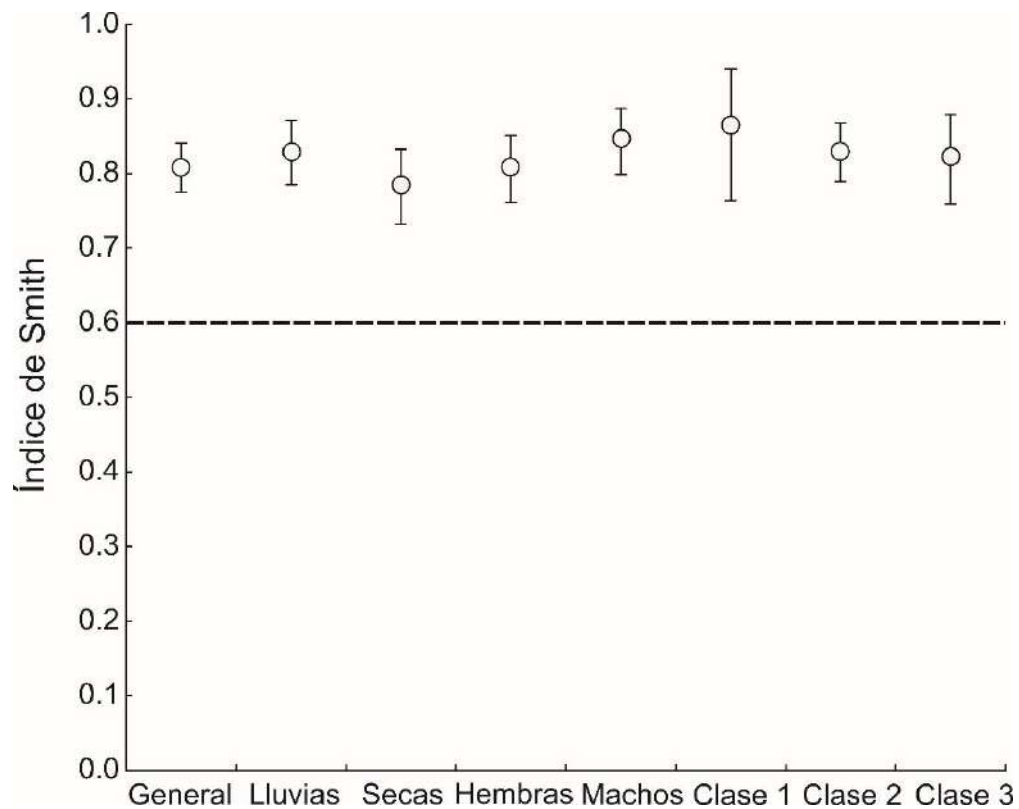


Figura 3. Valores promedio del índice de Smith (\pm 95% intervalo de confianza) de acuerdo a la dieta general, por temporadas hidroclicmáticas, sexos y clases de talla.

Superposición alimentaria

El índice de Pianka muestra valores elevados de traslape ($>.70$) entre las clases de talla 2 y 3 de hembras y machos, y se observa una baja superposición entre las clases de talla 1 en la temporada de lluvias, mientras que en temporada de secas, se observa una superposición elevada entre las tres clases de tallas de ambos sexos, compartiendo un número mayor de entidades alimentarias.

Tabla 10. Valores del índice de Pianka para cada clase de talla (1-2-3), sexo (H-M) y entidades alimentarias compartidas para la temporada de lluvias, mostrando en negritas las superposiciones altas.

Sexo\Clase	H 1	H 2	H 3	M 1	M 2	M 3
H 1	-	7	7	4	7	7
H 2	0.34	-	42	4	36	32
H 3	0.16	0.83	-	4	30	30
M 1	0.16	0.33	0.20	-	4	4
M 2	0.29	0.79	0.69	0.27	-	35
M 3	0.45	0.77	0.70	0.19	0.75	-

Tabla 11. Valores del índice de Pianka para cada clase de talla (1-2-3), sexo (H-M) y entidades alimentarias compartidas para la temporada de secas, mostrando en negritas las superposiciones altas.

Sexo\Clase	H 1	H 2	H 3	M 1	M 2	M 3
H 1	-	10	10	10	10	10
H 2	0.77	-	33	18	33	31
H 3	0.72	0.74	-	18	36	31
M 1	0.74	0.77	0.63	-	18	18
M 2	0.64	0.80	0.61	0.72	-	36
M 3	0.70	0.76	0.63	0.55	0.67	-

7.6 Asociaciones alimentarias

Con base al análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), la asociación de entidades alimentarias presenta un patrón relacionado principalmente con las temporadas hidroclimáticas y de manera secundaria por las clases de talla (Fig. 4). Se observó un patrón de similitud en las asociaciones de entidades que componen la dieta para cada temporada hidroclimática, sin embargo, la composición de la dieta de la clase de talla 1 muestra una diferenciación dentro de cada temporada, respecto a las clases de tallas mayores. El análisis (clúster) presentó un patrón similar al observado en el (nMDS).

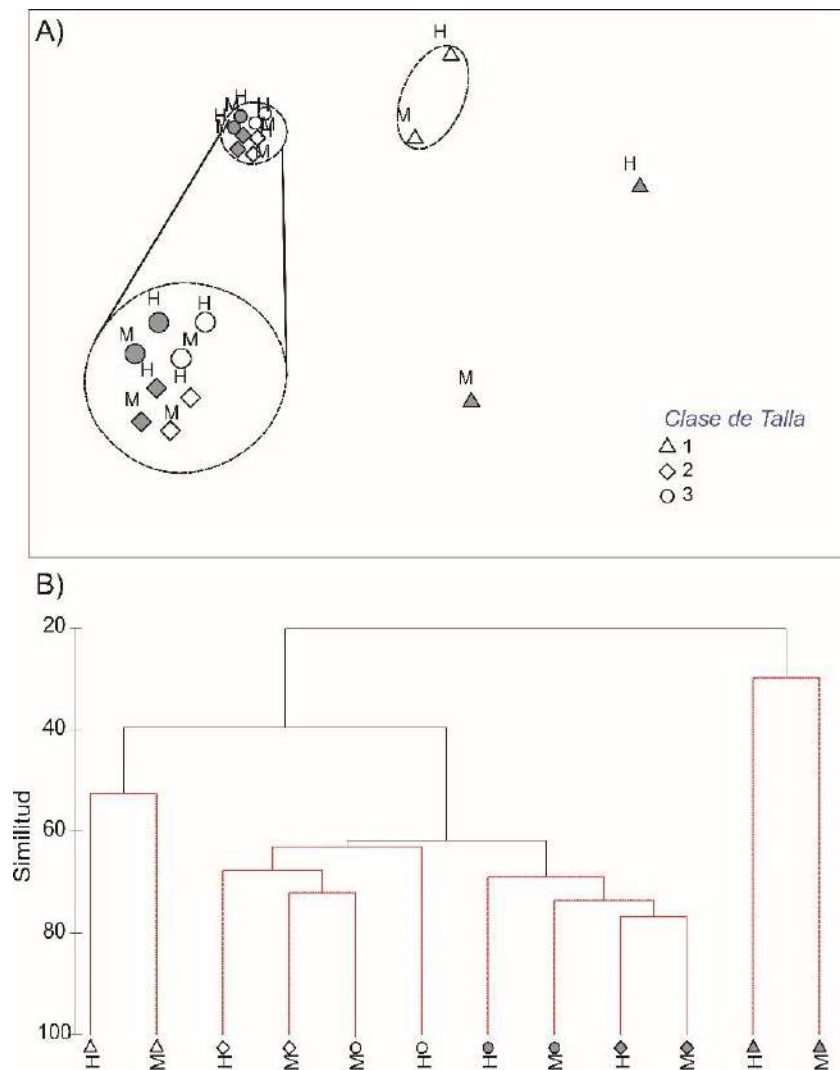


Figura 4. A) Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y B) análisis de clasificación numérica (clúster) de entidades alimentarias presentada para lluvias (símbolos con relleno) y secas (símbolos sin relleno), sexos y clases de talla.

De acuerdo con el análisis de similitud (SIMPER) entre los ítems alimentarios de la dieta de *O. hubbsorum*, cinco entidades alimentarias que presentan mayor contribución, son las que tipifican las asociaciones de entidades alimentarias en temporadas hidroclimáticas, sexo y clase de talla (Tabla 12). El análisis ANOSIM no mostró diferencias entre temporadas hidroclimáticas y sexos (R Global= 0.148 y -0.063), pero si mostró diferencias significativas entre las clases de talla 1-2 (R= 0.479; p=0.029) y 1-3 (R= 0.448; p=0.0.29).

Tabla 12. Contribución de la similitud resultante del análisis SIMPER, presentando las entidades alimentarias con mayor contribución por temporadas hidroclimáticas, sexos y clases de talla.

