

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**“EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO BIOLÓGICO Y PRODUCTIVO DEL
CAMARÓN DE RÍO *Macrobrachium rosenbergii* EN SISTEMAS MONOSEXO Y
MIXTO DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO”**

Tesis

Para optar por el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:

JUAN FERNANDO CARRILLO ARVILDO

TINGO MARÍA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año de la Recuperación y la Consolidación de la Economía Peruana"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A las 05:00 p.m. del 02 de mayo de 2025, los que suscriben, Miembros del Jurado, se reunieron para calificar la Tesis titulada "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO BIOLÓGICO Y PRODUCTIVO DEL CAMARÓN DE RÍO *Macrobrachium Rosenbergii* EN SISTEMAS MONOSEXO Y MIXTO DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO", presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias JUAN FERNANDO CARRILLO ARVILDO.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "BUENO".

Tingo María, 08 de mayo de 2025

Ing. M. Sc. MARCO ANTONIO ROJAS PAREDES
Presidente

Dr. JOSÉ EDUARD HERNÁNDEZ GUEVARA
Miembro

Dr. DANIEL MARCO PAREDES LÓPEZ
Miembro



Blgo. Pesq. CARLOS ÁLVAREZ JANAMPA
Asesor

Ph. D. RAFAEL RENÉ ROBLES RODRÍGUEZ
Asesor



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 246 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Zootecnia

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional
-------	---	------------------------------------

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO BIOLÓGICO Y PRODUCTIVO DEL CAMARÓN DE RÍO <i>Macrobrachium rosenbergii</i> EN SISTEMAS MONOSEXO Y MIXTO DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO	JUAN FERNANDO CARRILLO ARVILDO	19 % Diecinueve

Tingo Maria, 21 de julio de 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



PROYECTO DE TESIS

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO BIOLÓGICO Y PRODUCTIVO DEL
CAMARÓN DE RÍO *Macrobrachium rosenbergii* EN SISTEMAS MONOSEXO Y
MIXTO DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO**

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	:	PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	PRODUCCIÓN, REPRODUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE ANIMALES DOMÉSTICOS, SILVESTRES Y ACUICOLAS EN ECOSISTEMAS SOSTENIBLES.
EJE TEMÁTICO	:	TECNOLOGÍAS DE LA PRODUCCIÓN EN ORGANISMOS ACUÁTICOS
AUTOR	:	JUAN FERNANDO CARRILLO ARVILDO
ASESORES	:	Blg. CARLOS, ALVAREZ JANAMPA Ph.D. RAFAEL RENE, ROBLES RODRIGUEZ
LUGAR DE EJECUCIÓN	:	UNAS – TINGO MARÍA
DURACIÓN DEL TRABAJO	:	60 días (ABRIL-MAYO) 2024
FINANCIAMIENTO	:	S/. 3948.21
FEDU	:	NO
PROPIO	:	SI
OTROS	:	NO

TINGO MARÍA – PERÚ

2025

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haber armonizado la realización de este Proyecto de Tesis. En segundo lugar, expreso mi más profundo agradecimiento a mi familia. A mi padre, quien descansa en la gloria del Altísimo, y a mi madre, por su constante y amoroso apoyo. También a mi pareja, hija e hijo, respectivamente, quienes me brindaron su respaldo y sustento moral a lo largo de todo este proceso.

"Dedico este trabajo a todos los investigadores que, con espíritu colaborativo y pasión por el conocimiento, deseen utilizar y compartir esta información como base para futuras investigaciones que contribuyan al desarrollo académico y científico."

