

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



Efecto de dietas con poliquetos en el rendimiento reproductivo de hembras
del camarón *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*, durante desoves
sucesivos

PRESENTADO POR:

Bach. Iliana Ingrid Zavala Zavaleta
Bach. Edward Junior Saldaña Rodriguez

ASESOR:

Dr. Walter Eduardo Reyes Avalos

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO ACUICULTOR

Nuevo Chimbote – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



Efecto de dietas con poliquetos en el rendimiento reproductivo de hembras
del camarón *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*, durante desoves
sucesivos

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO ACUICULTOR

AUTORES:

Bach. Iliana Ingrid Zavala Zavaleta

Bach. Edward Junior Saldaña Rodriguez

REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR DE TESIS:



Dr. Walter Eduardo Reyes Avalos

Nuevo Chimbote – Perú
2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



Efecto de dietas con poliquetos en el rendimiento reproductivo de hembras del camarón *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*, durante desoves sucesivos

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO ACUICULTOR

AUTORES:

Bach. Iliana Ingrid Zavala Zavaleta

Bach. Edward Junior Saldaña Rodriguez

REVISADO Y APROBADO POR EL JURADO CALIFICADOR

Dr. Guillermo Saldaña Rojas
Presidente

Mg. Juan M. Carhuapoma Garay
Integrante del Jurado

Dr. Walter Reyes Avalos
Integrante del Jurado

ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUTENTACIÓN DE LA TESIS (VIRTUAL)

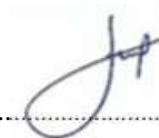
En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en la **Plataforma ZOOM...**, siendo las **.19:10..** horas del día **.14 de mayo del 2021..**, dando cumplimiento a la Resolución N° **109-2021-UNS-FC-Virtual...**, se reunió el Jurado Evaluador presidido por **.Dr. Guillermo Saldaña Rojas**, teniendo como miembros a **.Mg. Juan Miguel Carhuapoma Garay...** (secretario) (a), y **.Dr. Walter Reyes Avalos** (integrante), para la sustentación de tesis a fin de optar el título de **..Biólogo Acuicultor** realizado por el, (la), (los) tesista (as) **Iliana Ingrid Zavala Zavaleta** (Cód. 0201322018), quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada: **“EFECTO DE DIETAS CON POLIQUETOS EN EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE HEMBRAS DEL CAMARÓN *Cryphiops caementarius*, DURANTE DESOVES SUCESIVOS”**. Terminada la sustentación, el (la), (los) tesista (as)s respondió (ieron) a las preguntas formuladas por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como **SOBRESALIENTE.....** asignándole un calificativo de **29** (19 nota)..... puntos. (Art. 24° inc. a, b, c, d, e, f – Directiva N° 003-2020-UNS-VRAC: ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES MEDIANTE TRABAJO NO PRESENCIAL VIRTUAL EN LA UNS).

Siendo las **.20:25** horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.



.....
Dr. Guillermo Saldaña Rojas
Presidente



.....
Mg. Juan M. Carhuapoma Garay
Secretario



.....
Nombre: Dr. Walter Reyes Avalos
Integrante

ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUTENTACIÓN DE LA TESIS (VIRTUAL)

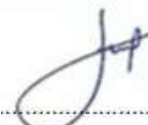
En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en la **.Plataforma ZOOM...**, siendo las **.19:10..** horas del día **.14 de mayo del 2021..**, dando cumplimiento a la Resolución N° **109-2021-UNS-FC-Virtual...**, se reunió el Jurado Evaluador presidido por **.Dr. Guillermo Saldaña Rojas**, teniendo como miembros a **.Mg. Juan Miguel Carhuapoma Garay...** (Secretario) (a), y **..Dr. Walter Reyes Avalos** (integrante), para la sustentación de tesis a fin de optar el título de **..Biólogo Acuicultor** realizado por el, (la), (los) tesista (as) **Edward Junior Saldaña Rodriguez** (Cód. 0201322019) , quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada: **“EFECTO DE DIETAS CON POLIQUETOS EN EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE HEMBRAS DEL CAMARÓN *Cryphiops caementarius*, DURANTE DESOVES SUCESIVOS”**. Terminada la sustentación, el (la), (los) tesista (as)s respondió (ieron) a las preguntas formuladas por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como **SOBRESALIENTE....** asignándole un calificativo de **29** (19 nota)..... puntos. (Art. 24° inc. a, b, c, d, e, f – Directiva N° 003-2020-UNS-VRAC: ADECUACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES MEDIANTE TRABAJO NO PRESENCIAL VIRTUAL EN LA UNS).

Siendo las **.20:25** horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.



.....
Dr. Guillermo Saldaña Rojas
Presidente



.....
Mg. Juan M. Carhuapoma Garay
Secretario



.....
Dr. Walter Reyes Avalos
Integrante

DEDICATORIA

A Dios por habernos permitido culminar con nuestra tesis, por darnos fuerza y salud para llevar a cabo nuestras metas y objetivos, darle las gracias por su amor infinito.

A nuestras madres, por habernos apoyado en cada uno de nuestros pasos y enseñarnos buenos valores, por la motivación constante que permitieron que hoy en día seamos personas de bien.

A nuestros familiares por siempre aconsejarnos para tomar buenas decisiones y encaminar nuestro futuro con sus enseñanzas.

Saldaña Rodríguez Edward Junior

Zavala Zavaleta Iliana Ingrid

AGRADECIMIENTO

Al Departamento Académico de Biología, Microbiología y Biotecnología de la Universidad Nacional del Santa por permitir hacer uso de los materiales y equipos necesarios para desarrollar la investigación.

Al Dr. Víctor J. Moscoso-Villacorta, por el esclarecimiento de la nueva escritura del género y subgénero *Cryphiops* que habita en los ríos costeros del Perú.

Al Dr. Walter Reyes Avalos por ser nuestro tutor, por guiarnos, por brindarnos su tiempo y apoyo, con el objetivo de poder culminar nuestro trabajo de investigación.

Al Vicerrectorado de investigación de la Universidad Nacional del Santa, por brindar financiamiento para poder realizar nuestro trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Resumen	xii
Abstract	xiii
I. Introducción.....	1
II. Marco Teórico	3
III. Materiales y Métodos	6
IV. Resultados	11
Discusión	16
Conclusiones.....	21
Recomendaciones	22
Referencias Bibliográficas.....	23
Anexo	30

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición porcentual de insumos de la dieta basal para <i>C. (C.) caementarius</i>	7
Tabla 2. Composición química proximal (%) de dietas empleadas en la alimentación de hembras de <i>C. (C.) caementarius</i>	14
Tabla 3. Contenido de ácidos grasos (%) de huevos recién desovados colectados de manera acumulativa de las hembras de <i>C. (C.) caementarius</i> alimentadas con diferentes dietas, durante 90 días.	14
Tabla 4. Parámetros físicos y químicos del agua (media \pm desviación estándar) de cultivo de hembras de <i>C. (C.) caementarius</i> , alimentadas durante 90 días con diferentes dietas.	15

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Maduración del ovario de hembras de <i>C. (C.) caementarius</i> alimentadas con diferentes dietas durante 90 días. A) Desarrollo de cada estado del ovario. B) Periodo de maduración del ovario.....	11
Figura 2. Fecundidad (Número inicial de huevos) durante desoves sucesivos de hembras de <i>C. (C.) caementarius</i> alimentadas con diferentes dietas durante 90 días.....	12
Figura 3. A) Volumen de huevo y B) Índice somático de la masa de huevos (ISM), durante desoves sucesivos de hembras de <i>C. (C.) caementarius</i> alimentadas con diferentes dietas durante 90 días	13
Figura 4. A) Esfuerzo reproductivo (ER) y B) Rendimiento reproductivo (RR), durante desoves sucesivos de hembras de <i>C. (C.) caementarius</i> alimentadas con diferentes dietas durante 90 días	14

ÍNDICE DE ANEXO

	Pág.
Anexo 1. Lugar de captura de camarones de <i>C. caementarius</i> , cerca del centro poblado Huayto al margen del río Pativilca.....	31
Anexo 2. A) Identificación de hembras de <i>C. caementarius</i> . B) Sistema de transporte de <i>C. caementarius</i> en tacho de agua y vasos agujereados.....	31
Anexo 3. Tratamientos experimentales para la crianza de <i>C. caementarius</i>	31
Anexo 4. Muestreos biométricos A) Peso y B) Longitud de <i>C. caementarius</i>	32
Anexo 5. Elaboración del alimento para <i>C. caementarius</i> A) Pesaje de insumos, B) Tamizaje y mezcla de insumos y C) Secado.....	32
Anexo 6. Extracción de poliquetos en la conseción (AMYPE) Cruzmila Nora Ramírez Matos.	32
Anexo 7. A) Extracción de huevos de <i>C. caementarius</i> . B) Sub – muestra despues de la extracción de la masa ovígera.	33
Anexo 8. Estados de ovario de <i>C. caementarius</i> . A) Hembra con ovario inmaduro (estados I o II), B) Hembra con ovario en maduración intermedia (estado III) y C) Hembra con ovario maduro (estado IV).....	33
Anexo 9. Análisis proximal de las dietas suministradas a los <i>C. caementarius</i>	34
Anexo 10. Perfil de ácidos grasos de harina de embriones de <i>C. caementarius</i>	35

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de dietas con poliquetos sobre el rendimiento reproductivo de hembras del camarón *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*, durante desoves sucesivos. Los camarones procedieron del río Pativilca (Perú) y fueron cultivados en nueve acuarios (290 L) y en cada uno se acondicionaron con seis recipientes de cultivo individual. Los poliquetos (*Neanthes succinea*, *Halosydna brevisetosa* y *Nereis pelagica*) procedieron de un cultivo suspendido de moluscos. Se emplearon una dieta basal, otra a base de poliquetos frescos y otra cuya dieta basal fue suplementada con harina de poliquetos. El experimento duró 90 días. Las hembras alimentadas con poliquetos y con la dieta basal suplementada con harina de poliquetos, maduraron en 17.16 y 19.61 días, respectivamente ($p < 0.05$) y las alimentadas con basal fue de 24.45 días. La fecundidad fue alta ($p < 0.05$) en el primer desove de las hembras alimentadas con poliquetos (4007 y 3472 huevos) y baja en las hembras alimentadas con basal (2165 huevos), pero disminuyó en los desoves sucesivos. Ninguna dieta afectó el volumen de los huevos recién desovados, siendo el contenido de ácido palmítico, esteárico y oleico los que presentaron niveles altos en las dietas con poliquetos. El esfuerzo reproductivo y el rendimiento reproductivo fue alto en el primer desove y fue disminuyendo en los desoves sucesivos. Los resultados de la investigación mostraron que alimentar a las hembras de camarón con una mezcla de tres poliquetos frescos o con una dieta basal suplementada con harina de poliquetos aumenta el rendimiento reproductivo. Los poliquetos son los nuevos candidatos a considerar en las dietas para incrementar el rendimiento reproductivo del camarón.