Ítems alimentarios	Lluvias	Secas	Hembras	Machos	Clase 1	Clase 2	Clase 3
<i>Alpheus</i> sp.	12.36	12.42	9.62	18.18	28.31	15.4	5.46
<i>Clastoechochus diffractus</i>	0	10.82	7.1	9.38	0	9.56	10.15
<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>	31.08	20.94	35.72	19.05	37.14	20.12	41.53
Restos de peces	0	9.22	0	8.36	4.53	0	6.12
Restos de porcelánidos	0	11.91	4.09	0	13.59	6.07	0

7.7 Isótopos estables

Fueron analizadas un total 48 muestras de tejido muscular del pulpo *O. hubbsorum*, y los valores isotópicos presentaron un promedio general de $\delta^{13}\text{C}$ -14.96‰ (± 0.08) y $\delta^{15}\text{N}$ 13.02 ‰ (± 0.09), mientras que entre temporadas los valores fueron de $\delta^{13}\text{C}$ -15.11 ‰ (± 0.13) y $\delta^{15}\text{N}$ ‰ 13.25 (± 0.14) para lluvias, $\delta^{13}\text{C}$ -14.80 ‰ (± 0.08) y $\delta^{15}\text{N}$ 12.78 ‰ (± 0.10) para secas, en cuanto a los sexos fueron de $\delta^{13}\text{C}$ -14.91 ‰ (± 0.10) y $\delta^{15}\text{N}$ 12.84 ‰ (± 0.14) para hembras, $\delta^{13}\text{C}$ -15.02 ‰ (± 0.13) y $\delta^{15}\text{N}$ 13.24 ‰ (± 0.11) para machos, y de acuerdo a las clases de tallas van de $\delta^{13}\text{C}$ -14.85‰ (± 0.13) y $\delta^{15}\text{N}$ 13.03 ‰ (± 0.15) para la clase 1, $\delta^{13}\text{C}$ -14.95 ‰ (± 0.15) y $\delta^{15}\text{N}$ 13.14 ‰ (± 0.14) para la clase 2, y $\delta^{13}\text{C}$ -15.01 ‰ (± 0.12) y $\delta^{15}\text{N}$ 13.03 ‰ (± 0.15) para la clase 3 (Fig. 5).

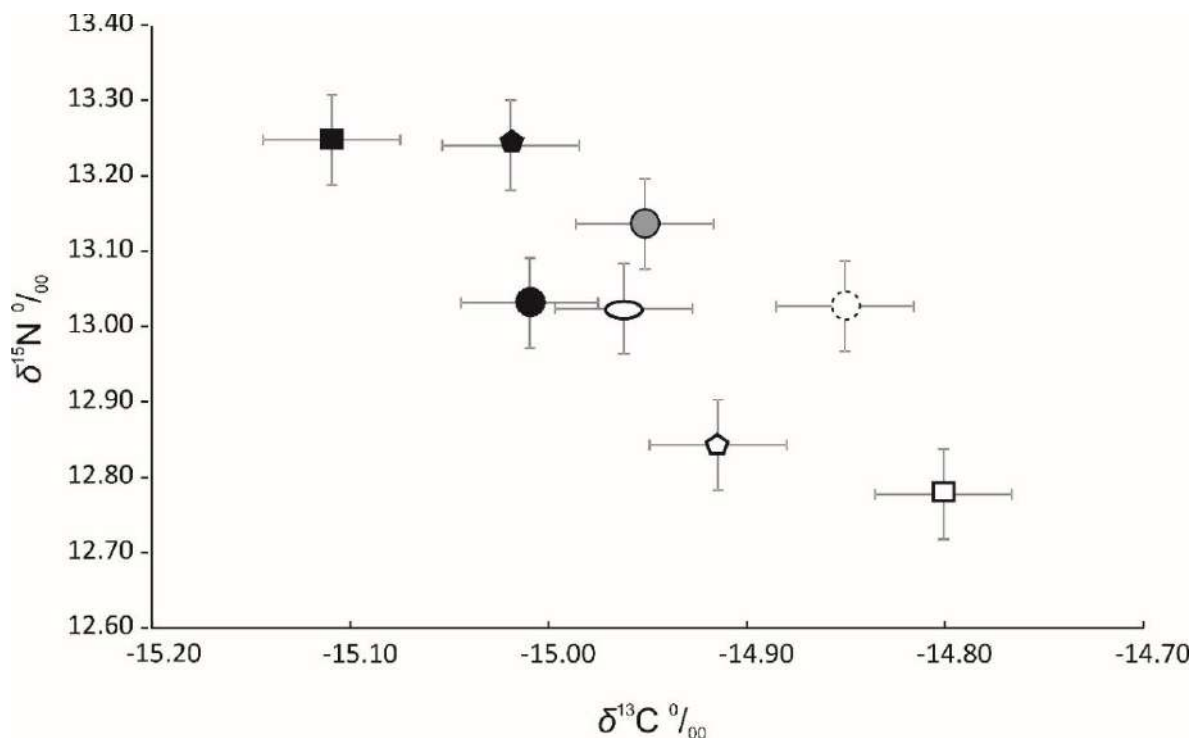


Figura 5. Valor medio y error estándar de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de *O. hubbsorum* de manera general (○), temporadas hidroclimáticas (lluvias■ y secas□), sexos (Hembras◊ y Machos◆), y clases de talla (clase 1◌, clase2 ○ y clase 3 ●).

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) de 3 vías, se observó una interacción significativa del $\delta^{13}\text{C}$ entre temporada y clases de talla, específicamente se observó diferencia de la clase 3 entre lluvias y secas (Tukey= 0.035), y de acuerdo al $\delta^{15}\text{N}$, se observaron diferencias significativas entre la temporada de lluvias y secas (Tabla 13).

Tabla 13. Análisis de varianza de 3 vías, comparando los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre temporadas hidroclimáticas, sexos y clases de talla, significancia ($p < 0.05$) marcada en negritas.

	g.l.	$\delta^{13}\text{C}$				$\delta^{15}\text{N}$			
		SC	SM	F	p	SC	SM	F	p
Temporada	1	0.272	0.272	1.22	0.277	2.648	2.648	6.87	0.013
Sexo	1	0.000	0.000	0.00	0.996	0.929	0.929	2.41	0.130
Clase	2	0.144	0.072	0.32	0.726	0.407	0.204	0.53	0.595
Temporada*Sexo	1	0.088	0.088	0.40	0.534	0.124	0.124	0.32	0.574
Temporada *Clase	2	2.693	1.346	6.05	0.006	0.037	0.019	0.05	0.953
Sexo*Clase	2	0.635	0.317	1.43	0.255	0.037	0.018	0.05	0.954
Temporada*Sexo*Clase	2	0.359	0.179	0.81	0.455	0.102	0.051	0.13	0.876

7.8 Nivel trófico

El nivel trófico obtenido mediante el contenido estomacal, *O. hubbsorum* presentó un rango de 3.57 a 3.72, y con base a los valores isotópicos, se encuentra en el rango de 3.52 a 3.86 de manera general y de acuerdo a las temporadas hidroclimáticas, sexos y clases de talla (Tabla 14).

Tabla 14. Niveles tróficos de la especie *O. hubbsorum* de manera general y para cada temporada hidroclimática, sexo y clase de talla a partir del contenido estomacal e isótopos estables.

	General	Lluvias	Secas	Hembras	Machos	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Contenido estomacal TrophLab Pauly <i>et al.</i> (2000)	3.65	3.57	3.72	3.62	3.67	3.68	3.62	3.67
Isótopos estables Post (2002)	3.70	3.86	3.52	3.57	3.85	3.70	3.78	3.70

7.9 Nicho isotópico

Área estándar de las elipses

El nicho ecológico definido por el espacio isotópico de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ mostró una superposición mayor entre las elipses de predicción del 95% para la clase de talla 2 (1.30%) y 3 (1.59%), en temporada de secas. Mientras que, para la temporada de lluvias, la superposición fue menor en la clase 2 (0.43%) y 3 (0.84%), mientras que no existió solapamiento de la clase 1 entre temporadas, pero si con las demás clases de talla (Fig. 6).

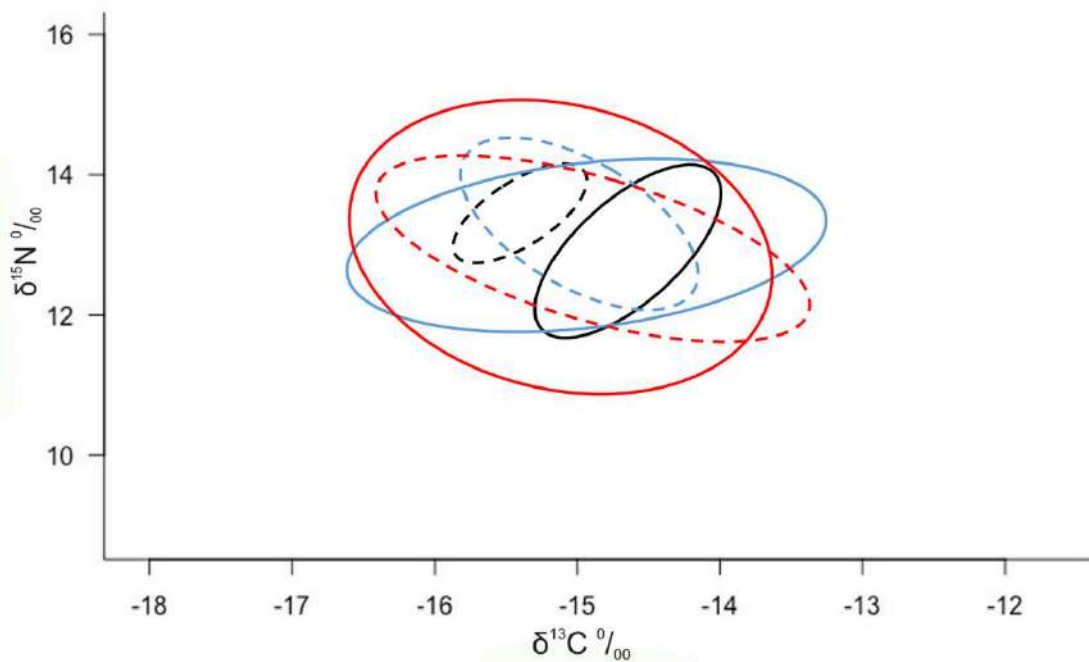


Figura 6. Cambios estacionales (lluvias elipses punteadas y secas elipses solidas) en la amplitud del nicho trófico en cada clase de talla (clase 1 negro, clase 2 azul y clase 3 rojo), representadas por elipses estándar.