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis, el Ph.D Robles Rodriguez, Rafael Rene; por su guía, paciencia y valiosas observaciones que enriquecieron este trabajo. Su experiencia y compromiso fueron fundamentales en el desarrollo de esta investigación. A los docentes de la facultad de zootecnia, por compartir sus conocimientos y formar parte esencial de mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos, por su apoyo, motivación y por estar presentes en cada etapa del camino. Y, finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este proyecto. A todos, mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	01
Hipótesis:	02
Objetivos:.....	02
II. REVISION DE LITERATURA	03
2.1 Biología-Generalidades	03
2.1.1 Dimorfismo Sexual	03
2.1.2 Jerarquía o Efecto Toro.....	04
2.1.3 Muda exuviación o ecdisis.....	05
2.1.4 Ciclo biológico	06
2.1.5 Distribución Geográfica.....	07
2.1.6 Hábitat	08
2.1.7 Osmorregulación	08
2.1.8 Ciclo circadiano.....	09
2.1.9 Fisiología Digestiva	09
2.1.10 Nutrición	10
2.1.11 Población Monosexo y Mixta.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Lugar de Ejecución	17
3.2 Materiales y Equipos	17
3.2.1 Instalaciones	17
3.2.2 Material biológico	17
3.2.3 Insumos	18
3.2.4 Equipos	18
3.3 Metodología	18
3.3.1 Población y Muestra.....	19
3.3.2 Alimentación	19
3.3.3 Bioseguridad	20
3.3.4 Biometría	21
3.3.5 Calidad de agua	21
3.4 Variables independientes.....	23
3.4.1 Cultivo monosexo y mixto	23
3.4.2 Morfotipos de machos.....	23

3.5 Variables dependientes.....	23
3.5.1 Incremento diario de peso (gr).....	23
3.5.2 Incremento diario de longitud (cm).....	24
3.5.3 Biomasa Final (kg).....	24
3.7.1 Productividad (kg/m ²).....	24
3.7.2 Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA).....	24
3.7.3 Tasa de supervivencia.....	24
3.6 Tratamientos	24
3.6.1 Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones	25
3.7 Diseño experimental y análisis estadístico	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIONES	35
VI. PROPUESTAS A FUTURO	36
VII. REFERENCIAS.....	37
VIII. ANEXOS	42
IX. GLOSARIO	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Página
1. Parámetros poscosecha en poblaciones exclusivamente femeninas y mixtas en condiciones de cultivo extensivo (4/m ²).....	13
2. Incidencia de morfotipos de machos en diferentes densidades de cultivo mixto proporción 1:1 macho/hembra, clasificados por características de sus garras.....	16
3. Composición químico nutricional de las dietas artesanales para camarones de río “ <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ” en fase de inicio y crecimiento, durante el pre ensayo y la investigación	20
4. Croquis y distribución de los tratamientos	25
5. Biomasa final (BF), Productividad (PRD) e índice de conversión alimenticia aparente (ICAA).....	27
6. Peso inicial (PI), peso final (PF), longitud inicial (LI), longitud final (LF), incremento diario de peso (IDP), e incremento diario de longitud (IDL).	29
7. Supervivencia (SP)	33
8. Calidad de agua sistema productivo M. rosenbergii, durante la etapa de crecimiento PH, O ₂ /PPM, T, PSU, TDSmg/L	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Diferenciación Sexual en <i>M. rosenbergii</i> Inmaduros endopodito en el 2° par de pleópodos abdominales	03
2. Diferenciación Sexual en <i>M. rosenbergii</i> Inmaduros 1° somito abdominal.....	04
3. Ciclo Jerárquico del <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	05
4. Ciclo Biológico del <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	07
5. Distribución de peso de los morfotipos de machos y hembras en una población mixta bajo densidades de población extensivas e intensivas, mostrando machos pequeños (SM), machos con garras naranjas (OC), machos con garras azules (BC) y machos sin garras (NC) sembrados en: (A) densidad extensiva (n = 439) y (B) densidad intensiva (n = 560).....	11
6. Producción del <i>M. rosenbergii</i> g/2m ²	14
7. Frecuencia acumulada de morfotipos masculinos en poblaciones mixtas bajo densidades de población extensivas (n = 463, izquierda) e intensivas (n = 3725, derecha). Cada barra representa un estanque de tres. La frecuencia de cada morfotipo se dividió por el número total de machos para convertir la frecuencia a porcentaje. SM - macho pequeño, OC - garra naranja, BC - garra azul y NC - sin garra.	15
8. Distribución del peso de poblaciones exclusivamente femeninas y mixtas bajo densidades extensivas e intensivas. (A) Población mixta con densidad extensiva (n = 439); (B) población exclusivamente femenina con densidad extensiva (n = 310); (C) población mixta con densidad intensiva (n = 560); y (D) población exclusivamente femenina con densidad intensiva (n = 400).	15
9. Biomasa Final del camarón de río <i>Macrobrachium rosenbergii</i> en etapa de crecimiento.....	28
10. Productividad del camarón de río <i>Macrobrachium rosenbergii</i> en etapa de crecimiento.....	28
11. Índice de conversión alimenticia aparente del camarón de río <i>Macrobrachium rosenbergii</i> en etapa de crecimiento.....	29
12. Peso final del camarón de río <i>Macrobrachium rosenbergii</i> en etapa de crecimiento (semana 8).	31
13. Longitud final del camarón de río <i>Macrobrachium rosenbergii</i> en etapa de crecimiento.....	32
14. Incremento diario de peso del camarón de río <i>Macrobrachium rosenbergii</i> en etapa de crecimiento.....	32
15. Incremento diario de longitud del camarón de río <i>Macrobrachium rosenbergii</i> en etapa de crecimiento.....	33