Palabras clave: poliquetos, fecundidad, maduración, camarón, caridea

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the effect of diets containing epibiont polychaetes on the reproductive performance of female *Cryphiops (Cryphiops) caementarius* shrimp, during successive spawning. The shrimps came from Pativilca River (Peru) and were cultivated in nine aquariums (290 L) and in each one six specimen's cultivation containers were conditioned. The polychaetes (*Neanthes succinea*, *Halosydna brevisetosa* and *Nereis pelagica*) came from a suspended culture of mollusk. A basal diet was used, another based on fresh polychaetes and basal diet supplemented with polychaetes meal. The experiment lasted 90 days. The diets had fatty acids. Maturation of the females fed polychaetes and basal diet supplemented with polychaetes meal, matured in 17.16 and 19.61 days, respectively ($p < 0.05$) and those fed with basal diet was 24.45 days. Fecundity was high ($p < 0.05$) in the first spawning of females fed polychaetes (4007 and 3472 eggs) and low in females fed balanced (2165 eggs), but decreased in successive spawning. Neither diet affected the volume of newly spawned eggs, but palmitic, stearic and oleic acid contents were high with polychaetes diets. Reproductive effort and reproductive performance were high in the first spawning and decreased in successive spawning. The results of the research showed that feeding female shrimp with a mixture of three fresh polychaetes or with a basal diet supplemented with polychaetes meal increases reproductive performance. Epibiont polychaetes are the new candidates to be considered in diets to increase reproductive performance of shrimp.

Keywords: polychaetes, fecundity, maturation, shrimp, caride

I. INTRODUCCIÓN

En el mar, la fauna sedentaria y sésil rápidamente coloniza estructuras de todo tipo. Las estructuras del cultivo suspendido de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, como linternas, pearl nets, boyas, bolsas colectoras y cuerdas, como también las mismas valvas del molusco son sustratos para macroinvertebrados (moluscos, poríferos, cnidarios, tunicados, briozoos, artrópodos, poliquetos, entre otros) y macroalgas, que conforman el biofouling (Loayza, 2011). Las especies del biofouling al acumularse en las estructuras afectan el crecimiento del molusco, deterioran los materiales y representa un importante costo por mantenimiento en el cultivo comercial (Pacheco & Garate, 2005; Loayza & Tresierra, 2014). El biofouling obtenido después de la limpieza de las estructuras de cultivo es desechado y acumulado en tierra con el cual se contamina el ambiente.

De todas las especies del biofouling, los poliquetos son de importancia desde el punto de vista ecológico, pues estos organismos son abundantes y frecuentes en todos los ambientes marinos y dominantes en especies, individuos y en biomasa, por ello poseen alta capacidad de colonización y distribución (Pacheco & Garate, 2005; Díaz & Liñero, 2006; Loayza, 2011). Además, exhiben una interacción simbiótica, comensal o parásita con otros organismos acuáticos (Uribe *et al.*, 2001).

Los poliquetos son excelentes fuente de proteínas y aminoácidos esenciales (Dorgham *et al.*, 2015), de ácidos grasos altamente insaturados y de hormonas reproductivas similares a la de los langostinos (Chimsung, 2014), como testosterona, progesterona, 17 β -estradiol (Mouneyrac *et al.*, 2006). Por ello, las especies de poliquetos se utilizan como alimento para estimular la maduración de reproductores de peces (Whang *et al.*, 2019) y crustáceos (Nguyen *et al.*, 2008).

En este sentido, el uso de poliquetos obtenidos de la limpieza de linternas del cultivo suspendido de concha de abanico (*A. purpuratus*) podrían estimular la maduración gonadal y mejorar el rendimiento reproductivo del camarón de río *Cryphiops caementarius*.

En la Región Ancash, se tiene establecido las principales empresas de cultivo suspendido de concha de abanico (*A. purpuratus*) que en el 2018 produjeron 31 890 t (PRODUCE, 2019) de los cuales se estima que entre el 10% al 20% es biofouling (Royer *et al.*; 2006), y los poliquetos son especies que tienen importancia por su densidad y

biomasa, tanto en invierno como en verano, el cual representan aproximadamente el 1% (Loayza & Tresierra, 2014).

Por consiguiente, se formula el siguiente problema de investigación ¿Cuál es el efecto de la dieta con poliquetos, en el rendimiento reproductivo de hembras del camarón *C. (C.) caementarius*, durante desoves sucesivos?

La hipótesis establece que si, empleamos una dieta con poliquetos frescos y una dieta basal suplementada con harina de poliquetos, la dieta con poliquetos frescos es más efectiva en acelerar la maduración del ovario, incrementar la fecundidad y la fertilidad de hembras del camarón *C. (C.) caementarius*.

El objetivo general de la investigación fue evaluar el efecto de la dieta con poliquetos frescos y de la dieta suplementadas con harina de poliquetos en el rendimiento reproductivo de hembras del camarón *C. (C.) caementarius*, durante desoves sucesivos. Los objetivos específicos fueron:

- Determinar la duración de la maduración del ovario de hembras del camarón *C. (C.) caementarius* alimentadas con dietas con poliquetos.
- Determinar la frecuencia de desove del camarón *C. (C.) caementarius* alimentadas con dietas con poliquetos.
- Cuantificar la fecundidad de hembras del camarón *C. (C.) caementarius* alimentadas con dietas con poliquetos, durante desoves sucesivos.
- Cuantificar el esfuerzo reproductivo y el rendimiento reproductivo de las hembras del camarón *C. (C.) caementarius* alimentadas con dietas con poliquetos, durante desoves sucesivos.

II. MARCO TEÓRICO

Los poliquetos marinos son organismos bentónicos tanto en la infauna como en la epifauna (Elias et al., 2021). Los poliquetos de arena y los de lodo poseen cantidades variables de nutrientes que son necesarios para la reproducción de crustáceos (Meunpol et al., 2005). Los poliquetos marinos poseen altos niveles de proteínas (45% a 64%) y de ácidos grasos altamente insaturados como el ácido eicosapentanoico (EPA), ácido docosahexanoico (DHA) y el ácido araquidónico (ARA), así como de aminoácidos esenciales y no esenciales (Meunpol et al., 2005; Nguyen et al., 2012; Leelatanawit et al., 2014; Dorgham et al., 2015; Asghari et al., 2017). Los ácidos grasos EPA, DHA y ARA son indispensables en la reproducción de los crustáceos (Nguyen et al., 2008; Palmer et al., 2014). El ARA está involucrado en la síntesis de prostaglandinas las que participan en la maduración de crustáceos (Harrison, 1990; Meunpol et al., 2010).

Además, los poliquetos como *Nereis diversicolor* posee altos niveles de 17 β -estradiol, progesterona y testosterona (Mouneyrac et al., 2006). Por ello, los poliquetos son excelentes suplementos para estimular la reproducción de peces (Whang et al., 2019) y también en crustáceos, al estimular la maduración del ovario y obtener alta tasa de desove en *P. japonicus* (Nguyen et al., 2008) y *Marsupenaeus japonicus* (Nguyen et al., 2012).

La dieta formulada suplementada con harina de poliquetos se emplea en la proporción del 5% (Coman et al., 2007). Las dietas formuladas suplementadas con extractos de poliquetos (fracción de lípidos neutros y fracción soluble tricloroacético) rinden de manera similar que los poliquetos frescos congelados, en la maduración del ovario de *P. japonicus*, porque contiene estimulantes de naturaleza esteroide que afectan fuertemente la maduración del ovario (Nguyen et al., 2012). La combinación de dietas artificiales con alimento fresco dentro de los cuales se encuentran los poliquetos (*Perinereis nuntia*) y calamar, también mejoran los índices de reproducción en *Litopenaeus vannamei* (Ghorbani et al., 2017).

Los poliquetos marinos frescos congelados en la proporción de 18% del peso húmedo se emplean para la reproducción de *P. monodon* (Hoa et al., 2009). El alimento fresco constituido por poliquetos, moluscos y calamar son usados comúnmente, aunque su valor nutricional varía con las especies, la estación y los estados de vida, por lo que se emplea en combinación con dietas compuestas (Chimsung, 2014).

Las hembras de *C. (C.) caementarius* maduran en menor tiempo al alimentarse con el poliqueto (*Pseudonereis* sp.) y con pota (*Dosidicus* sp.), además, hay mayor fecundidad y fertilidad al primer desove, en comparación con el alimento balanceado (Bazán *et al.*, 2009). Sin embargo, no se tiene registrado que la especie de poliqueto marino *Pseudonereis* sp. se encuentre asociada a sustratos de origen antrópico como a las linternas del cultivo de concha de abanico (*A. purpuratus*) de la región Ancash.

Los poliquetos marinos que habitan las estructuras de cultivo marino en la región Ancash pertenecen a los géneros *Halosydna*, *Hydroides*, *Neanthes*, *Nereis*, *Polydora* y *Steggoa* (Loayza & Tresierra, 2014). Sin embargo, no se conocen los componentes nutricionales de estos poliquetos, y tampoco se conoce su uso como alimento para reproductores de especies acuáticas y menos para el camarón de río *C. (C.) caementarius*. Sin embargo, se conoce que la dieta natural a base de poliquetos permite que el alimento tenga mayor atractabilidad que las dietas artificiales (Huang *et al.*, 2005) por lo que se consigue que el alimento sea consumido en su totalidad.

El camarón de río *C. (C.) caementarius* es la especie que tiene amplia distribución latitudinal desde los ríos de Lambayeque en Perú (Méndez, 1981) hasta los ríos de Valparaíso en Chile (Moscoso, 2012). Sin embargo, esta especie de camarón soporta extracción comercial solo en el Perú en los ríos Pativilca, Cañete y Mala en Lima, así como en Ocoña, Majes-Camaná y Tambo en Arequipa, lugares donde hay mayor abundancia poblacional (Zacarías & Yépez, 2015) y por ello los extractores han conformado Asociaciones donde la actividad camaronera lo utilizan como medio de vida. En el 2016, ingresaron al mercado de Lima 1141 t (PRODUCE, 2019) y en el 2017, ingresaron 994.0 t (PRODUCE, 2018). Además, esta especie de camarón tiene importancia en la gastronomía peruana.

Los estudios con *C. (C.) caementarius* datan desde 1950 (Viacava *et al.*, 1978) y hay interés por el desarrollo de tecnologías para el cultivo comercial de esta especie de camarón y con ello disminuir la presión extractiva. Sin embargo, son varias las dificultades que existen en diferentes etapas del proceso del cultivo. Estudios nutricionales con la especie de camarón se refieren a dietas con diferentes insumos como el uso de sal (Ramírez *et al.*, 2018), lecitina de soya (Acosta *et al.*, 2018), ensilado biológico (Terrones & Reyes, 2018). Todas estas investigaciones están orientadas a establecer una dieta para el crecimiento de la especie de camarón.