El área estándar de las elipses o nicho isotópico en la temporada de secas para cada clase de talla, presentó un mayor tamaño, en comparación a la temporada de lluvias, de acuerdo con los valores corregidos por tamaño de muestra (SEAc) (Fig. 7). También se observó una relación directa en el tamaño del área o nicho isotópico, con la clase de talla; es decir el nicho se incrementa conforme a la clase de talla, lo cual se observa en ambos periodos hidroclicmáticos.

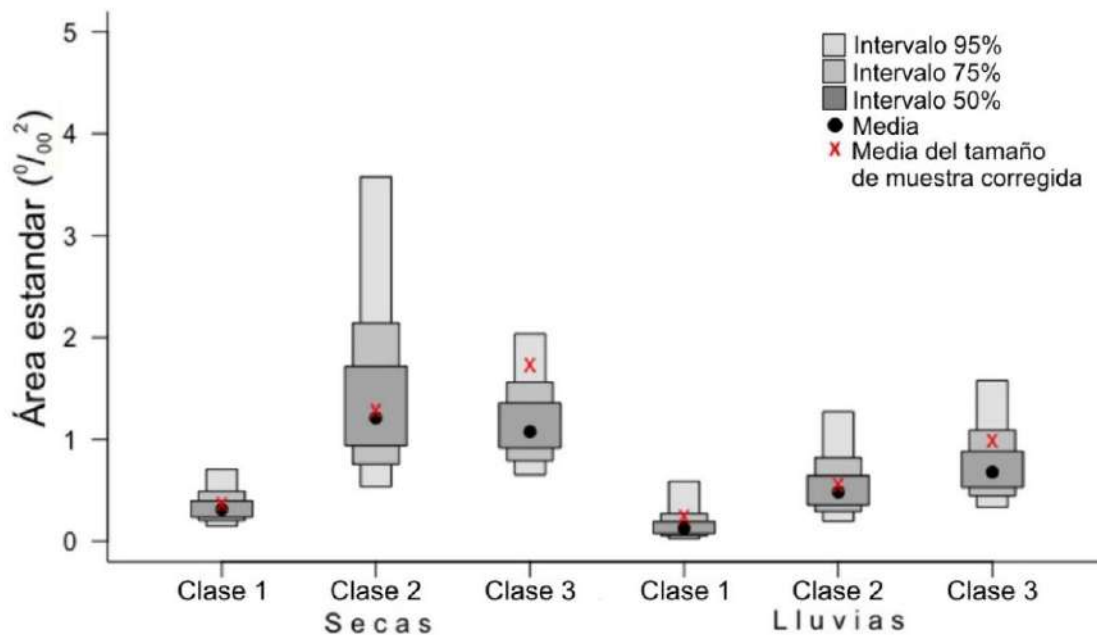


Figura 7. Valores medios del área de las elipses estándar (‰²) por temporada hidroclicmática para cada clase de talla.

Las medidas de Layman mostraron que el rango de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ fue mayor en la temporada de lluvias. El nicho isotópico de acuerdo al valor del área total (AT) es mayor en temporada de lluvias, al igual que la diversidad trófica media de la población, representada por el valor de la distancia al centroide (DC) y la distancia del vecino más cercano. La desviación estándar de la distancia de cada individuo al vecino más cercano en el espacio isotópico (DSDVC) presenta un mayor rango en la temporada de secas. (Fig. 8)

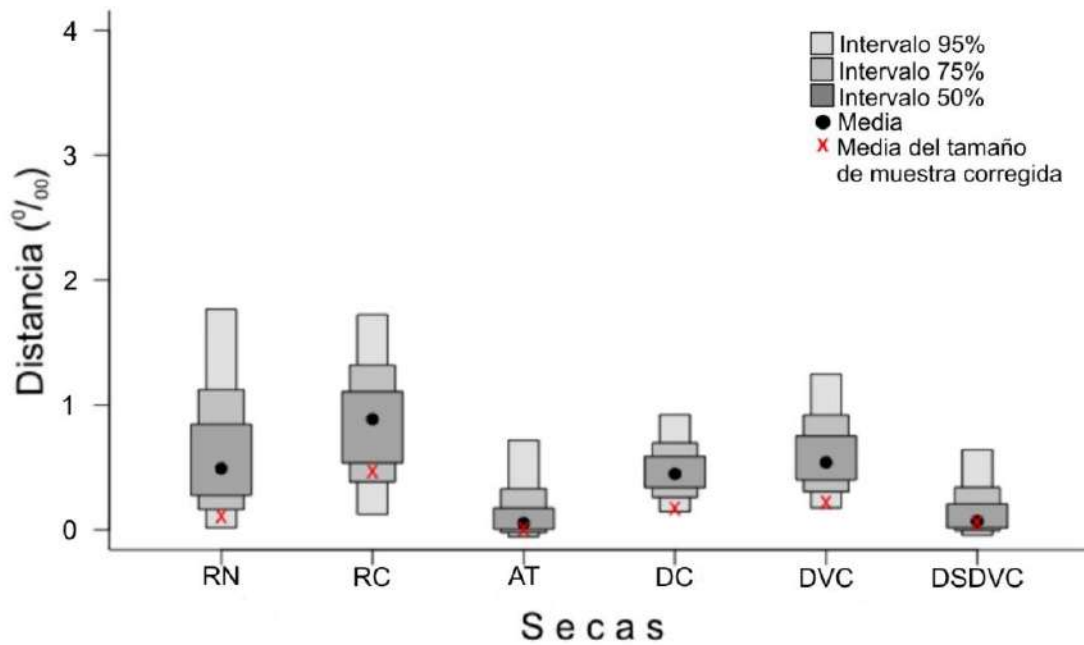
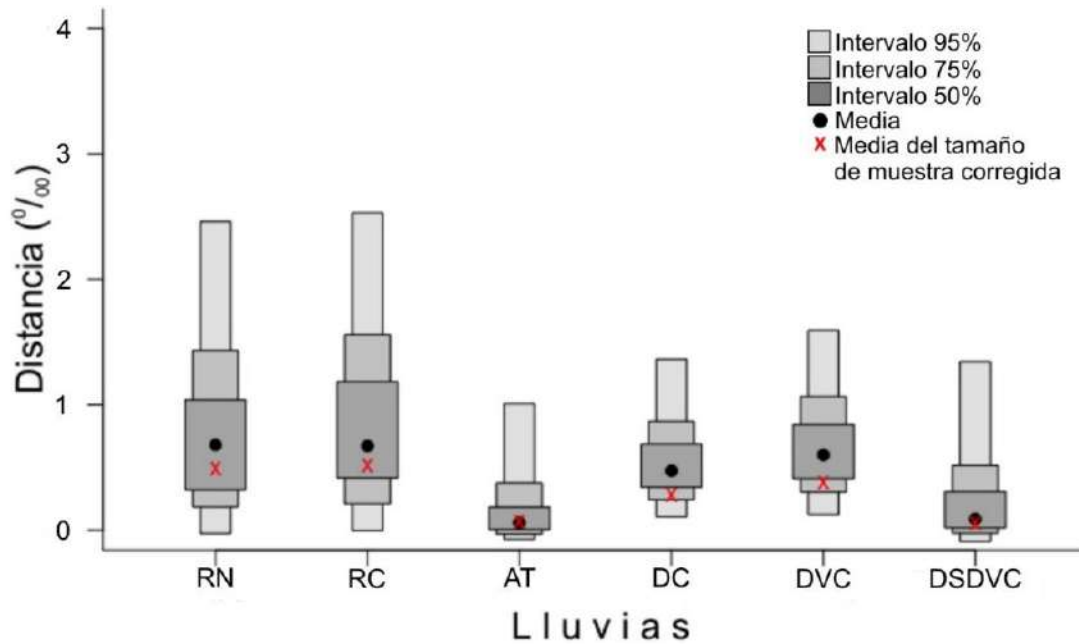


Figura 8. Valores medios de las métricas de Layman para temporadas hidroclimáticas. RN (rango de nitrógeno), RC (rango de carbono), AT (área total del casco convexo), DC (distancia media al centroide), DVC (distancia media al vecino más cercano), DSDVC (desviación estándar de la distancia al vecino más cercano). Todas las métricas se expresan como (‰), excepto AT, que corresponde a valores estandarizados.