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de Rupa rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con el objetivo de evaluar el desempeño biológico y productivo del camarón de río *M. rosenbergii*, en sistemas monosexo y mixto. en la fase de crecimiento (60 días). Se utilizaron 90 camarones de río, con un peso promedio de 0.47-0.58 g, asignados al azar a 3 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones y 10 camarones de río por repetición o unidad experimental. Estos fueron distribuidos con los siguientes tratamientos: T₁: Sistema de producción Machos, T₂: Sistema de producción Hembras, y T₃: Sistema de producción Mixto (tradicional). Los datos se distribuyeron en un Diseño Completamente al Azar (DCA) y se compararon los promedios con la prueba de DGC ($P \leq 0.05$). Los resultados muestran que los camarones del T₁ sistema productivo machos, exhibieron un desempeño biológico mayor, en lo que respecta a las variables peso final, longitud final e incremento diario de peso. En cuanto a la parte productiva, las variables de biomasa final y productividad los tratamientos T₁ y T₃ sistema productivo monosexo machos y mixto, respectivamente, resultaron ser superiores al T₂ sistema productivo monosexo hembras, en el parámetro restante como índice de conversión alimenticia no hubo diferencias significativas. Para la variable supervivencia no hubo diferencia significativa. Se concluye que los camarones de río del T₁ (sistema productivo machos), tuvieron un mayor desempeño productivo y biológico. BF= (0.11)^A, PRD= (0.0540)^A; PF= (10.64)^A, LF = (10.39)^A e IDP = (0.18)^A.

Palabras clave: Camarón de río, Sistema de producción monosexo y mixto, desempeño biológico y productivo.

Abstract

The research work was carried out in the Rupa Rupa district of the Leoncio Prado province in the Huánuco department [of Peru], with the objective of evaluating the biological and productive performance of giant freshwater prawns, *M. rosenbergii*, in monosexual and mixed systems during the growth phase (sixty days). Ninety giant freshwater prawns with an average weight of 0.47-0.58 g, were randomly assigned to three treatments, each with three repetitions and ten giant freshwater prawns per repetition or experimental unit. These were distributed into the following treatments: T1: male production systems, T2: female production systems and T3: mixed (traditional) production systems. The data was distributed in a completely randomized design (CRD; DCA in Spanish) and the averages were compared using the DGC test ($P \leq 0.05$). The results revealed that the prawns from the T1 male production system, exhibited a greater biological performance, with respect to the final weight, final length and daily weight increase variables. With respect to the productive part, the final biomass and productivity variables [for] the T1 and T3 male monosexual and mixed production system treatments, respectively, resulted as being superior to the T2 female monosexual production system; for the remaining parameter, which was the feed conversion index, there were no significant differences. For the survival variable, there was no significant difference. It was concluded that the giant freshwater prawns from T1 (male production system), had the best productive and biologic performance. BF= (0.11)A, PRD= (0.0540)A; PF= (10.64)A, LF = (10.39)A, and IDP = (0.18)A [acronyms in Spanish].