Son escasas las investigaciones realizadas en reproducción de *C. C. (C.) caementarius caementarius*. Se conocen los estados del desarrollo embrionario (Reyes *et*

al., 2009) y el efecto de la temperatura (Reyes *et al.*, 2008) y salinidad para mejorar el desarrollo del embrión (Fuentes *et al.*, 2010). Además, la ablación de ambos pedúnculos oculares acelera la maduración ovárica pero afecta la supervivencia (Reyes *et al.*, 2010). También, se ha determinado que hay interrelación entre el ciclo de muda, el ciclo ovárico y el desarrollo embrionario (Reyes, 2014).

En una investigación se utilizó el poliqueto *Pseudonereis* sp. recolectado de un sustrato de origen natural y empleado como alimento fresco, con el cual se incrementa la frecuencia de maduración del ovario, y el número de huevos y larvas de hembras del camarón de río *C. (C.) caementarius* en comparación de otros alimentos frescos como pota (*Dosidicus* sp.) y almeja (*Semele solida*) (Bazán *et al.*, 2009). Sin embargo, no se ha investigado el uso de poliquetos obtenidos de la limpieza de linternas del cultivo suspendido de concha de abanico (*A. purpuratus*), los cuales están compuestos por especies de los géneros *Halosydna*, *Hydroides*, *Neanthes*, *Nereis*, *Polydora* y *Steggoa* (Loayza & Tresierra, 2014).

Por otro lado, los poliquetos extraídos con intensidad de sustratos de origen natural ocasionarían desequilibrio ambiental, dado a que los poliquetos en el ambiente natural contribuyen con el equilibrio del ecosistema debido a que ellos se alimentan de detritus y de pequeños bentos, o sirven de alimento para peces, crustáceos e incluso aves (Mandario, 2018). Sin embargo, los poliquetos que crecen sobre sustratos de origen antrópico como las estructuras de las linternas del cultivo suspendido de concha de abanico (*A. purpuratus*), que al no utilizarse generan contaminación en áreas de terrenos cercanos a las playas. Sin embargo, su uso como alimento para especies acuáticas evitaría la extracción de poliquetos de sustratos de origen natural.

Por consiguiente, el uso de poliquetos como alimento fresco o en forma de harina en una dieta balanceada podría ser utilizado en la reproducción de especies acuáticas como el camarón de río *C. (C.) caementarius*. De esta manera, se impediría la dependencia de poliquetos que viven en el ecosistema marino. Algo similar sucede cuando se cultivan poliquetos para evitar afectar este recurso natural (Mandario, 2018).

En consecuencia, el presente proyecto se justifica porque se dispondrá de un insumo alimenticio que actualmente es desechado pero fácil de obtener, con el cual se podrá formular alimento o utilizarlo directamente para fines de maduración de reproductores de crustáceos, pues los poliquetos son los ingredientes más caros utilizados en acuicultura debido a su calidad nutricional y hormonal (Wouters *et al.*, 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Camarones

Los camarones fueron colectados del río Pativilca cerca del centro poblado Huayto (10°39'50'' S, 77°39'22'' W) (Barranca, Lima), el 7 de diciembre de 2019. Los camarones fueron transportados en el sistema diseñado por Reyes (2016). El transporte terrestre de camarones duró 5 h y no hubo mortalidad. En laboratorio, la especie se reconoció con clave taxonómica (Méndez, 1981) y según el Carideorum Catalogus de De Grave y Fransen (2011) corresponde a *Cryphiops (Cryphiops) caementarius*. El sexo de las hembras se verificó por la presencia de gonóporos en los coxopoditos del tercer par de periópodos y por el tamaño de las quelas y la amplitud del abdomen (Reyes *et al.*, 2018). Los camarones fueron aclimatados durante 10 días en el mismo sistema de transporte, se alimentaron con dieta basal y cada dos días se realizó recambios del 30% del agua, limpieza de los restos de alimento y de los desechos sólidos de excreción.

El experimento fue realizado con 54 camarones hembras que presentaron ovarios inmaduros (Estado I) o en maduración incipiente (Estado II) y sin masa embrionaria (Reyes, 2014). Los camarones seleccionados al azar fueron de 5.70 a 6.10 cm de longitud total (desde la escotadura postorbital hasta el extremo posterior del telson) medidos con vernier digital Truper (± 0.01 mm) y de 5.0 a 6.0 g de peso húmedo determinado en balanza digital ADAM AQT 600 (± 0.1 g). Los camarones presentaron apéndices cefalotorácicos completos y sin signos de laceraciones en el cuerpo.

Sistema de maduración

El sistema de maduración del camarón consistió de nueve tanques de fibra de vidrio (0.80 x 0.70 x 0.70 m, con 290 L) y dentro de cada uno se acondicionaron seis recipientes de cultivo individual, instalados en dos grupos de tres niveles, según lo diseñado y empleado previamente en investigaciones con la misma especie de camarón (Acosta *et al.*, 2018; Terrones y Reyes, 2018). El sistema de cultivo permitió implementar el experimento con tres dietas: dieta basal (control), dieta con poliquetos frescos y dieta basal suplementada con harina de poliquetos, cada dieta con tres repeticiones.

Dieta basal

La dieta basal fue elaborada con insumos locales, según la formulación de la Tabla 1 cuya composición proximal fue de 30% de proteína total, 8.1% de lípidos totales y 4.6% de fibra, con 2,600 kcal/g (Reyes, 2016). La dieta se elaboró con el procedimiento de Guevara (2003) y con una prensa casera se obtuvieron filamentos que se secaron a

temperatura ambiente por exposición directa a los rayos del sol (~40°C) por 48 h. Los filamentos secos fueron quebrados para obtener gránulos (3 mm) que se almacenaron en bolsas Ziploc a las que se les extrajo el aire para mayor conservación.

Tabla 1. Composición porcentual de insumos de la dieta basal para *C. (C.) caementarius* (Reyes, 2016).

INSUMOS	%
Harina de pescado	30.00
Harina de soya	21.00
Harina de maíz	16.70
Aceite de pescado	2.00
Aceite de soya	0.50
Aceite de maíz	0.50
Lecitina de soya	1.00
Polvillo de arroz	22.00
Melaza	3.00
Zeolita	2.00
Sal común	1.00
Complexvit ¹	0.30

¹ Comprende (kg⁻¹): Vitaminas A 8 g; E 7 g; B1 8 g; B2 16 g; B6 11.6 g; B12 0.02 g; C 5 g; D3 5 g; K3 1 g; Nicotinamida 10 g; Niacina 6 g; Biotina 0.3 g; DL Metionina 20 g; Pantotenato de calcio 47 g; Cloruro de sodio 2.7 g; Cloruro de potasio 34 g; Sulfato de magnesio 7 g; Maca 5 g; y Excipientes 1000g.

Dieta con poliquetos

Los poliquetos vivos fueron colectados, entre noviembre y diciembre del 2019, durante la limpieza de las linternas de cultivo suspendido de *A. purpuratus* de la empresa Cultimarine S.A.C. (09°12'32''S, 78°32'03''W) y de la concesión en Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa Cruzmila (09°12'53''S, 78°32'51''W) (Bahía de Samanco, Ancash, Perú). Los poliquetos fueron transportados en cajas de tecnoport (20 L) con gel pack. En laboratorio, los poliquetos fueron reconocidos como *Neanthes succinea* (50%), *Halosydna brevisetosa* (30%) y *Nereis pelagica* (20%), según claves taxonómicas (Banse y Hobson, 1974; De León, 1999). Los poliquetos frescos (13 Kg procedieron de Cruzmila) fueron lavados con agua destilada, cortados en trozos (~5 mm²), envueltos en papel de aluminio y congelados (-2°C) hasta por 15 días. Los poliquetos que fueron procesados como harina (4 Kg procedieron de Cultimarine y 3 Kg de Cruzmila) fueron secados (45°C por 48 h) en estufa y la harina (18%) se mezcló con la dieta basal (Hoa *et al.*, 2009) según el procedimiento para la dieta basal.

Alimentación de hembras

El nivel de alimentación de los camarones con la dieta basal y con la dieta basal suplementada con harina de poliquetos, fue del 8% del peso húmedo del camarón (Cornejo *et al.*, 2015); en cambio, con la mezcla de poliquetos fue del 15% del peso húmedo (Bazán *et al.*, 2009). En el primer mes de cultivo, los camarones fueron alimentados dos veces al día con la proporción de 30% (07:30 h) y 70% (19:00 h), pero de acuerdo con el comportamiento alimentario diurno de las hembras observado en laboratorio, se decidió alimentar con una ración por día (19:00 h) durante los dos meses siguientes.

Maduración y desove

El desarrollo del ovario de los camarones se observó a través del cefalotórax y se consideraron los estados de ovario inmaduro (Estado I o II), en maduración intermedia (Estado III) y ovario maduro (Estado IV). Para detectar la proximidad del desove, se verificó que el ovario de los camarones se encontrara en estado IV y que haya muda reproductiva, en estas condiciones las hembras desovan al día siguiente (Reyes, 2014). El peso de la hembra con y sin masa de huevos se determinó con balanza digital ADAM AQT 600 (± 0.1 g). Además, se calcularon el periodo entre desoves y la frecuencia de desoves.

La masa de huevos recién desovados de camarón fue extraída con pinzas, colocados en caja Petri, y parte de los huevos fueron extendidos con agujas de punta roma para ser medidos. El eje mayor (L) y el eje menor (l) de los huevos ($n = 20$) fueron medidos con ocular micrométrico (EM-15x Lomo) instalado en el microscopio compuesto (Carl Zeiss) y con los datos se determinó el volumen (V), el índice somático de la masa de huevos (ISM) (Shailender *et al.*, 2012) y la tasa de desove (TD) (Reyes, 2011), con las siguientes fórmulas:

$$V (\text{mm}^3) = (\pi * L * l^2) / 6$$

$$\text{ISM} (\%) = (\text{Peso de masa de huevos} / \text{Peso total del camarón}) * 100$$

$$\text{TD} = (\text{Número de hembras ovígeras} / \text{Número total de hembras}) * 100$$

Fecundidad

La fecundidad para cada desove se calculó de tres submuestras de huevos de cada hembra pesada en balanza analítica digital AG 221LX (± 0.001 g), luego cada submuestra se extendió en una caja Petri y se fotografió (Huawei Y72018 de 13 megapíxeles) para

después contar los huevos de la foto digital y calcular la fecundidad (Número inicial de huevos/hembra) = $[(W_o - W_{no}) * N_h] / W_h$ (Bazán *et al.*, 2009) donde el N_h es el número de huevos en la muestra, W_o es el peso de la hembra con masa de huevos, W_{no} es el peso de la hembra sin masa de huevos y W_h es el peso de la muestra de huevos.

Esfuerzo y rendimiento reproductivo

El esfuerzo reproductivo (ER) y el rendimiento reproductivo (RR) se calculó para cada desove de las hembras de cada tratamiento. Para el ER (la biomasa total de huevos producidos por una hembra), se calculó como el número de huevos multiplicado por el volumen de huevos (Kolding y Fenchel, 1981) y para expresarlo en mg, se tuvo en cuenta que la densidad de los huevos recién desovados es aproximadamente igual a la del agua (1 g cm^{-3}) (Janas y Mańkucka, 2010). El RR se calculó con la versión modificada de Janas y Mańkucka (2010) donde el $RR = (ER/\text{masa húmeda de la hembra}) \times 100$.