VIII. DISCUSIÓN

El género *Octopus* al igual que la mayoría de los cefalópodos son considerados principalmente carnívoros y se alimentan principalmente de crustáceos, moluscos y peces (Ambroce, 1984; Ibáñez & Chong, 2008; López-Uriarte, 2008; Alejo-Plata *et al.*, 2009; Villegas *et al.*, 2014; Alejo-Plata *et al.*, 2018). La dieta de *O. hubbsorum* en el área rocosa de Acapulco, México, presentó una alta riqueza al identificar 60 entidades alimentarias, donde los crustáceos fueron el grupo dominante y específicamente los cangrejos de la familia Porcellanidae fueron los de mayor importancia de acuerdo a los métodos tradicionales utilizados en los análisis de contenido estomacal. López-Uriarte *et al.* (2008) presenta un total de 53 entidades alimentarias de los cuales 10 pertenecen a cangrejos porcelánidos y señalan que los crustáceos son dominantes en la dieta en ambos sexos y presentan una frecuencia de ocurrencia durante todo el año con valores mayores al 40% de acuerdo con el peso, frecuencia y biomasa.

Contrastante con nuestros resultados, Alejo-Plata *et al.* (2009) reporta únicamente siete entidades alimentarias, y Alejo-Plata *et al.* (2018) presenta un total de 39 entidades alimentarias, sin embargo, en ambos, los cangrejos porcelánidos en particular del género *Petrolisthes* aportan el 43% y 64.9% a la frecuencia de ocurrencia en la dieta respectivamente. La alta contribución de los cangrejos porcelánidos en la dieta de *O. hubbsorum*, se debe al uso compartido del hábitat que ambos utilizan, sustratos duros como zonas rocosas o coralinas del submareal son utilizadas como refugio, zonas de crianza y de alimentación (García-Madrigal & Andréu-Sánchez, 2010), sin embargo, los cangrejos están mayormente expuestos a los depredadores como *O. hubbsorum* y peces principalmente. Otras especies del género *Octopus* presentan valores similares en el consumo de crustáceos, incluso sobre otras entidades alimentarias como peces y moluscos (Guerra, 1978; Ambroce, 1984; Mather, 1991; Villanueva, 1993; Grubert *et al.*, 1999; Hernández-López, 2000; López-Uriarte, 2008; Alejo-Plata *et al.*, 2009; Alejo-Plata *et al.*, 2018). Los octópodos son depredadores visuales por

naturaleza, por lo que les resulta más atractivo una presa en movimiento (Lee, 1995). Los peces y moluscos presentan menor aporte que los crustáceos en la dieta de *O. hubbsorum*, y esto se debe al tamaño del esófago y del pico, por lo que el tamaño del pez y la dureza en las conchas de moluscos puede ser una limitante, ya que la abertura del pico de los pulpos es relativamente estrecho y no son capaces de manejar entidades alimentarias de mayor tamaño que la boca, al tener que pasar por un proceso de trituración para poder llegar al tejido blando e ingerirlos, como en el caso de los bivalvos (Rodhouse & Nigmatullin, 1996; Hernández-López, 2000).

La presencia de canibalismo en organismos acuáticos puede estar relacionado a la baja abundancia, limitación o disponibilidad de los recursos alimentarios, incluso, puede darse a causa de la competencia por espacios o refugios para el desove (Rodhouse & Nigmatullin, 1996; Hernández-López, 2000). Para la especie *O. hubbsorum* en el Pacífico sur mexicano, la incidencia de canibalismo ha sido reportada, sin embargo, en este estudio fue observada una baja incidencia de este comportamiento al presentarse en 20 ocasiones (FO: 4.84%) pero representa una alta contribución en peso en la dieta (W: 16.05%). El canibalismo es frecuentemente reportado para otras especies de octópodos como *O. vulgaris*, *O. mimus*, *O. maorum*, *O. bimaculatus*, *B. sponsalis*, *E. moschata*, *E. megalocyathus* (Guerra, 1978; Smale & Buchan, 1981; Cortez *et al.*, 1995; Grubert *et al.*, 1999; Hernández-López, 2000; Quetglas *et al.*, 2001; Ibáñez & Chong, 2008; Alejo-Plata *et al.*, 2009; Krstulovic & Vrgoc, 2009; Villegas *et al.*, 2014; Alejo-Plata *et al.*, 2018).

Alejo-Plata *et al.* (2018) mencionan que a pesar de que *O. hubbsorum* presenta un número considerable de entidades alimentarias (43), es una especie depredadora altamente especialista en cierto tipo de presas que caracteriza la dieta. El generalísimo alimentario presentado por *O. hubbsorum* en el presente estudio, coincide con lo reportado por López-Uriarte, *et al.* (2008) y Alejo-Plata *et*

al. (2009). López-Uriarte, *et al.* (2008) considera a *O. hubbsorum* como un depredador generalista-oportunista, y determina que un componente alimentario dominante puede ser causado por la tendencia de los organismos depredadores a minimizar el tiempo utilizado durante la caza o forrajeo. Mather & O'Dor (1991) menciona que un organismo puede minimizar el tiempo utilizado para el forrajeo, y, por ende, disminuye el riesgo a ser depredado y sobre todo el gasto energético, seleccionando los recursos alimentarios de mayor abundancia y disponibilidad en el medio. De igual manera se han observado patrones similares en la estrategia alimentaria de otras especies de octópodos, tanto en laboratorio en *O. rubescens* (Onthank & Cowles, 2011), o en su ambiente natural en *O. bimaculatus* y *E. dofleini* (Ambrose, 1986; Scheel *et al.*, 2007), incluso en estudios de contenido estomacal para *O. vulgaris* y *E. megalocyathus* (Ibáñez & Chong, 2008; Villegas *et al.*, 2014).

La superposición alimentaria presentada por *O. hubbsorum* en el área de estudio, muestra valores medios para la temporada de lluvias entre las clases 2 y 3 en ambos sexos y valores altos de superposición en la temporada de secas en las tres clases de talla de ambos sexos. Esto es similar a lo reportado por López-Uriarte *et al.* (2008) y Hernández-López (2000) para *O. hubbsorum* y *O. vulgaris*, los cuales reportan traslapes en la dieta en organismos juveniles (en maduración) y adultos (maduros) de hembras y machos.

La dieta de los octópodos varía con el ciclo de vida, el sexo y la talla (Nixon 1987). El presente estudio determinó diferencias significativas en la dieta de *O. hubbsorum* entre temporadas hidroclimáticas y clases de talla, pero no entre sexos. Los resultados coinciden con lo reportado por López-Uriarte *et al.* (2008) y Alejo-Plata *et al.* (2018) al determinar que la dieta de *O. hubbsorum* puede cambiar de acuerdo al sexo, tamaño, temporada y madurez sexual.

Nuevas técnicas han sido utilizadas en los estudios tróficos de los organismos acuáticos como trazadores biológicos, para comprender los niveles tróficos con los isótopos del nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$), o los orígenes de una fuente de alimento a partir del carbono ($\delta^{13}\text{C}$), y pueden ser indicadores útiles de los cambios estacionales en la dieta y los cambios de hábitats (Kürten *et al.*, 2013; McMahon *et al.*, 2013). Los valores promedio de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos para *O. hubbsorum*, presentan valores bajos en el $\delta^{15}\text{N}$, y altos en el $\delta^{13}\text{C}$ en la temporada de secas (invierno/primavera). El aumento de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en los organismos acuáticos, están influenciado con los desplazamientos que estos presentan dentro de su hábitat, y dicho movimiento puede estar relacionado con aspectos reproductivos, alimentarios o migratorios (Pliego-Cárdenas *et al.*, 2011). Alejo-Plata *et al.* (2009) y López-Uriarte & Ríos-Jara (2009) determinan que, en la temporada de secas (invierno/primavera), *O. hubbsorum* presenta su periodo reproductivo y de desove en el Pacífico Central y Sur de México, por lo cual, los valores altos de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos en el presente estudio para la temporada de secas, están relacionados con un mayor movimiento de los organismos, asociado a la búsqueda de refugios para el desove en el caso de las hembras. Los valores bajos de $\delta^{15}\text{N}$ en los organismos está relacionado con la baja alimentación que presentan durante la época reproductiva, ya que invierten mayor energía en la reproducción, búsqueda de refugio y puesta de huevos, por lo que disminuye su actividad alimentaria (Wells, 1978), es por esto que, se reduce los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$. Los valores promedio de los isótopos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos para la temporada de lluvias, coinciden con el posible comportamiento de las hembras al presentar valores similares, ya que, estas presentan mayores movimientos por el periodo reproductivo (migración, búsqueda de refugio y puesta de huevos) y un bajo nivel trófico por la abstinencia en su alimentación

El mayor enriquecimiento del $\delta^{15}\text{N}$ en la temporada de lluvias estaría explicado por una expansión del nicho trófico y una mayor diversidad trófica, por lo cual, el nicho del pulpo se vuelve más complejo y con una mayor estructura trófica

o niveles tróficos. Inclusive la gran presencia de materia orgánica de origen terrestre y el aporte de aguas residuales y pluviales con desechos nitrogenados, podría estar presentando un enriquecimiento del nitrógeno en la zona (Páez-Osuna *et al.*, 2017). De acuerdo a los sexos, los valores medios altos de $\delta^{15}\text{N}$ se observaron en machos y los bajos en hembras, esto puede deberse al canibalismo observado en machos, ya que, al consumir tejido de otros pulpos, la fracción de bioacumulación puede ser mayor.