Keywords: freshwater prawns, monosexual and mixed production systems, biological and productive performance

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú actualmente la carcinicultura ha tenido avances tecnológicos en cuanto a reproducción, alimentación y producción; sin embargo, en los últimos años sigue estando latente la ausencia de investigación en áreas obviadas, pero no de menor importancia de las que convencionalmente se evalúan; como lo es el sexo, la madurez sexual, comportamiento social y edad de los animales, lo que influye en la producción de estos, y que están inexploradas. el *Macrobrachium rosenbergii* es una especie proveniente de malasia o Asia tropical, en la cual, el género a la que pertenece genera dominancia ya sea por genética, hormonas o quelas, en el caso de *M. rosenbergii* se expresa el Efecto Toro, dado por las quelas; clasificando por rangos jerárquicos o morfotipos a los machos de la especie, siendo estos, macho de quela azul (BC), naranja (OC) y sumiso (Ms), lo que genera ventaja de crecimiento para el macho dominante o de quela azul, el cual posee preponderancia a copular e inhibe el crecimiento de los machos subdominantes y las hembras. En el Perú se lleva cultivando desde el año 2011 a la actualidad en laboratorios de reproducción principalmente en las ciudades de Tarapoto y Pucallpa, respectivamente.

La especie en particular tiene una conducta social dominante influenciado por el sexo, adscrito a un comportamiento jerárquico dado solo por los machos, desde que estos empiezan a entrar en la etapa de juveniles, afectando su crecimiento homogéneo en toda la etapa de engorde, dado que estos consumen energía reproduciéndose, siendo agresivos, territoriales y compitiendo por el alimento, dependiendo del tipo de jerarquía o morfotipos que expresen los machos, lo que se conoce como “Efecto Toro”. Por lo tanto, el sexo favorece a los machos mediante el ciclo jerárquico, e inhibe el crecimiento de las hembras. lo que lleva a plantearnos la siguiente pregunta ¿En que afecta el monosexo en el sistema productivo del *M. rosenbergii*?

La justificación del presente trabajo busca evaluar el performance del *M. rosenbergii* a través del sexo en las condiciones climáticas y calidad de agua de la ciudad de Tingo María; y como afecta en el crecimiento para la rentabilidad de la industria; en los sistemas productivos del *M. rosenbergii*, este llega a producir por hectárea/200-250 kg y alberga una amplia clasificación del producto de acuerdo a su talla comercial: pequeño, mediano, grande y jumbo; dado a los morfotipos de machos, conllevando a tener diferentes precios en el mercado (chifas, cevicherías, etc.). El macho sumiso (Ms) representa entre un (20-25%) de la

población de machos y al estar en el último rango jerárquico no llega a clasificar en ninguna de las tallas comerciales, conllevando a tener que resemebrarlos y poder obtener una jerarquía más privilegiada dentro del nuevo lote. Por otra parte, se genera un gasto extra en mano de obra para su clasificación de las tallas comerciales y la resiembra de los camarones.

Con todo ello se busca identificar en el sistema productivo del *M. rosenbergii*, la influencia del sexo mediante índices zootécnicos y a través del comportamiento jerárquico de sus morfotipos de machos; en los diferentes tratamientos, mixto, machos y hembras.

Hipótesis:

"El cultivo monosexo de machos de *Macrobrachium rosenbergii* generará mejores resultados biológicos y productivos como mayor peso, longitud, biomasa, productividad y conversión alimenticia aparente a comparación con cultivos de hembras o mixtos".