Análisis químico de dietas y embriones

El análisis químico proximal de las dietas se realizó en el Laboratorio Certificado COLECBI y comprendió proteína cruda (UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006 con factor de 6.25), grasa total (UNE 64021 1970), cenizas (UNE 64019 1971) y humedad (UNE 64015 1971).

La composición de ácidos grasos se determinó, por duplicado, de la harina de huevos recién desovados de camarón alimentado con dieta basal, con poliquetos y con dieta basal suplementada con harina de poliquetos. Los huevos recién desovados de camarón (<10 h) fueron extraídos con pinzas, colocados en caja Petri e inmediatamente secados (60°C por 24 h) en estufa y luego refrigerados ($\sim 2^\circ\text{C}$) hasta su análisis. El perfil de ácidos grasos de las muestras se determinó con el Método de AOAC 991.39 (Determinación de esteres de ácidos grasos) y se utilizó un Cromatógrafo de Gases Shimadzu del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

Calidad del agua

Los desechos sólidos acumulados en los tanques se extrajeron mediante sifón, antes de cada alimentación. La renovación del agua de cada tanque fue del 30% y dos veces por semana, previo análisis de los parámetros físicos y químicos. La temperatura del agua que se registró con termómetro digital ($\pm 0.1^\circ\text{C}$), el oxígeno disuelto con Oxímetro digital YSI 500 ($\pm 0.01 \text{ mg/l}$) y pH con pH-metro Phep 5 HANNA (± 0.1 unidades), se determinaron cada semana. El amonio total y los nitritos se analizaron cada 15 días con

kit colorimétrico Sera (± 0.1 mg/l).

Análisis estadístico

La normalidad de los datos se analizó con la prueba de Shapiro-Wilk; además, se aplicó la prueba de Levene para conocer si hay igualdad de varianza. Los gráficos se procesaron con el programa Excel. Los datos se expresaron como media \pm desviación estándar. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se determinaron por análisis de varianza de una vía y con la prueba de Tukey ($p < 0.05$) y también con la prueba de Dunnett ($p < 0.05$). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SPSS versión 25 para Windows.

IV. RESULTADOS

Maduración del ovario

Las hembras de *C. (C.) caementarius* de los tratamientos supervivieron durante el periodo experimental. Las hembras en maduración incipiente (ovario I-II) alimentadas con poliquetos permanecieron menor tiempo (7.22 ± 0.35 días) en este estado y fueron diferentes ($p < 0.05$) que aquellas alimentadas con basal suplementado con harina de poliquetos (9.28 ± 0.35 días) y con basal (10.39 ± 0.51 días) (Fig. 1A). En cambio, cuando las hembras alcanzaron la maduración intermedia (ovario III) el tiempo de maduración disminuyó cuando las hembras fueron alimentadas con las dietas que tuvieron poliquetos (5.83 ± 0.44 días y 5.89 ± 0.26 días), las cuales fueron significativamente ($p < 0.05$) menores que con el basal (8.11 ± 0.59 días). De manera similar sucedió con las hembras que estuvieron con ovarios maduros donde el menor tiempo en completar la maduración fue menor (4.11 ± 0.26 días y 4.44 ± 0.10 días) cuando se alimentaron con las dietas con poliquetos, siendo menor ($p < 0.05$) que con el basal (5.95 ± 0.63 días) (Fig. 1A).

Las dietas con poliquetos frescos y con basal suplementado con poliquetos ocasionaron maduración del ovario en solo 17.16 días y 19.61 días, respectivamente, los que fueron más rápido ($p < 0.05$) que aquellas alimentadas con basal que demoró 24.45 días (Fig. 1B).

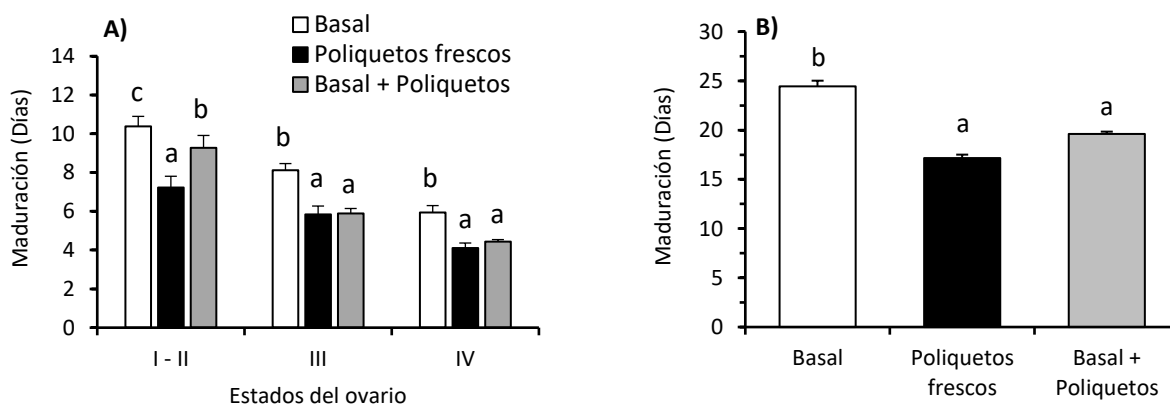


Figura 1. Maduración del ovario de *C. (C.) caementarius* alimentadas con diferentes dietas durante 90 días. A) Desarrollo de cada estado del ovario. B) Periodo de maduración del ovario.

Las hembras alimentadas con poliquetos y con basal suplementado con poliquetos maduraron en solo 17.16 ± 1.38 días y 19.61 ± 2.16 días, respectivamente, siendo menor ($p < 0.05$) que con basal (Fig. 1B), lo que ocasionó cuatro desoves sucesivos (Fig. 2). En cambio, aquellas alimentadas con basal maduraron en 24.44 ± 1.99 días (Fig. 1B) y solo tuvieron tres desoves sucesivos (Fig. 2). La tasa de desove de las hembras alimentadas con poliquetos se mantuvo en 100% hasta el tercer desove sucesivo, luego disminuyó a

55% en las hembras alimentadas con poliquetos y a 38% con dieta basal con poliquetos. En cambio, en las hembras alimentadas con basal la tasa de desove se mantuvo en 100% hasta el segundo desove sucesivo, luego disminuyó a 22% en el tercer desove que fue el último en el periodo de estudio.

Fecundidad

La fecundidad en el primer desove de *C. (C.) caementarius* fue alta y similar en las hembras alimentadas con las dos dietas con poliquetos (4007 y 3472 huevos), pero diferente ($p < 0.05$) con las alimentadas con basal (2165 huevos). En los siguientes desoves, la fecundidad disminuyó en alrededor del 25% en las hembras que se alimentaron con poliquetos, existiendo diferencia ($p < 0.05$) de la fecundidad del cuarto desove de las hembras alimentadas con poliquetos en relación con el primer desove, cuya disminución fue de alrededor del 36% (Fig. 2).

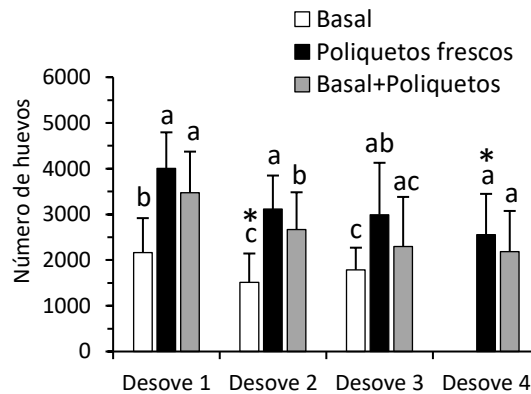


Figura 2. Fecundidad (Número de huevos/hembra) durante desoves sucesivos de hembras de *C. (C.) caementarius* alimentadas con diferentes dietas durante 90 días. Las letras diferentes sobre las columnas en un mismo desove indica diferencia significativa, según la prueba de Tukey ($p < 0.05$). El asterisco indica diferencia significativa con el primer desove, según la prueba de Dunnett ($p < 0.05$).

Volumen e ISM de huevos

El volumen de los huevos recién desovados fue similar ($p>0.05$) en las hembras alimentadas con las dos dietas con poliquetos y con basal, la misma que varió entre 0.069 a 0.072 mm³. El ISM fue mayor ($p<0.05$) en el primer desove de las hembras alimentadas con las dos dietas con poliquetos, en relación con las alimentadas con basal. En cambio, en los siguientes desoves, el ISM fue similar entre tratamientos, aunque mayor tendencia se observó en las hembras alimentadas con las dos dietas con poliquetos, pero en general el ISM disminuyó en aprox. 50 y 60% al cuarto desove, en relación con el primer desove.

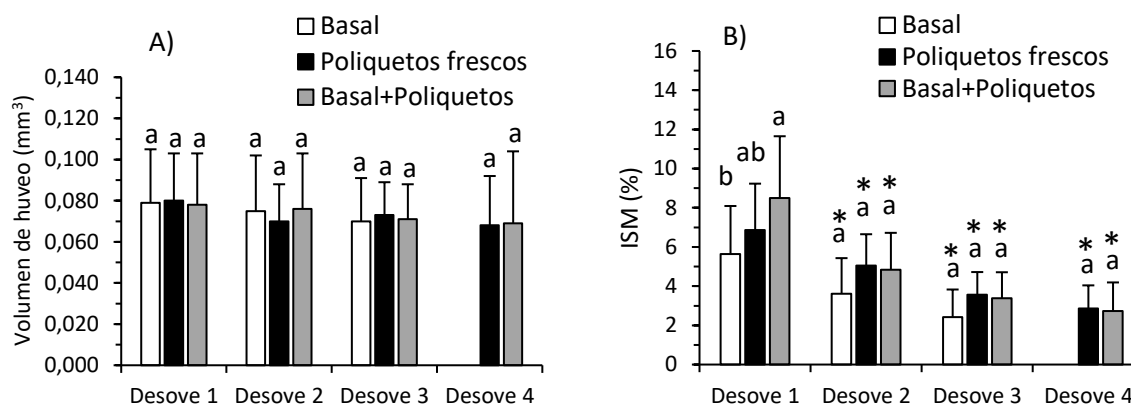


Figura 3. A) Volumen de huevo y B) Índice somático de la masa de huevos (ISM), durante desoves sucesivos de *C. (C.) caementarius* alimentadas con diferentes dietas durante 90 días. Las letras diferentes sobre las columnas en un mismo desove indica diferencia significativa, según la prueba de Tukey ($p<0.05$). El asterisco indica diferencia significativa con el primer desove, según la prueba de Dunnett ($p<0.05$).