Los valores medios isotópicos del presente trabajo muestran rangos similares a lo reportado por Hofmeister (2018) para *O. bimaculatus*, y por Chouvelon *et al.* (2011) para *E. cirrhosa*, mientras que lo reportado por Cherel & Hobson (2005) y Cherel *et al.* (2009) para *H. atlanticus*, *G. gonzalesi* y *M. thielei*, muestran valores menores. Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ están relacionados con el hábitat donde se encuentran estos organismos, ya que *H. atlanticus*, *G. gonzalesi* y *M. thielei*, las podemos encontrar en zonas profundas cercanas a la antártica y ártico, mientras que *O. hubbsorum* se encuentra en zonas costeras tropicales, mientras que *E. cirrhosa* y *O. bimaculatus* zonas costeras-templadas, obteniendo así, una variación en la señal isotópica de la base de la cadena, de acuerdo en la zona en que se encuentren (Guerreiro *et al.*, 2005).

El nivel trófico de *O. hubbsorum* obtenido mediante el software TrophLab con los datos del análisis de contenido estomacal, lo posiciona en un tercer nivel de la cadena trófica, al presentar valores que oscilan entre 3.57 a 3.72, similar a los valores obtenidos mediante la fórmula propuesta por Post (2002), para los datos isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$, que van de 3.52 a 3.86. Los valores obtenidos en este estudio coinciden con lo reportado por Guerra (1978) para *O. vulgaris* considerándolo en un nivel trófico entre 3 y 4, y por lo reportado para otros cefalópodos, como lo reportado para *Dosidicus gigas* que de acuerdo a su ontogenia es clasificado en un nivel trófico entre 2 y 3 (Xu *et al.*, 2019).

El nicho isotópico utilizado durante la ontogenia de *O. hubbsorum* es mayor durante el periodo de secas para las tres clases de talla. Se observó un traslape alto entre la clase 2 y 3 en ambas temporadas, pero no se observó superposición de la clase 1 entre temporadas. Esto concuerda con los valores obtenidos con el índice de Pianka, ya que, estas superposiciones pueden variar considerablemente de acuerdo al uso de hábitat, preferencias de entidades alimentarias y la conducta de forrajeo durante su ontogenia (Kim *et al.*, 2012; Xu, *et al.*, 2019).

Las medidas de Layman mostraron que el rango de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$, el área total (AT), al igual que la diversidad trófica media representada por el valor de la distancia al centroide (DC) son mayores en la temporada de lluvias. Esto nos indica que *O. hubbsorum* presenta una mayor diversidad de organismos para alimentarse, que pueden llegar a presentar diferentes niveles tróficos, los cuales, pueden influenciar dicha variación en los rangos isotópicos. Esto concuerda con lo observado en el análisis de contenido estomacal, ya que, en la temporada de lluvias existe mayor registro de entidades alimentarias. La desviación estándar de la distancia de cada individuo al vecino más cercano (DSDVC) fue mayor en la temporada de secas. Esta medida nos revela el grado de dispersión de los individuos en un espacio isotópico, señalando que, los valores bajos en (DSDVC), representa una menor distancia isotópica entre los organismos (Jackson *et al.*, 2011). La mayor “compactación” entre los organismos, podría indicar una posible competencia por el recurso disponible, pero al existir una gran variabilidad de entidades alimentarias en la temporada de lluvias, puede existir una mayor repartición de los recursos disponibles.

El presente trabajo confirma que existe una variación alimentaria de acuerdo a la ontogenia de *O. hubbsorum* y que existen patrones de movimientos de acuerdo a los sexos entre las temporadas hidrolimáticas, estos comportamientos fueron registrados gracias a las metodologías utilizadas, ya que este trabajo ha sido el único en implementar el análisis de isótopos estables de

$\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ con pulpos en el Pacífico sur mexicano, y en conjunto con el análisis de contenido estomacal, nos proporcionan información relevante, para el entendimiento sobre el papel que funge *O. hubbsorum*, como depredador-presa y el flujo de energía que este presenta dentro del ecosistema, además de comprender de manera más clara las interacciones y niveles tróficos, estrategias alimentarias, traslapes de nichos y cambios en la dieta que estos pueden presentar de acuerdo a las temporadas, sexos y a su ontogenia.

IX. CONCLUSIÓN

- La dieta de *O. hubbsorum* está conformada por 60 entidades alimentarias agrupadas en cuatro grupos principales (crustáceos, moluscos, peces y equinodermos), donde *Petrolisthes sanfelipensis* fue la entidad alimentaria de mayor contribución a la alimentación de *O. hubbsorum*.
- Se observaron diferencias significativas en la alimentación de *O. hubbsorum* de acuerdo a las temporadas hidroclimáticas y clases de talla, pero no se observaron diferencias significativas entre sexos.
- *O. hubbsorum* presentó casos de canibalismo en 20 ocasiones (FO: 4.84%) en la temporada de secas, y en solo una ocasión se presentó el consumo de huevos de otro octópodo.
- *O. hubbsorum* presentó un comportamiento alimentario del tipo generalista y una alta superposición del nicho entre las clases de tallas y sexos en la temporada de secas, mientras que en la temporada de lluvias se observó una superposición alimentaria moderada entre la clase 2 y 3.
- De acuerdo a los valores de la dieta y de isótopos estables de $\delta^{15}\text{N}$, *O. hubbsorum* es una especie de tercer nivel en la cadena trófica.
- La variación de $\delta^{13}\text{C}$ en la clase 3 entre temporadas hidroclimáticas, es influenciada por las migraciones asociadas al periodo reproductivo y a la influencia antropogénica en las señales isotópicas de las presas.

X. LITERATURA CITADA

- Aguilar, C. S. (1995). Estudio biológico pesquero del pulpo *Octopus* sp. (Cephalopoda: Octópoda) en la costa sur del Estado de Jalisco (Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Guadalajara, México) 79p.
- Aguilar, S. C. & Godínez-Domínguez, E. (1997). Presencia del pulpo *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octópoda) en el Pacífico central mexicano. *Revista Biología. Tropical*, 45(3), 678.
- Alejo-Plata, M. D. C. & de Guevara, G. C. L. (2002). Caracterización de la pesca de pulpo (Cephalopoda: Octópoda) en las costas de Oaxaca, México. *Memorias del I Foro Científico de Pesca Ribereña*, 17-18.
- Alejo-Plata, M. D. C., Gómez-Márquez, J. L., Ramos Carrillo, S. & Herrera-Galindo, J. E. (2009). Reproducción, dieta y pesquería del pulpo *Octopus (Octopus) hubbsorum* (Mollusca: Cephalopoda) en la costa de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2), 63-78.
- Ambrose, R. F. (1986). Effects of octopus predation on motile invertebrates in a rocky subtidal community. *Marine Ecology Progress Series*, 30(2-3), 261-273.
- Berry, S. S. (1953). Preliminary diagnoses of six west American species of octopus. *Leaflets in Malacology*, 1(10), 51-58.
- Blankenship, L. E., & Yayanos, A. A. (2005). Universal primers and PCR of gut contents to study marine invertebrate diets. *Molecular Ecology*, 14(3), 891-899.
- Bravo-Olivas, M. L. (2008). Aspectos reproductivos del pulpo *Octopus hubbsorum* Berry, 1953, en el parque nacional “Bahía de Loreto”, Golfo de California. (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas) 67p.

- Camalich, J., Sanchez, A., Aguiñiga, S. & Balart, E. F. (2012). The potential effect of nitrogen removal processes on the $\delta^{15}\text{N}$ from different taxa in the Mexican subtropical north eastern Pacific. *CICIMAR Océánides*, 27(2), 25-34.
- Castellanos-Martínez, S., Gómez, M. C., Hochberg, F. G., Gestal, C. & Furuya, H. (2011). A new dicyemid from *Octopus hubbsorum* (Mollusca: Cephalopoda: Octopoda). *The Journal of Parasitology*, 97(2), 265-269.
- Cherel, Y. & Hobson, K. A. (2005). Stable isotopes, beaks and predators: a new tool to study the trophic ecology of cephalopods, including giant and colossal squids. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1572), 1601-1607.
- Chouvelon, T., Spitz, J., Cherel, Y., Caurant, F., Sirmel, R., Mèndez-Fernandez, P. & Bustamante, P. (2011). Inter-specific and ontogenic differences in $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values and Hg and Cd concentrations in cephalopods. *Marine Ecology Progress Series*, 433, 107-120.
- CONAPESCA. (2013). Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca 2013. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México. 299 p.
- CONAPESCA. (2017). Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca 2017. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México. 300 p.
- Cortez, T., Castro, B. G. & Guerra, A. (1995). Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. *Marine Biology*, 123(3), 497-503.
- Dawson, T. E., Mambelli, S., Plamboeck, A. H., Templer, P. H. & Tu, K. P. (2002). Stable isotopes in plant ecology. *Annual review of ecology and systematics*, 33(1), 507-559.
- De Guevara, G. C. L., Antonio, E. R., Carrillo, S. R., Medina, G. G., Tolentino, V. A., Herrera, D. L. & Martínez, S. K. (2014). Impacto de la actividad pesquera

sobre la diversidad biológica: Revisión para el Pacífico sur de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(1), 95-114.

Del Carmen Alejo-Plata, M., Ahumada-Sempoal, M. A., Guzmán, S. S. L., Herrera-Galindo, J. E. & del Socorro García-Madrigal, M. (2018). Diet of *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopodidae) from the coast of Oaxaca, Mexico. *American Malacological Bulletin*, 36(1), 109-119.

Domínguez, P., Gaxiola-Cortés, G., Rosas-Vázquez, C. & Cruz-Suárez, L. E. (2004). Alimentación y nutrición de moluscos cefalópodos: avances recientes y perspectivas futuras. Avances en nutrición acuícola VII. *Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Hermosillo, Sonora, 16-19p.