Esfuerzo y rendimiento reproductivo

El ER del primer desove de las hembras alimentadas con poliquetos fue alto (323.54 y 269.01 mg) y en aquellas alimentadas con basal fue significativamente ($p<0.05$) bajo (180.08 mg), pero en los tres casos disminuyó en alrededor del 32% en el segundo y tercer desove sucesivo y en 50% en el cuarto desove, en relación con el primer desove (Fig. 4A). El RR del primer desove de las hembras alimentadas con las dos dietas con poliquetos fue mayor (5.82 y 5.43%), pero aquellas alimentadas con basal suplementado con poliquetos fue similar que con la dieta basal (3.84%), pero en los siguientes desoves el ER disminuyó en aproximadamente 35, 50 y 60 % en el segundo, tercer y cuarto desove sucesivo, respectivamente (Fig. 4B).

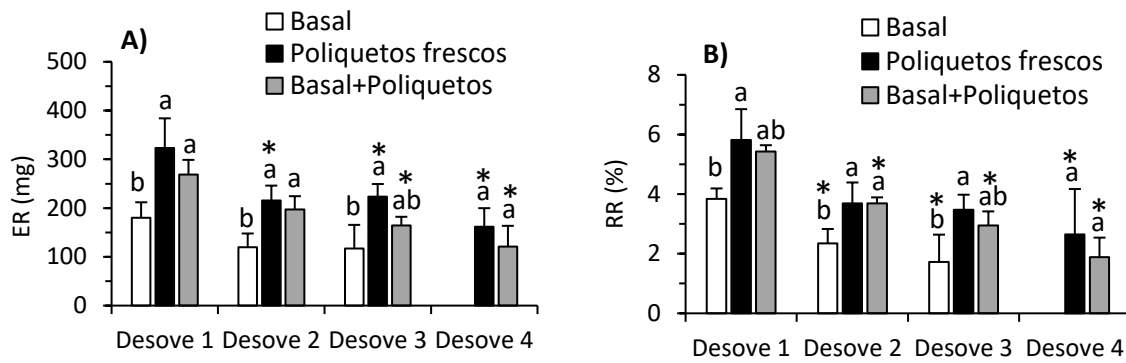


Figura 4. A) Esfuerzo reproductivo (ER) y B) Rendimiento reproductivo (RR), durante desoves sucesivos de *C. (C.) caementarius* alimentadas con diferentes dietas durante 90 días. Las letras diferentes sobre las columnas en un mismo desove indica diferencia significativa, según la prueba de Tukey ($p < 0.05$). El asterisco indica diferencia significativa con el primer desove, según la prueba de Dunnett ($p < 0.05$).

Composición química de las dietas

Las dietas con poliquetos tuvieron mayor contenido de proteínas y grasa, pero menor cenizas, que la dieta con basal (Tabla 2).

Tabla 2. Composición química proximal (%) de dietas empleadas en la alimentación de hembras de *C. (C.) caementarius*.

Composición	Basal	Poliquetos	Basal + poliquetos
Proteína cruda	29.52	32.21	31.16
Grasa total	8.84	9.27	9.34
Cenizas	19.73	11.31	11.48
Humedad	7.00	9.00	8.70

Contenido de ácidos grasos de huevos

Los huevos recién desovados de las hembras alimentadas con poliquetos tuvieron mayor contenido de ácidos grasos, en relación a los otros tratamientos; excepto el ácido palmítico, que fue similar con aquellas alimentadas con basal más poliquetos (Tabla 3).

Tabla 3. Contenido de ácidos grasos (%) de huevos recién desovados colectados de manera acumulativa de las hembras de *C. (C.) caementarius* alimentadas con diferentes dietas, durante 90 días.

Ácidos grasos		Basal	Poliquetos	Basal + Poliquetos
C16:0	Ácido palmítico	36.092 ± 0.001	45.617 ± 0.001	43.705 ± 0.001
C18:0	Ácido Esteárico	27.456 ± 0.001	38.457 ± 0.001	27.949 ± 0.001
C18:1n-9	Ácido Oleico	25.451 ± 0.001	28.839 ± 0.001	26.434 ± 0.001

Calidad del agua

Los parámetros de calidad del agua de cultivo de *C. (C.) caementarius* se mantuvieron similares ($p>0.05$) en todos los tratamientos. La temperatura se mantuvo entre 20.78 y 21.86°C, la concentración de oxígeno estuvo entre 4.59 y 4.73 mg/l. El pH varió entre 6.80 a 6.91. El amonio total estuvo entre 0.005 y 0.008 mg/l y los nitritos entre 0.25 y 0.33 mg/l.

Tabla 4. Parámetros físicos y químicos del agua (media \pm desviación estándar) de cultivo de hembras de *C. (C.) caementarius*, alimentadas durante 90 días con diferentes dietas.

Parámetros	Basal	Poliquetos	Basal + Poliquetos
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.68 \pm 0.22 ^a	4.73 \pm 0.16 ^a	4.59 \pm 0.16 ^a
Temperatura (°C)	21.86 \pm 1.33 ^a	21.78 \pm 1.46 ^a	21.86 \pm 1.41 ^a
pH	6.80 \pm 0.22 ^a	6.91 \pm 0.16 ^a	6.87 \pm 0.21 ^a
Amonio total (mg/l)	0.008 \pm 0.003 ^a	0.005 \pm 0.001 ^a	0.006 \pm 0.003 ^a
Nitritos (mg/l)	0.33 \pm 0.20 ^a	0.25 \pm 0.16 ^a	0.29 \pm 0.19 ^a

Datos con diferentes letras en superíndice en la misma fila indica diferencia significativa ($p<0.05$).

DISCUSIÓN

Las hembras de *C. (C.) caementarius* alimentadas con los tres poliquetos (*N. succinea*, *H. brevisetosa* y *Nereis pelagica*), o con la dieta basal suplementada con la harina de estos poliquetos aceleraron la maduración del ovario, ocasionaron mayor frecuencia y tasa de desove, y produjeron mayor número de huevos, en relación con la dieta basal. Estos resultados demuestran que los poliquetos deben poseer ciertas sustancias para acelerar la maduración del ovario del camarón, como sucede en *Penaeus japonicus* alimentados con poliquetos frescos y con una dieta formulada suplementada con poliquetos secos (Binh *et al.*, 2008). Se conoce que los poliquetos son utilizados en las dietas de reproductores de crustáceos debido a que contienen componentes nutricionales (Wang *et al.*, 2019; Wairata *et al.*, 2020) y hormonales (Meunpol *et al.*, 2010; Chimsung, 2014) que contribuyen con incrementar los parámetros reproductivos.

La dieta a base de poliquetos frescos ocasionó maduración del ovario de las hembras de *C. (C.) caementarius* desde estados iniciales de la vitelogénesis; en cambio, la dieta basal suplementada con harina de poliquetos lo hizo desde estados intermedios de la vitelogénesis. Estos resultados sugieren la participación de hormonas reproductivas procedente de los poliquetos que, aunque no fue analizada, sin embargo, esto sucede en otros crustáceos. *Nereis diversicolor* posee 17β -estradiol y progesterona (Mouneyrac *et al.*, 2006). En *P. monodon* se induce la vitelogénesis, el desarrollo final de los ovocitos y el desove con el poliqueto *Perinereis* sp. en la dieta debido a que posee la hormona prostaglandina (Meunpol *et al.*, 2010) y también dicho poliqueto contiene vitelogenina cuya concentración aumenta desde el estadio del desarrollo ovárico I hasta el estadio IV en *L. vannamei* (Phoonsamran *et al.*, 2017; Ruan *et al.*, 2020). En cambio, los poliquetos procesados como harina y suplementada en la dieta basal deben haber reducido o atenuado las hormonas que inducen la vitelogénesis (Meunpol *et al.*, 2010; Phoonsamran *et al.*, 2017). Además, es probable que también se redujeran los nutrientes que aportan los poliquetos que son necesarios para estimular la maduración del ovario desde estadios iniciales. Los poliquetos poseen diversos nutrientes como los ácidos grasos de cadena larga (ácido linolénico, ácido linoleico y DHA) que son necesarios en la maduración del ovario de *Scylla paramamosain* (Tantikitti *et al.*, 2015).

En cambio, la dieta basal no fue adecuada para la maduración de las hembras de *C. (C.) caementarius* por lo que requiere ser reformulada o bien suplementada con más del 15% de harina de poliquetos y evaluar sus efectos en la reproducción del camarón. En *L. vannamei*, se ha demostrado que es posible disminuir el 50% de las dietas naturales y

utilizar en su lugar la alimentación con pellets para mantener los índices reproductivos deseables (Vaghei *et al.*, 2017). Es recomendable ensayar una dieta basal con mayor contenido de proteínas y de ácidos grasos esenciales, para la reproducción del camarón.

Las hembras de *C. (C.) caementarius* tuvieron desoves sucesivos, como en *M. acanthurus* (Tamburus *et al.*, 2012), pero en nuestra especie las dos dietas con poliquetos ocasionaron cuatro desoves sucesivos, en comparación con la dieta basal que solo ocasionó tres desoves sucesivos, durante 90 días y en el inicio de la época reproductiva. La maduración sucesiva del ovario de los camarones es indicador del efecto positivo y continuo de los componentes nutricionales y hormonales de los poliquetos empleados como dieta, como ha sido referido anteriormente. Además, la extracción de la masa de huevos de la cámara incubatriz de la hembra aceleró la muda reproductiva, como ha sido informado para la misma especie del camarón (Reyes, 2014), lo que abre una posibilidad de realizar la incubación artificial para incrementar la producción de larvas y el uso continuo de los reproductores.

Los huevos recién desovados de *C. (C.) caementarius* que tuvieron alta concentración de ácido palmítico, esteárico y oleico fueron de las hembras alimentadas con las dos dietas con poliquetos, lo que indica la importancia de las especies de poliquetos empleados en la dieta, así como de la capacidad de las hembras de camarón, en proceso de maduración, de acumular en el ovario estos ácidos grasos. Aunque no se determinaron los ácidos grasos de los poliquetos, sin embargo, en *Perinereis helleri* el ácido palmítico (12.38 %) es mayor que el ácido esteárico (3.48) y del ácido oleico (1.15%) (Palmer *et al.*, 2014); en cambio, en *P. nuntia* los ácidos palmítico, esteárico y oleico son diferentes (6.41, 7.13 y 8.24% respectivamente) (Asghari *et al.*, 2017). El contenido de los ácidos grasos de estas especies de poliquetos fue bastante menor que el obtenido en los huevos recién desovados del camarón, lo que sugiere la importancia de estos ácidos grasos en la maduración y principalmente en desarrollo embrionario del camarón. Los ácidos palmítico, esteárico y oleico son dominantes en todas las etapas ováricas de *S. olivácea*, y el primer ácido graso es rico en energía necesaria para el futuro desarrollo de embriones y larvas (Ghazali *et al.*, 2017). Esto probablemente explica las cuatro maduraciones y desoves sucesivos que tuvieron los camarones alimentados con las dos dietas con poliquetos durante 90 días, en relación con las que recibieron la dieta basal que solo permitió tres procesos reproductivos sucesivos en el mismo periodo, pero con baja tasa de desove. Sin embargo, es necesario evaluar el contenido de los ácidos grasos altamente insaturados (EPA, DHA, ARA) de las dietas que permita entender mejor la

contribución de estos nutrientes esenciales en la calidad de los embriones y larvas del camarón.

El volumen de los huevos recién desovados de *C. (C.) caementarius* fue similar ($p > 0.05$) entre tratamientos (0.072 - 0.082 mm³), lo cual está de acuerdo a lo informado previamente para la misma especie (Reyes *et al.*, 2009), así como en aquellas alimentada con el poliqueto *Pseudonereis* sp. (Bazán *et al.*, 2009), así mismo fue similar al de otras especies de carideos como *M. acanthurus* cuyo volumen del huevo recién desovado es de 0.078 mm³ (Tamburus *et al.*, 2012). Además, nuestros resultados indican que las dietas con los poliquetos no influyeron en el tamaño de los huevos recién desovados del camarón, aun cuando estas procedieran de desoves sucesivos. En *Neocaridina davidi*, el volumen fue similares en desoves sucesivos y refleja el contenido de nutrientes, excepto el contenido de lípidos que disminuye con los desoves (Tropea *et al.*, 2015). Similares resultados se obtuvieron con el volumen de los huevos de *C. (C.) caementarius* que tampoco varió durante los desoves sucesivos, aunque el contenido de ácidos grasos fue mayor en aquellas hembras alimentadas con poliquetos.

La fecundidad de *C. (C.) caementarius* fue mayor ($p < 0.05$) en el primer desove de las hembras alimentadas con las dietas con poliquetos, en relación con las hembras alimentadas con la dieta basal, luego disminuyeron durante los cuatro desoves sucesivos, pero se mantuvo dicha relación. Estos resultados sugieren que los poliquetos en las dietas contribuyeron con la proliferación de ovocitos y por consiguiente con la fecundidad, además, de mantener el proceso de maduración continua del ovario en la especie de camarón. En un estudio previo con la misma especie de camarón y de similar tamaño a la empleada en nuestra investigación, la mayor fecundidad se obtiene cuando las hembras se alimentan con el poliqueto *Pseudonereis* sp. (Bazán *et al.*, 2009). En consecuencia, la mayor fecundidad y frecuencia de desove de los camarones lograda en la investigación sería consecuencia de los poliquetos (frescos o en harina) que deben haber contribuido con diversas hormonas y nutrientes que estimularon el ovario desde estadios iniciales de la vitelogénesis, como ha sido sugerido en *P. monodon* con las prostaglandinas de *Perinereis* sp. que son inductores de la vitelogénesis (Meunpol *et al.*, 2010) y también con la vitelogenina (Phoonsamran *et al.*, 2017; Ruan *et al.*, 2020). Además, de los ácidos grasos esenciales que contribuyen con la proliferación de ovocitos y con incrementar la fecundidad en *M. rosenbergii* (Kangpanich *et al.*, 2016).

La disminución de la fecundidad con los desoves sucesivos es indicador del agotamiento energético de la hembra de *C. (C.) caementarius*, que no pudo ser

compensada con ninguna de las dietas empleadas. Las hembras de *M. amazonicum* canalizan energía hacia el desarrollo gonadal y la incubación de huevo, con un presupuesto energético de alrededor del 80 % (Augusto y Masui, 2014). Además, el ISM de las hembras varió de manera similar que la fecundidad durante los desoves sucesivos en todos los tratamientos, lo que indica que las dietas empleadas no afectaron la calidad de los huevos del camarón. En *M. rosenbergii*, el ISM es afectada por la calidad iónica del agua más no afecta la fecundidad (Tavabe *et al.*, 2015), en cambio, en *M. nipponense* los metales pesados si afectan la fecundidad y el ISM (Tavabe *et al.*, 2019).

El ER es definida como la biomasa de huevos producidos por hembra (Janas y Mańkucka, 2010). En anfípodos de especies de *Gammarus* el ER es constante (Kolding y Fenchel, 1981). Sin embargo, en *C. (C.) caementarius*, el ER fue alto durante los desoves sucesivos en las hembras que fueron alimentados con las dietas con poliquetos, en cambio fueron menores con la dieta basal. Así mismo, el máximo RR (5.82 y 5.43 %) obtenido en el primer desove de *C. (C.) caementarius* es similar a la reportado para *M. amazonicum* (7.4%, Pantaleão *et al.* 2018), aunque fue menor a otras especies de palaemónidos (10-21%, Zimmermann *et al.*, 2015), lo que significa que el RR depende de factores exógenos y endógenos propios de cada especie. El incremento del RR en el primer desove y la subsecuente disminución con los desoves sucesivos indica la plasticidad que tienen las hembras de *C. (C.) caementarius* para acumular nutrientes y además de que las dietas con poliquetos (fresco y en harina) proporcionan suficiente energía para producir prole de calidad para los desoves sucesivos. En hembras de *Palaemon elegans* el alto valor del RR se relaciona con el mayor tamaño del huevo por lo que esta inversión se ve en el crecimiento de la descendencia (Janas y Mańkucka, 2010).

Los parámetros de calidad del agua de los tratamientos durante el periodo experimental fueron similares al del ambiente donde habita el camarón *C. (C.) caementarius* (Zacarías y Yépez, 2015) y a las de otras investigaciones con la especie en el mismo sistema de cultivo (Acosta *et al.*, 2018; Ramírez *et al.*, 2018; Terrones y Reyes, 2018), lo que indica que ninguna de las dietas deterioró la calidad del agua, por lo que las hembras estuvieron en buenas condiciones ambientales durante el cultivo en cautiverio. Además, la supervivencia de las hembras de *C. (C.) caementarius* se mantuvo inalterable cuando fueron alimentadas con las dietas con poliquetos y con la dieta basal. Esto demuestra que los poliquetos no afectaron a los camarones sino más bien contribuyeron durante su proceso de maduración. Similares resultados se obtienen con el poliqueto

Pseudonereis sp. en *C. (C.) caementarius* (Bazán *et al.*, 2009) y con *Marphys amoribidii* en *Lysmata amboinensis* (Omar *et al.*, 2020).

Los tres poliquetos empleados en la investigación son los que abundan en el biofouling del cultivo suspendido de moluscos bivalvos, por lo que serían nuevos candidatos como alimento vivo o como harina que suplementa una dieta basal, para incrementar el desempeño reproductivo de las hembras del camarón *C. (C.) caementarius* y probablemente de otras especies acuáticas de interés. Esto significa que se ha generado una alternativa de aprovechamiento comercial de estos poliquetos, que contribuirá a disminuir la contaminación ambiental en los lugares donde hay empresas de cultivo de moluscos bivalvos. Además, como los poliquetos son nativos se evitaría depender de aquellos que son de otros países cuyo riesgo de la introducción de enfermedades es alta (Pombo *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

- La maduración de las hembras de *C. (C.) caementarius* alimentadas con poliquetos (*N. succinea*, *H. brevisetosa* y *N. pelagica*) y con la dieta basal suplementada con harina de estos poliquetos, maduraron en 17.16 y 19.61 días, respectivamente ($p < 0.05$) que aquellas alimentadas solo con basal que maduró en 24.45 días.
- Las hembras de *C. (C.) caementarius* alimentadas con poliquetos y con basal suplementado con harina de poliquetos desovaron hasta cuatro veces y las alimentadas con basal desovaron hasta tres veces.
- La fecundidad en el primer desove de *C. (C.) caementarius* fue alta ($p < 0.05$) en las hembras alimentadas con poliquetos (4007 y 3472 huevos), que disminuyó en aprox. 20% en los desoves sucesivos. Sin embargo, ninguna dieta afectó el volumen de los huevos recién desovados.
- El índice somático de la masa de huevos, el esfuerzo reproductivo y el rendimiento reproductivo fueron mayores ($p < 0.05$) en el primer desove de las hembras alimentadas con poliquetos, para luego disminuyó con los desoves sucesivos.

RECOMENDACIONES

Evaluar el contenido de los ácidos grasos altamente insaturados (EPA, DHA y ARA) de las dietas, así como de los huevos, que permita entender mejor la contribución de estos nutrientes en la reproducción del camarón.

Es conveniente formular una dieta balanceada con mayor contenido de proteínas, de ácidos grasos esenciales y con alta suplementación con harina de poliquetos, que permita mejorar el proceso reproductivo del camarón.

Evaluar los niveles de hormonas sexuales de *Neanthes succinea*, *Halosydna brevisetosa* y *Nereis pelágica*, que permita corroborar su función en el proceso reproductivo del camarón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th Ed., AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Acosta A, Quiñones D, Reyes W. (2018). Efecto de dietas con lecitina de soya en el crecimiento, muda y supervivencia de machos del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae). *Sci Agropecu* 9(1): 143-151.
- Asghari S, Salarzadeh AR, Rohani K, Yahyavi M, Mohammadzadeh F. (2017). Fatty acid profile of wild and farmed sandworms, *Perinereis nuntia*, in the coast of Bamdar Abbas, Iran. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17: 1049-1053.
- Báez, D.; Ardila, N. 2003. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del mar Caribe Colombiano. *Biota Colombiana* 4(1): 89-109.
- Augusto A, Masui DC. (2014). Sex and reproductive stage different in the growth, metabolism, feed, fecal production, excretion and energy budget in males and females of the Amazon River prawn (*Macrobrachium amazonicum*). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 47(6): 373-388
- Bannister J, Sievers M, Bush F, Bloecher N. (2019). Biofouling in marine aquaculture: a review of recent research and developments. *Biofouling* 35(6): 631-648.
- Banse K, Hobson KD. (1974). Benthic errantiate polychaetes of British Columbia and Washington. *Bull Fish Res Board Canada* 185: 1-111.
- Bazán M, Gámez S, Reyes W. (2009). Rendimiento reproductivo de hembras de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) mantenidas con alimento natural. *Rev Peru Biol* 16(2): 191- 193.
- Binh NT, Ishikawa M, Yokoyama S, Michael FR, Sakiyama K, Koshio S. (2008). Effects of polychaete meal supplementation to the maturation feed on kuruma shrimp (*Penaeus japonicus*) female broodstocks. *Aquaculture Sci* 56(4): 523-530.
- Cabrera E, Marcelo Z, Reyes W. (2019). Efecto de dietas con alta concentración de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la proliferación de hemocitos en camarones *Cryphiops caementarius* machos. *Rev Inv Vet Perú* 30(3): 1057-1067.
- Chimsung N. (2014). Maturation diets for black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) broodstock: a review. *Songklanakarin J Sci Technol* 26(3): 265-273.
- Coman GJ, Arnold SJ, Callaghan TR, Preston NP. (2007). Effect of two maturation diet combinations on reproductive performance of domesticated *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 263: 75-83.