Domínguez-Contreras, J. F., Ceballos-Vázquez, B. P., Hochberg, F. G. & Arellano-Martínez, M. (2013). A new record in a well-established population of *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopodidae) expands its known geographic distribution range and maximum size. *American Malacological Bulletin*, 31(1), 95-99.

FAO, (2001). Yearbook of Fishery Statistics. Capture Production. Vol. 88/1. Roma, FAO. 752 p.

Fries, A. S. (2010). A gap analysis of the distributions of cephalopod species worldwide with a focus on commercially important species. Master's Thesis, Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, *Duke University Libraries*, 63p.

García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. 246 p.

García-Madrigal, M. S. & Andréu-Sánchez, L. I. (2010). Los cangrejos porcelánidos (Decápoda: Anomura) del Pacífico sur de México, lista de

- especies y clave de identificación para todas las especies del Pacífico oriental tropical. *Ciencia y Mar*, 8(39):23-54.
- Giménez, F. A. & García, B. G. (2002). Growth and food intake models in *Octopus vulgaris* Cuvier (1797): influence of body weight, temperature, sex and diet. *Aquaculture International*, 10(5), 361–377.
- Guerra, A. 1978. Sobre la alimentación y el comportamiento alimentario de *Octopus vulgaris*. *Investigación Pesquera*. 42:351-364.
- Guerreiro, M., Phillips, R. A., Cherel, Y., Ceia, F. R., Alvito, P., Rosa, R. & Xavier, J. C. (2015). Habitat and trophic ecology of Southern Ocean cephalopods from stable isotope analyses. *Marine Ecology Progress Series*, 530, 119-134.
- Grubert, M. A., Wadley, V. A. & White, R. W. G. (1999). Diet and feeding strategy of *Octopus maorum* in Southeast Tasmania. *Bulletin of Marine Science*. 65:441-451.
- Hernández-López, J. L. (2000). Biología, ecología y pesca del pulpo común *Octopus vulgaris*, Cuvier 1797 en aguas de Gran Canaria. (Tesis de Doctorado. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) 197 p.
- Houlihan, D. F., McMillan, D. N., Agnisola, C., Genoino, I. T. & Foti, L. (1990). Protein synthesis and growth in *Octopus vulgaris*. *Marine Biology*, 106(2), 251-259.
- Hofmeister, J. K. (2018). Variation in *Octopus bimaculatus* Verrill, 1883 diet as revealed through $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ stable isotope analysis: Potential indirect effects of marine protected areas. *American Malacological Bulletin*, 36(1), 96-108.
- Ibáñez, C. M. & Chong, J. V. (2008). Feeding ecology of *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda: Octopodidae) in southern Chile. *Journal of the Marine Association of the United Kingdom*. 88(4), 793-798.

- Ibáñez, C. M., Sepúlveda R. D., Sanhueza E., Ruíz J. F. & Chong. J. (2009). Estrategias de forrajeo de *Robsonella fontaniana* (d'Orbigny, 1834) (Cephalopoda: Octopodidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 44(2), 277-283.
- Ibarra-García, L. E. (2012). Análisis de edad y crecimiento de *Octopus hubbsorum* (Berry, 1953) y *Octopus bimaculoides* (Pickford y McConnaughey, 1949) con lecturas de anillos de crecimiento en los estiletes. (Tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste) 75p.
- Iken, K., Quartino M. L. & Wiencke. C. (1999). Histological identification of macroalgae from stomach contents of the Antarctic Fish *Notothenia coriiceps* using semi-thin sections. *Marine Ecology*. 20(1), 11-17.
- Jackson, A. L., Inger, R., Parnell, A. C. & Bearhop, S. (2011). Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER stable isotope Bayesian ellipses in R. *Journal of Animal Ecology*. 80(3), 595–602
- Jereb, P., Roper, C. F. E., Norman, M. D. & Finn, J. K. (2016). Cephalopods of the world: an annotated and illustrated catalogue of cephalopods species known to date. Volume 3 Octopods and Vampire Squids. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, Italy. 398 p.
- Kim, S. L., Tinker, M. T., Estes, J. A. & Koch, P. L. (2012). Ontogenetic and among-individual variation in foraging strategies of northeast Pacific white sharks based on stable isotope analysis. *Plos One*, 7(9), e45068.
- Kozak, E. R., Franco-Gordo, C., Godínez-Domínguez, E., Suárez-Morales, E. & Ambriz-Arreola, I. (Aceptado). Stable isotope ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$) and niche size variability of tropical calanoid copepods and zooplankton fractions in response to seasonal hydrographic processes. *Marine biology*.
- Kürten, B., Painting, S. J., Struck, U., Polunin, N. V. & Middelburg, J. J. (2013) Tracking seasonal changes in North Sea zooplankton trophic dynamics using stable isotopes. *Biogeochemistry* 113(1-3):167-187.

- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology*. 2nd Edition, Benjamin. Cummings, Menlo Park, California, 620p.
- Krstulovic, S. & Vrgoc, N. (2009). Diet and feeding of the musky octopus, *Eledone moschata*, in the northern Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 89(2), 413-419.
- Layman, C. A., Arrington, D. A., Montaña, C. G. & Post, D. M. (2007). Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure? *Ecology*, 88(1), 42-48.
- Lee, P. G. (1994). Cephalopods Nutrition: fueling the system. *Marine and Freshwater Behavior and Physiology*. 25, 35-51.
- Lee, P. G., Turk, P. E., Forsythe, J. W. & DiMarco, F. P. (1998). Cephalopod Culture: Physiological, Behavioral and Environmental requirements. *Suisan Zoshoku. Aquaculture Science*, 46(3), 417-422.
- López-Uriarte, E. (2006). Ciclo vital y pesca del pulpo *Octopus hubbsorum* Berry 1953 (Cephalopoda: Octopodidae) en la costa de Jalisco, México. (Tesis Doctoral, Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara, México) 380 p.
- López-Uriarte, E. & Ríos-Jara, E. (2007). Biología reproductiva de *Octopus hubbsorum* Berry, 1953 (Mollusca, Cephalopoda) en el Pacífico Central Mexicano. 228-230. *Estudios sobre la Malacología y Conquiliología en México*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- López-Uriarte, E. (2007). Relaciones morfométricas de *Octopus hubbsorum* Berry, 1953 (Mollusca: Cephalopoda), 243-246. Ríos-Jara, E., Esqueda-González, M. C. & Galván-Villa, C.M. (Eds.) *Estudios sobre la Malacología y Conquiliología en México*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara.

- López-Uriarte, E., & Ríos-Jara, E. (2009). Reproductive biology of *Octopus hubbsorum* (Mollusca: Cephalopoda) along the central Mexican Pacific coast. *Bulletin of Marine Science*, 84(1), 109-121.
- López-Uriarte, E., Ríos-Jara, E. & González-Rodríguez M. E. (2008). Diet and feeding habits of *Octopus hubbsorum* Berry, 1953, in the Central Mexican Pacific. *The Veliger*. 51:26-42.
- López-Uriarte, E., Ríos-Jara E. & Pérez-Péña M. (2005). Range extension for *Octopus hubbsorum* Berry 1953 (Cephalopoda: Octopodidae) in the Mexican Pacific. *Bulletin of Marine Science*. 77: 171-179.
- López-Uriarte, E., Sosa-Nishizaki, O., Guzmán-Arroyo, M. & Ríos-Jara, E. (2000). Explotación pesquera del pulpo de Hubbs *Octopus hubbsorum* Berry 1953 (Cephalopoda: Octopodidae) en la costa de Jalisco, México. In *XII Congreso Nacional de Oceanografía*, Huatulco, México.
- Mather, J. A. (1991). Foraging, feeding and prey remains in middens of juvenile *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda). *Journal of Zoology*. 224(1), 27-39.
- Mather, J. A. & O'dor, R. K. (1991). Foraging strategies and predation risk shape the natural history of juvenile *Octopus vulgaris*. *Bulletin of Marine Science*. 49(1-2), 256-269.
- Mangold, K. (1983). Food, feeding and growth in Cephalopods. *Memoirs of Nature Museum*. Victoria 4: 81-93.
- Mann, K. H. (1992). Physical influences on biological process: How important are they? *South Africa Journal of Marine Science*. 12(1), 107-121.
- Mayo-Vera, A. B. (2004). Estudio ambiental de la Bahía de Acapulco, Guerrero. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería). México, D.F., México. 76 p.

- McCutchan, J. H., Lewis, W. M., Kendall, C. & McGrath, C. C. (2003). Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. *Oikos*, 102(2), 378-390.
- Meave-del Castillo, M. E., Zamudio-Reséndiz, M. E. & Castillo-Rivera, M. (2012). Riqueza fitoplanctónica de la Bahía de Acapulco y zona costera aledaña, Guerrero, México. *Acta Botánica Mexicana*, (100), 405–487.
- Michener R. & Lajtha, K. (2007). Stable isotopes in ecology and environmental science. *Blackwell Publishing*, 594p.
- Nava-Sánchez, E. (2003) Riesgo geológico en la zona costera de la Bahía de Acapulco, Guerrero. Informe Técnico. *COREMI*, 1-41.
- Nicolas, D., Le Loch 'h, F., Désaunay, Y., Hamon, D., Blanchet, A., & Le Pape, O. (2007). Relationships between benthic macrofauna and hábitat suitability for juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the Valaine estuary (Bay of Biscay, France) nursery ground. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 73(3-4), 639-650.
- Nixon, M. (1987). Cephalopod diet Pp. 201-220 in Boyle, P. R. (ed), Cephalopod Life Cycles. Comparative reviews Vol. II. *Academia Press London*.
- Onthank, K. L. & Cowles, D. L. (2011). Prey selection in *Octopus rubescens*: possible roles of energy budgeting and prey nutritional composition. *Marine Biology*, 158(12), 2795-2804.
- Páez-Osuna, F., Álvarez-Borrego, S., Ruiz-Fernández, A. C., García-Hernández, J., Jara-Marini, M., Bergés-Tiznado, M. E., Piñón-Gimate, A., Alonso-Rodríguez, R., Soto-Jiménez, M. F., Frías-Espericueta, M. G., Ruelas-Inzunza, J. R., Green-Ruiz, C., Osuna-Martínez, C. C. y Sánchez-Cabeza, J. A.. (2017). Environmental status of the Gulf of California: A pollution review. *Earth-Science Reviews*. 166:181-205.

- Palacios-Abrantes, J., Melo-Ruiz, V., Urbano, B., Falcón-Gerónimo, J. & Gazga-Urioste, C. (2017). Nutritional Analysis of *Octopus hubbsorum* B (Cephalopoda: Octopodidae) from the Pacific Ocean, Acapulco, Guerrero, México. *Journal of Applied Life Sciences International*, 10(3), 1–6.
- Palacios Salgados, D. S. (2005). Asociaciones de peces en los arrecifes rocosos de la Bahía de Acapulco, Guerrero, México. (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas) 122p.
- Parnell, A. C. & Jackson, A. L. (2013). Stable isotope analysis in R (SIAR), v. 4.2. <http://cran.r-project.org/web/packages/siar/>
- Pauly, D., Froese, R., Sala, P., Palomares, M. L., Christensen, V. & Rius, J. (2000). TrophLab Manual. ICLARM, Manila. <https://www.fishbase.se/Download/>
- Pérez-Pérez, M., Santos-Valencia, J., Burgos-Rosas, R. & Espinoza-Méndez, J. C. (2011). Dictamen técnico para el establecimiento de cuota de captura de pulpo para el establecimiento de cuota de captura de pulpo *Octopus maya* para la temporada de pesca 2011. www.inapesca.gob.mx/ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México.
- Pillado, A. G. C. (2018). Dieta del pulpo *Octopus hubbsorum* (Mollusca: Cephalopoda): análisis de contenido estomacal e isótopos estables. (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur) 65p.
- Pliego-Cárdenas, R. (2009). Biología reproductiva del pulpo *Octopus hubbsorum* Berry, 1953 (cephalopoda, octopodidae) en la Isla Espíritu Santo, Golfo de California, México (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas) 67p.
- Pliego-Cárdenas, R., García-Domínguez, F. A., Ceballos-Vázquez, B. P., Villalejo-Fuerte, M. & Arellano-Martínez, M. (2011). Reproductive aspects of *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopodidae) from Espíritu Santo Island, southern Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 37(1), 23-32.

- Pliego-Cárdenas, R., García-Domínguez, F. A., Ceballos-Vázquez, B. P., Villalejo-Fuerte, M. & Arellano-Martínez, M. (2011). Aspectos reproductivos de *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopodidae) en la Isla Espíritu Santo, sur del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 37(1), 23-32.
- Post, D. M. (2002). Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology*. 83(3), 703-718.
- Quetglas, A., González, M., Carbonell, A. & Sánchez, P. (2001). Biology of the deep-sea octopus *Bathypolypus sponsalis* (Cephalopoda: Octopodidae) from the western Mediterranean Sea. *Marine Biology*. 138(4), 785-792.
- Quetglas, A., González, M. & Franco, I. (2005). Biology of the upper-slope cephalopod *Octopus salutii* from the western Mediterranean Sea. *Marine Biology*. 146(6), 1131-1138.
- Raymundo-Huizar, A. (1995). Análisis de la abundancia relativa del pulpo *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopoda) y su distribución espacial durante la temporada de pesca 1993 en el área denominada "El Estrecho" (Doctoral dissertation, Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencia Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México) 85p.
- Rodhouse, P. G. & Nigmatullin, C. M. (1996). Role as consumers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1343), 1003-1022.
- Rodhouse, P. G., Pierce, G. J., Nichols, O. C., Sauer, W. H., Arkhipkin, A. I., Laptikhovsky, V. V. & Sadayasu, K. (2014). Environmental effects on cephalopod population dynamics: implications for management of fisheries. In *Advances in Marine Biology* (Vol. 67, pp. 99-233).
- SAGARPA, (2010). Anuario Estadístico de Pesca 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. 252 p.

- SAGARPA. (2018). Carta Nacional Pesquera 2017. Diario Oficial de la Federación. 11 junio del 2018, México. 320p.
- Secretaria de Marina. (1977). Estudio Geográfico de la Región de Acapulco, Guerrero. México, Dirección de General de Oceanografía. 315 p.
- Scheel, D., Lauster, A. & Vincent, T. L. S. (2007). Habitat ecology of *Enteroctopus dofleini* from middens and live prey surveys in Prince William Sound, Alaska. In Cephalopods Present and Past: New insights and fresh perspectives. *Springer Science and Business Media*, 434-458p.
- Smale, M. J. & Buchan, P. R. (1981). Biology of *Octopus vulgaris* off the East Coast of South Africa. *Marine Biology*. 65(1), 1-12.
- Smith, C. D. (2003). Diet of *Octopus vulgaris* in False Bay, South Africa. *Marine Biology*. 143(6), 1127-1133.
- Villanueva, R. (1993). Diet and mandibular growth of *Octopus magnificus* (Cephalopoda). *South African Journal of Marine Science*. 13(1), 121-126.
- Villegas-Bárcenas, G. (2013). Cultivo experimental de juveniles tempranos de *Octopus maya* mediante el uso de dietas prácticas: una aproximación a los requerimientos nutricionales de la especie. (Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Yucatán, México). 130 p.
- Villegas, E. J. A., Ceballos-Vázquez, B. P., Markaida, U., Abitia-Cárdenas, A., Medina-López, M. & Arellano-Martínez, M. (2014). Diet of *Octopus bimaculatus* Verril, 1883 (Cephalopoda: Octopodidae) in Bahía de los Ángeles, Golfo de California. *Journal of Shellfish Research*. 33:305-314.
- Voss, G. L. & Solís- Ramírez, M. (1966). *Octopus maya*, a new species from the Bay of Campeche, México. *Bulletin of Marine Science*, 16(3), 615–625.
- Wells, M. J. (1978). Physiology and behavior of an advanced invertebrate. Department of zoology University of Cambridge. London: Chapman and hall. p:247.

Xu, W., Chen, X., Liu, B., Chen, Y., Huan, M., Liu, N. & Lin, J. (2019). Inter-individual variation in trophic history of *Dosidicus giggas*, as indicated by stable isotopes in eye lenses. *Aquaculture and Fisheries*. 10(7) 259-266.

XI. ANEXOS

Anexo A. Listado Taxonómico de las entidades alimentarias presentes en la dieta de *O. hubbsorum*.

	N	N%	W	W%	FO	FO%
Filo: Annelida						
Clase: Polychaeta						
Orden: Phyllodocida Dales, 1962						
Familia: Nereididae Blainville, 1818						
Género: <i>Nereis</i> Linnaeus, 1758						
<i>Nereis</i> sp.	5	0.24	2.64	1.13	5	1.63
Filo: Arthropoda						
Subfilo: Crustacea						
Clase: Hexanauplia						
Orden: Sessilia Lamarck, 1818						
Suborden: Balanomorpha Pilsbry, 1916						
Familia: Tetracitidae Gruvel, 1903						
Género: <i>Tetracita</i> Schumacher, 1817						
<i>Tetracita</i> sp.	1	0.05	0.02	0.01	1	0.33
Clase: Malacostraca						
Orden: Decapoda Latreille, 1802						
Suborden: Dendrobranchiata Bute, 1888						
Familia: Penaeidae Rafinesque, 1815						
Género: <i>Penaeus</i> Fabricius, 1798						
<i>Penaeus</i> sp.	1	0.05	0.22	0.09	1	0.33
Suborden: Pleocymata Burkenroad, 1963						
Infraorden: Anomura MacLeay, 1838						
Familia: Diogenidae						
Género: <i>Calcinus</i> Dana, 1851						
<i>Calcinus californiensis</i> Bouvier, 1898	23	1.11	4.47	1.90	18	5.86
Género: <i>Clibanarius</i> Dana, 1852						
<i>Clibanarius</i> sp.	19	0.92	3.19	1.36	15	4.89
Familia: Porcellanidae Haworth, 1825						
Género: <i>Clastocheilus</i> Haig, 1960						
<i>Clastocheilus diffractus</i> (Haig, 1957)	161	7.80	12.71	5.41	49	15.96
Género: <i>Megalobrachium</i> Stimpson, 1858						
<i>Megalobrachium festai</i> (Nobili, 1901)	40	1.94	4.33	1.84	15	4.89
Género: <i>Neopisosoma</i> Haig, 1960						
<i>Neopisosoma dohenyi</i> Haig, 1960	63	3.05	6.88	2.93	32	10.42
Género: <i>Pachycheles</i> Stimpson, 1858						
<i>Pachycheles biocellatus</i> (Lockington, 1878)	79	3.83	7.64	3.25	23	7.49
<i>Pachycheles spinidactylus</i> Haig, 1957	55	2.66	7.66	3.26	26	8.47
Género: <i>Petrolisthes</i> Stimpson, 1858						
<i>Petrolisthes agassizii</i> Faxon, 1893	95	4.60	7.75	3.30	28	9.12
<i>Petrolisthes glasselli</i> Haig, 1957	71	3.44	6.66	2.83	26	8.47
<i>Petrolisthes hians</i> Nobili, 1901	129	6.25	10.76	4.58	46	14.98
<i>Petrolisthes hirtispinosus</i> Lockington, 1878	31	1.50	3.39	1.44	14	4.56
<i>Petrolisthes polymitus</i> Glassell, 1937	55	2.66	7.18	3.06	18	5.86
<i>Petrolisthes robsonae</i> Glassell, 1945	18	0.87	1.81	0.77	8	2.61
<i>Petrolisthes sanfelipensis</i> Glassell, 1936	336	16.28	29.04	12.36	93	30.29

Anexo A. Continuación.