- Coman GJ, Arnold SJ, Barclay M, Smith DM. (2011). Effect of arachidonic acid supplementation on reproductive performance of tank-domesticated *Penaeus monodon*. *Aquac Nutr* 17(2):141-151.
- Cornejo J, Pérez L, Reyes W. (2015). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast in the diet of male shrimp *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae) on total and differential hemocytes count. *Rev Bio Ciencias* 3(3): 173-186.
- De Grave S, Franssen CHJM. (2011). Carideorum Catalogus: the recent species of the dendrobranchiate, stenopodidean, procarididean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). *Zool Med Leiden*. 85(9): 30.ix.2011: 195-589.
- De León JA. (1999). Nereididae (Annelida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H011. México D. F. Obtenido de: http://www.snib.mx/iptconabio/resource?r=SNIB-H011&v=1.2&request_locale=pt
- Díaz, O. & Liñero, I. (2006). Poliquetos (annelida: polychaeta) asociados a substratos artificiales en tres localidades del golfo de Cariaco, Venezuela. *Agrobiología*, 18(1), 3 - 10.
- Dorgham M, Hamdy R, Hassan H, Al-Rasheedy, Atta MM. (2015). Biochemical composition of the nereidid *Perinereis cultrifera* from the Egyptian Mediterranean coast. *Rev Biol Mar Oceanogr* 50(3): 535-543.
- FAO. (2017). El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5798s.pdf>.
- Fuentes AS, Mogollón AV, Reyes WE. (2010). Efectos de la salinidad sobre el desarrollo de embriones de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) incubados in vitro. *Rev Peru Biol* 17(2): 215- 218.
- Ghazali A, Azra MN, Noordin NM, Abol-Munafi AB, Ikhwanuddin M. (2017). Ovarian morphological development and fatty acids profile of mud crab (*Scylla olivacea*) fed with various diets. *Aquaculture* 468: 45-52.
- Ghorbani VR, Abolhasani MH, Matinfar A, Dagar Sh, Ghorbani R. (2017). Production of artificial diets for female broodstock of western white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and study on their singular effect. *Iran J Fish Sci* 16(4): 1204-1213.
- Guevara WN. (2003). Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos. Universidad Nacional José Basadre Grohmann. Facultad de Ingeniería Pesquera. 55 p. Obtenido de: <https://studylib.es/doc/7831193/formulaci%C3%B3n-y-elaboraci%C3%B3n-de-dietas-para-peces-y-crust%C3%A1ceos>

- Harrison, K.E. (1990). The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. *Journal of Shellfish Research* 9(1): 1-28.
- Hoang ND, Wouters R, Wille M, Thanh V, Dong TK, Hao NV, Sorgeloos P. (2009). A fresh-food maturation diet with an adequate HUFA composition for broodstock nutrition studies in black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798). *Aquaculture* 297: 116-121.
- Huang G, Dong S, Wang F. (2005). Effects of different diets on the attractability and selectivity of Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. *J Ocean Univ China* 4(1): 56-60.
- Janas U, Mańkucka, A. (2010). Body size and reproductive traits of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Crustacea, Decapoda), a recent colonizer of the Baltic Sea. *International Journal of Oceanography and Hydrobiology* 39(2): 3-24.
- Kangpanich C, Pratoomyot J, Siranonthana N, Senanan W. (2016). Effects of arachidonic acid supplementation in maturation diet on female reproductive performance and larval quality of giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *PeerJ* 4: e2735.
- Kolding S., Fenchel T.M. (1981), Patterns of reproduction in different populations of five species of the amphipod genus *Gammarus*, *Oikos*, 37: 167-172.
- Leelatanawit R., Uawisetwathana U., Klanchui A. (2014). Effects of polychaetes (*Perinereis muntia*) on sperm performance of the domesticated black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*. 433: 266-275.
- Loayza, R. (2011). Problemática del biofouling en el cultivo de *Argopecten purpuratus* en el Perú. *Revista AquaTIC*, 35, 9-19.
- Loayza R, Tresierra A. (2014). Variación del “biofouling” en linternas de cultivo de “concha de abanico” *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco, Ancash, Perú. *Ciencia y Tecnología* 10(2): 19-34.
- Mandario MAE. (2018). Addressing gaps in the culture of pathogen-free polychaetes as feed in shrimp hatcheries. *Fish People* 16(3): 19-23.
- Medina M, Espinoza Y, Reyes W. (2019). Índices gonadosomático y hepatosomático en relación con la maduración y muda del camarón *Cryphiops caementarius* del río Pativilca (Perú). *Rev Inv Vet Perú* 30(3): 1018-1029.
- Méndez M. (1981). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decápoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Bol Inst Mar Perú* 5: 1-170.
- Meunpol O, Duangjai E, Yoonpun R, Piyatiratitivorakul S. (2010). Detection of prostaglandin E2 in polychaete *Perinereis* sp. and its effect on *Penaeus monodon* oocyte development in vitro. *Fish Sci* 76: 281-286.

- Meunpol, O., Meejing, P. and Piyatiratitivorakul, S. (2005). Maturation diet based on fatty acid content for male *Penaeus monodon* (Fabricius) broodstock. *Aquaculture Research*, 36 (12) : 1216-1225.
- Moscoso V. (2012). Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. *Bol Inst Mar Perú* 27(1-2): 8-207.
- Mouneyrac C, Pellerin J, Moukrim A, Alla AA, Durou C, Viault N. (2006). In situ relationship between energy reserves and steroid hormone levels in *Nereis diversicolor* (O.F. Müller) from clean and contaminated sites. *Ecotoxicol Environ Saf* 65: 181-187.
- Nguyen, B.T., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Michael, F.R., Sakiyama, K., Koshio, S., (2008). Effects of polychaete meal supplementation to the maturation feed on kuruma shrimp (*Penaeus japonicus*) female broodstock. *Aquaculture Science* 56, 523–530.
- Nguyen BT, Koshio S, Sakiyama K, Ishikawa M, Yokoyama S, Kader MA. (2012). Effects of polychaete extracts on reproductive performance of kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus* Bate-Part II. Ovarian maturation and tissue lipid compositions. *Aquaculture* 334-337: 65-72.
- Omar WNA, Archad A, Amin SMN, Christianus A. (2020). Effect of different frozen fresh diets to broodstock growth, reproductive performance and larvae of cleaner shrimp, *Lysmata amboinensis*. *J Environ Biol* 41: 1249-1256.
- Pacheco, A. & Garate, A. (2005). Bioincrustantes en estructuras de cultivo de *Argopecten purpuratus* en Bahía Samanco, Perú. *Ecología Aplicada*, 4(1,2), 149-152.
- Palmer PJ, Wang S, Houlihan A, Brock I. (2014). Nutritional status of a nereidid polychaete cultures in sand filters of mariculture wastewater. *Aquac Nutr* 20(6): 675-691.
- Pantaleão JAF, Carvalho-Batista A, Teodoro SAA, Costa RC. (2018). The influence of environmental variables in the reproductive performance of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Caridea: Palaemonidae) females in a continental population. *An Acad Bras Ciênc* 90(2): 1445-1458.
- Phoonsamran K, Direkbusarakom S, Chotipunto P, Hirono I, Unajak S, Summpunn P, Wuthisuthimethavee S. (2017). Identification and expression of vitelogenin gene in polychaetes (*Perinereis* sp.). *J Fish Environ* 41(1): 1-11.
- Pombo A, Baptista T, Granada L, Ferreira SMF, Gonçalves SC, Anjos C, Sá E, Chainho P, da Fonseca LC, Costa PF, Costa JL. (2020). Insight into aquaculture's potential of marine annelid worms and ecological concerns: a review. *Rev Aquacult* 12: 107-121.

- PRODUCE (Ministerio de la producción). (2018). Anuario estadístico pesquero y acuícola 2017. La actividad productiva del sector en números. Ministerio de la Producción. Perú. Obtenido de: http://ogeiee.produce.gob.pe/images/Anuario/Pesca_2017.pdf
- PRODUCE. (2019) Anuario estadístico pesquero y acuícola 2018. Disponible en: los <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/901-anuario-estadistico-pesquero-y-acuicola-2018>.
- Ramírez M, Cántaro R, Reyes W. (2018). Growth and survival of males of *Cryphiops caementarius* (Palaemonidae) with diets supplemented with common salt. *Lat Am J Aquat Res* 46(2): 469-474.
- Reyes W, Gámez S, Luján H. (2008). Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de embriones de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae) incubados in vitro. *Rev AquaTIC* 28: 1-7.
- Reyes W, Luján H, Moreno L, Pesantes S. (2009). Caracterización de estadios embrionarios de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae). *Sciéndo* 12(1): 55-67.
- Reyes W. (2011). Crecimiento, reproducción y supervivencia de hembras del camarón de río *Cryphiops caementarius* criados en recipientes individuales. *Sciéndo* 14(1-2): 75-86.
- Reyes W. (2014). Interrelación del ciclo de muda, el ciclo ovárico y el desarrollo embrionario en hembras de *Cryphiops caementarius* Molina 1782 (Crustacea, Palaemonidae). *Rev Intropica* 9: 33-42.
- Reyes W. (2016). Efecto del recipiente de cultivo sobre la supervivencia y el crecimiento de machos de *Cryphiops caementarius* en sistemas individualizados. *Rev Biociencias* 3(4): 311-325.
- Reyes W, Ferrer K, Sernaqué J. (2018). Dimorfismo sexual del camarón *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae). En: Reyes W.E, Ed. Memoria del VIII Congreso Nacional de Estudiantes de Biología: Trabajos de Investigación en Extenso. Del 3 al 8 de septiembre de 2017, Nuevo Chimbote, Ancash, Perú. (pp. 14-16).
- Reyes W. (2019). Management of the interaction and cannibalism of postlarvae and adults of the freshwater shrimp *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782). En: Diarte-Plata G, Escamilla-Montes R. Crustacea. London: IntechOpen. p 1-14. Obtenido de: <https://mts.intechopen.com/books/crustacea/management-of-the-interaction-and-cannibalism-of-postlarvae-and-adults-of-the-freshwater-shrimp-em-c>.
- Royer J, Ropert M, Mathieu M, Costil K. (2006). Presence of spionid worms and other epibionts in pacific oysters (*Crasostrea gigas*) cultured in Normandy, France. *Acuiculture* 253:461-474.