Género: <i>Pisidia</i> Leach, 1820	N	N%	W	W%	FO	FO%
<i>Pisidia magdalenensis</i> (Glassell, 1936)	74	3.59	5.87	2.50	26	8.47
Porcelánidos no identificados						
Restos de porcelanidos	73	3.54	15.48	6.59	40	13.03
Infraorden: Brachyura Latreille, 1802						
Familia: Epialtidae MacLeay, 1838						
Género: <i>Epialtus</i> H. Milne Edwards, 1834						
<i>Epialtus sulcirostris</i> Stimpson, 1860	25	1.21	2.16	0.92	16	5.21
Género: <i>Herbstia</i> H. Milne Edwards, 1834						
<i>Herbstia pubescens</i> Stimpson, 1871	74	3.59	8.51	3.62	42	13.68
<i>Herbstia tumida</i> (Stimpson, 1871)	54	2.62	5.55	2.36	34	11.07
Familia: Inachoididae Dana, 1851						
Género: <i>Stenorhynchus</i> Lamarck, 1818						
<i>Stenorhynchus debilis</i> (Smith, 1871)	7	0.34	1.31	0.56	3	0.98
Familia: Mithracidae MacLeay, 1838						
Género: <i>Microphrys</i> H. Milne Edwards, 1851						
<i>Microphrys triangulatus</i> (Lockington, 1877)	7	0.34	0.79	0.33	3	0.98
Género: <i>Mithraculus</i> White, 1847						
<i>Mithraculus denticulatus</i> (Bell, 1836)	14	0.68	1.34	0.57	6	1.95
Género: <i>Teleophrys</i> Stimpson, 1860						
<i>Teleophrys cristulipes</i> Stimpson, 1860	9	0.44	2.35	1.00	5	1.63
Familia: Portunidae Rafinesque, 1815						
Género: <i>Callinectes</i> Stimpson, 1860						
<i>Callinectes arcuatus</i> Ordway, 1863	3	0.15	0.23	0.10	3	0.98
Género: <i>Achelous</i> De Haan, 1833						
<i>Achelous asper</i> (A. Milne-Edwards, 1861)	6	0.29	0.38	0.16	5	1.63
Familia: Xanthidae MacLeay, 1838						
Género: <i>Batodaeus</i> Vazquez-Bader & Gracia, 2005						
<i>Batodaeus urinator</i> (A. Milne-Edwards, 1880)	17	0.82	1.32	0.56	10	3.26
Género: <i>Heteractaea</i> Lockinton, 1877						
<i>Heteractaea lunata</i> (Lucas 1844)	25	1.21	2.52	1.07	18	5.86
Género: <i>Panopeus</i> H. Milne Edwards, 1834						
<i>Panopeus rugosus</i> A. Milne-Edwards, 1880	8	0.39	0.97	0.41	5	1.63
Género: <i>Williamstimpsonia</i> Stevicic, 2011						
<i>Williamstimpsonia stimpsoni</i> (A. Milne-Edwards, 1879)	6	0.29	0.92	0.39	5	1.63
Género: <i>Pilumnus</i> Leach, 1816						
<i>Pilumnus sayi</i> Rathbun, 1897	9	0.44	0.94	0.40	7	2.28
Infraorden: Caridea Dana, 1852						
Familia: Alpheidae Rafinesque, 1815						
Género: <i>Alpheus</i> Fabricius, 1798						
<i>Alpheus californiensis</i> Holmes, 1900	16	0.78	1.26	0.54	9	2.93
<i>Alpheus normanni</i> Kingsley, 1878	79	3.83	6.89	2.93	40	13.03
<i>Alpheus panamensis</i> Kingsley, 1878	6	0.29	0.60	0.26	4	1.30
<i>Alpheus sulcatus</i> Kingsley, 1878	8	0.39	0.91	0.39	4	1.30
<i>Alpheus websteri</i> Kingsley, 1880	79	3.83	7.64	3.25	43	14.01
<i>Alpheus</i> sp.	109	5.28	11.41	4.86	72	23.45

Anexo A. Continuación.

	N	N%	W	W%	FO	FO%
Subclase: Hoplocarida Calman, 1904						
Orden: Stomatopoda Latreille, 1817						
Familia: Gonodactylidae Giesbrecht, 1910						
Género: <i>Neogonodactylus</i> Manning, 1995						
<i>Neogonodactylus festae</i> (Nobili, 1901)	5	0.24	0.46	0.20	4	1.30
<i>Neogonodactylus stanschi</i> (Schmitt, 1940)	7	0.34	0.92	0.39	5	1.63
Filo: Chordata						
Subfilo: Vertebrata						
Clase: Actinopterygii						
Orden: Gobiesociformes						
Familia: Gobiesocidae Bleeker, 1859						
Género: <i>Gobiesox</i> Lacepède, 1800						
<i>Gobiesox adustus</i> Jordan & Gilbert, 1882	1	0.05	0.65	0.28	1	0.33
Orden: Perciformes						
Familia: Labridae Cuvier, 1816						
Género: <i>Thalassoma</i> Swainson, 1839						
<i>Thalassoma</i> sp.	2	0.10	0.71	0.30	2	0.65
Orden: Scorpaeniformes						
Familia: Scorpaenidae Risso, 1827						
Género: <i>Scorpaena</i> Linnaeus, 1758						
<i>Scorpaena</i> sp.	4	0.19	1.39	0.59	4	1.30
Peces no identificados	44	2.13	12.99	5.53	39	12.70
Restos de peces						
Filo: Echinodermata						
Subfilo: Asterozoa						
Clase: Ophiuroidea						
Ofiuros no identificados						
Estrella ofiuras	1	0.05	0.10	0.04	1	0.33
Subfilo: Echinozoa						
Clase: Echinoidea						
Erizos de mar no identificados						
Espinas de erizo	5	0.24	0.19	0.08	5	1.63
Clase: Holothuroidea						
Pepinos de mar no identificados						
Pepino de mar	11	0.53	1.52	0.65	11	3.58
Filo: Mollusca						
Clase: Bivalva						
Orden: Mytilida Férussac, 1822						
Familia: Mytilidae Rafinesque, 1815	26	1.26	1.34	0.57	21	6.84
Género: <i>Mytilus</i> Linnaeus, 1758						
<i>Mytilus</i> sp.						
Orden: Veneridae Gray, 1854						
Familia: Veneridae rafinesque, 1815						
Veneridae 1	5	0.24	0.99	0.42	5	1.63
Clase: Cephalopoda						
Orden: Octopoda Leach, 1818						
Familia: Octopodidae d'Orbigny, 1840						
Género: <i>Octopus</i> Cuvier, 1797						
<i>Octopus cf. hubbsorum</i> Berry, 1953	20	0.97	16.05	6.83	20	6.51

Anexo A. Continuación.

	N	N%	W	W%	FO	FO%
Clase: Gastropoda						
Orden: Neogastropoda Wenz, 1938						
Familia: Columbellidae Swainson, 1840						
Género: <i>Parvanachis</i> Radwin, 1968						
<i>Parvanachis pygmaea</i> (G. B. Sowerby I, 1832)	7	0.34	0.60	0.25	5	1.63
Familia: Olividae Latreille, 1825						
Género: <i>Oliva</i> Bruguière, 1789						
<i>Oliva</i> sp.	1	0.05	0.05	0.02	1	0.33
Orden: Nudibranchia Cuvier, 1817						
Familia: Discodorididae Bergh, 1891						
Género: <i>Baptodoris</i> Bergh, 1884						
<i>Baptodoris mimetica</i> Gosliner, 1991	1	0.05	0.32	0.14	1	0.33
Orden: Littorinimorpha Golikov & Starobogatov, 1975						
Familia: Rissoidae Gray, 1847						
Género: <i>Rissoa</i> Desmarest, 1814						
<i>Rissoa</i> sp.	6	0.29	0.29	0.12	5	1.63
Otros						
Algas clorofitas	1	0.05	0.05	0.02	2	0.65
Algas rodófitas	2	0.10	0.08	0.03	2	0.65
Huevos no identificados	10	0.48	0.26	0.11	4	1.30
Huevos de pulpo	14	0.68	0.18	0.08	1	0.33
Nemertino	1	0.05	0.10	0.04	1	0.33
	2064	100	234.90	100	307	312.05