- Senmache N, Reyes W. (2020). Efecto de dietas con zeolita natural en el crecimiento y supervivencia del camarón de río *Cryphiops caementarius*. *Rebiol* 40(1): 30-38.
- Shailender M, Krishna PV, Suresh Ch, Srikanth B. (2012). Reproductive performance and offspring quality of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* broodstock from different regions. *World J Fish Mar Sci* 4(6): 629-636.
- Stalin A, Suganthi P, Mathivani S, Broos KV, Gokula V, Sadiq BA, Syed HE, Singhal RK, Venubabu P. (2019). Effect of cobalt-60 gamma radiation on reproductive disturbance in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). *Toxicol Rep* 6: 1143-1147.
- Tamburus AF, Mossolin EC, Mantelatto FL. (2012). populational and reproductive aspects of *Macrobrachium Acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea: Palaemonidae) from north coast of São Paulo State, Brazil. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 16(1):9-18.
- Tantikitti C, Kaonoona R, Pongmaneerat J. (2015). Fatty acid profiles and carotenoids accumulation in hepatopancreas and ovary of wild female mud crab (*Scylla paramamosain*, Estampador, 1949). *Songklanakarín J Sci Technol* 37(6): 609-616.
- Tavabe KR, Rafiee G, Shoeiry MM, Houshmandi S, Frinsko M, Daniels H. (2015). Effects of water hardness and calcium: magnesium ratios on reproductive performance and offspring quality of *Macrobrachium rosenbergii*. *J World Aquac Soc*, 46(5): 519-530.
- Tavabe KR, Abkenar BP, Rafiee G, Frinsko M. (2019). Effects of chronic lead and cadmium exposure on the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) in laboratory conditions. *Comp Biochem Physiol Part C*, 221: 21-28.
- Teshima SI, Kanazawa A, Koshio S, Horinouchi, K. (1989). Lipid metabolism of the prawn *Penaeus japonicus* during maturation: Variation in lipid profiles of the ovary and hepatopancreas. *Comp Biochem Physiol* 92B(1): 45-49.
- Terrones S, Reyes W. (2018). Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de molusco en el crecimiento del camarón *Cryphiops caementarius* y tilapia *Oreochromis niloticus* en cocultivo intensivo. *Sci Agropecu* 9(2): 167-176.
- Thien FY, Yong ASK. (2017). Effect of different maturation diets on reproductive performance of the broodstock of purple mangrove crab, *Scylla tranquebarica*. *Borneo J Mar Sci Aquacul* 1: 44-50.
- Tropea C, López LS. (2015). Female growth and offspring quality over successive spawnings in a caridean shrimp *Neocaridina davidi* (Decapoda, Atyidae) with direct development. *Biol. Bull.* 229: 243-254.

- Uribe, E., Lodeiros, C. Félix-Pico, E. Etchepare, E.I. (2001). Epibiontes en pectínidos de Iberoamérica. En: A. Maeda-Martínez (ed.), Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura, Cap. 13:249-266.
- Vaghei G, Abolhasani MH, Matinfar A, Dadgar Sh, Ghorbani R. (2017). Production of artificial diets for female broodstock of western white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and study on their singular effect. Iran J Fish Sci 16(4): 1204-1213.
- Viacava, M., Aitken, R., Llanos, J. (1978). Estudio del camarón en el Perú. Bol. Inst. Mar del Perú 3(5), pp. 165-232.
- Wairata J, Tutupary OFW, Mangimbulude JC. (2020). Evaluation of Fatty Acid and Amino Acid in Laor Worms (*Polychaetes*) from Tobelo, Indonesia Coastal Water. Asian J Biol Sci 13: 127-133.
- Whang H, Seekamp I, Malzahn A, Hagemann A, Carvajal AK, Slizyte R, Standal IB, Handa A, Reitan KI. (2019). Growth and nutritional composition of the polychaete *Hediste diversicolor* (OF Müller, 1776) cultivated on waste from land-based salmon smolt aquaculture. Aquaculture 502: 232-241.
- Wouters, R. (2001). Importance of Broodstock Nutrition in white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Tesis Doctoral. Universidad de Ghent. Pp. 195.
- Zacarías S, Yépez V. (2015). Camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en la costa centro-sur del Perú, 2007. Inf Inst Mar Perú 42(3): 398-415.

ANEXO

Anexo 1. Lugar de captura de camarones de *C. caementarius*, cerca del centro poblado Huayto al margen del río Pativilca.



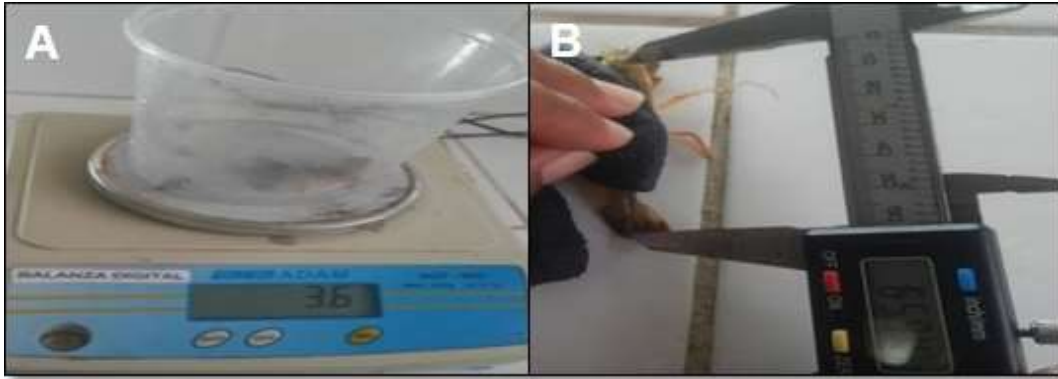
Anexo 2. A) Identificación de hembras de *C. caementarius*. B) Sistema de transporte de *C. caementarius* en tacho de agua y vasos agujereados.



Anexo 3. Tratamientos experimentales para la crianza de *C. caementarius*.



Anexo 4. Muestréos biométricos A) Peso y B) Longitud de *C. caementarius*



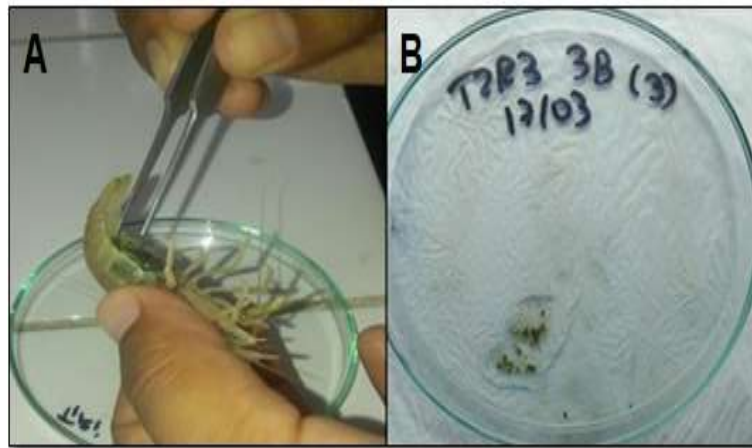
Anexo 5. Elaboración del alimento para *C. caementarius* A) Pesaje de insumos, B) Tamizaje y mezcla de insumos y C) Secado.



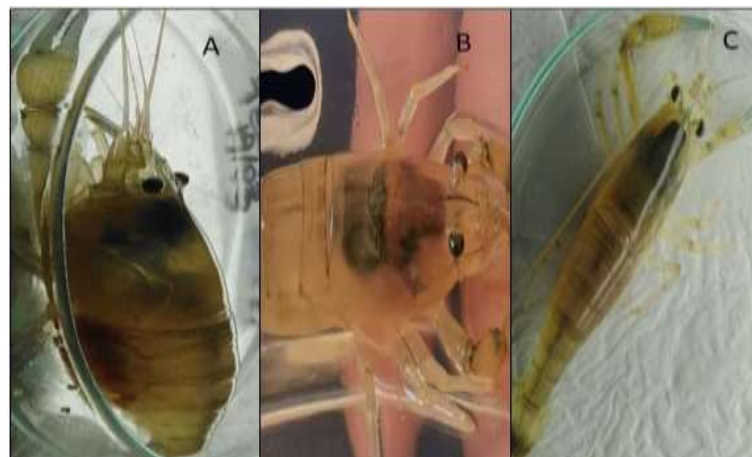
Anexo 6. Extracción de poliquetos en la conseción (AMYPE) Cruzmila Nora Ramírez Matos. A) Mantenimiento de linternas y boyas en la conseción de concha de abanico. B) Extracción de poliquetos de las linternas y boyas. C) Lavado de poliquetos y tamizaje de residuos y D) Caja de tecnopor con poliquetos para almacenar a -2°C.



Anexo 7. A) Extracción de huevos de *C. caementarius*. B) Sub – muestra despues de la extracción de la masa ovígera.



Anexo 8. Estados de ovario de *C. caementarius*. A) Hembra con ovario inmaduro (estados I o II), B) Hembra con ovario en maduración intermedia (estado III) y C) Hembra con ovario maduro (estado IV).





CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° 20201104-001

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA.
DIRECCIÓN	: Av. Pacífico N° 508 Buenos Aires Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: Edward Saldaña.
PRODUCTO DECLARADO	: ALIMENTOS PARA CAMARÓN.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 03 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2020-11-04
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2020-11-04
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2020-11-05
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 201104-1

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRAS		
	ALIMENTO BALANCEADO + HARINA DE POLIQUETOS	ALIMENTO BALANCEADO	HARINA DE POLIQUETOS
Proteínas (%) Factor 6,25	31,16	29,52	32,21
Grasa (%)	9,34	8,84	9,27
Humedad (%)	8,7	7,0	9,0
Cenizas (%)	11,48	19,73	11,31

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.
 Grasa : UNE 64021 1970
 Humedad : UNE 64015 1971
 Cenizas : UNE 64019 1971

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 07 del 2020.
 GVR/jms

LC-HRIVEO
 Rev. 06
 Fecha 2019-07-01

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 BIÓLOGO MSc. MSc. MSc. OGO
 L.R.P. / S.
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

Activar Wind
 Ir a Configuración



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial



INFORME DE ENSAYO N° 001-2020

N° DE OFICIO : MEMORANDO N° 169-2020-UNS-VRIN
 N° DE RECIBO DE PAGO : Bachilleres UNS
 CLIENTE : Zavala Zavaleta Iliana Ingrid
 Saldaña Rodríguez Edward Junior
 DIRECCIÓN : -----

PRODUCTO DECLARADO : Harina de embriones de camarón (“EFECTO DE DIETAS CON POLIQUETOS EPIBIONTES EN EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE HEMBRAS DEL CAMARÓN *Cryphiops caementarius*”)

TIPO DE ENVASE : papel aluminio
 TIPO DE EMPAQUE : -----
 INFORMACIÓN DE LA ETIQUETA : Sin marca

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

LABORATORIO : NYT
 FECHA DE RECEPCIÓN : 1.12.20
 FECHA DE ENSAYO : Inicio: 04.12.20 Término: 16.12.20
 MÉTODO DE ENSAYO :AOAC official method 991.39 fatty acids in encapsulated fish oils and fish oil methyl and ethyl esters
 : Instituto de Investigación Agroindustrial – Av. Activar Windc
 Universitaria S/N – Urb. Bellamar 1 etapa Ir a Configuración

RESULTADOS

ANÁLISIS: QUÍMICOS			
ENSAYOS	CODIGOS		
	T1	T2	T3
Ácidos grasos (%)	Ácido Palmítico 36.09186%	Ácido Palmítico 45.61675 %	Ácido Palmítico 43.70546 %
	Acido Esteárico 27.45604 %	Acido Esteárico 38.45713%	Acido Esteárico 27.94956 %
	Ácido Oleico (Cis-9) 25.45101 %	Ácido Oleico (Cis-9) 28.83850%	Ácido Oleico (Cis-9) 26.43369 %
Observaciones: El análisis de cada muestra se realizó por duplicado y se reportó el promedio. , se adjunta los cronogramas de las muestras analizadas			

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL
 Nuevo Chimbote, 18 de Diciembre del 2020



Dr. LUZ MARIA PAUCAR MENACHO
 Director (e) del IITA

QUEDA ABSOLUTAMENTE PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA Y EXPRESA DEL IITA