En tal sentido, el presente trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Evaluar el desempeño productivo en los sistemas de producción monosexo y mixto del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii*, durante la etapa de crecimiento en condiciones de laboratorio de la "UNAS" - Tingo María.

Objetivos Específicos

- Evaluar el desempeño biológico en los sistemas de producción monosexo y mixto del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* durante la etapa de crecimiento en condiciones de laboratorio de la "UNAS" - Tingo María.
- Determinar los parámetros de supervivencia en los sistemas de producción monosexo y mixto del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii*, durante la etapa de crecimiento en condiciones de laboratorio de la "UNAS" - Tingo María

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Biología-Generalidades

2.1.1 Dimorfismo Sexual

Levy et al. (2017) manifiesta que la acuicultura de crustáceos, el dimorfismo de tamaño entre machos y hembras; es la principal herramienta, para determina la ventaja de la acuicultura monosexo sobre la de poblaciones mixtas, este factor es particularmente expresivo para el langostino de agua dulce, *Macrobrachium rosenbergii*, para lo cual la intensificación de las culturas se complica por una estructura social compleja en la que los machos dominantes y grandes son territoriales e inhiben el crecimiento de machos y hembras más pequeños.

Esta diferenciación se da debido a la apertura de los gonóporos, cuando los animales llegan a tener 5.9-7.6 mm de longitud del cefalotórax respectivamente, para machos y hembras (Nagamine & Knight, 1980). La identificación de los gonóporos masculinos y femeninos puede ser lograda con ayuda de un estereomicroscópio.

La diferenciación entre sexos de *Macrobrachium rosenbergii* es fácilmente distinguido por la observación de la morfología en el endopodito del segundo par de pleópodos. Los machos presentan en esta estructura dos apéndices, siendo denominado el de mayor tamaño apéndice masculino y el menor apéndice interno. Las hembras a su vez, poseen solamente el apéndice interno en ese endopodito pleipoidal (Pinheiro & Hebling, 1998).

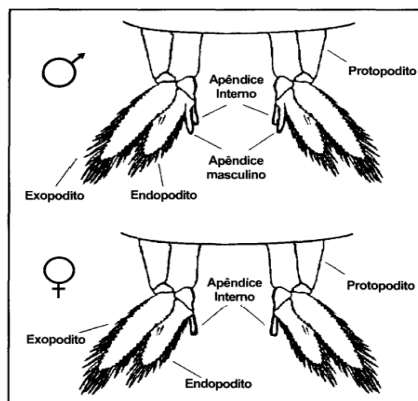


Figura 1: Diferenciación Sexual en *M. rosenbergii* Inmaduros endopodito en el 2° par de pleópodos abdominales [Fuente: Biología de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), (Pinheiro & Hebling, 1998)]

Los mismos autores también describen que en los ejemplares jóvenes, la identificación sexual se ve dificultada por el hecho de que estas estructuras no están completamente formadas. Sin embargo, la constatación de una protuberancia en la región mediana ventral del primer somito abdominal de los jóvenes evidencia el sexo masculino; de manera que está en la forma más práctica de poder realizar el sexaje en el *Macrobrachium rosenbergii*, sin usar otras herramientas más que nuestros propios sentidos organolépticos de tacto y visión.

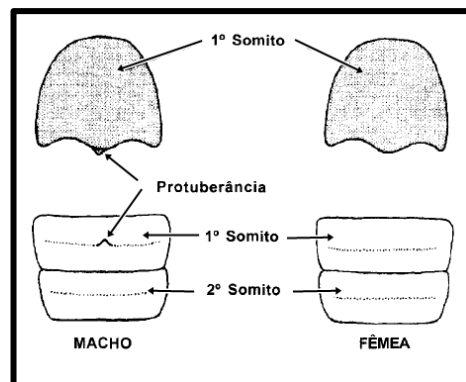


Figura 2: Diferenciación Sexual en *M. rosenbergii* Inmaduros 1º somito abdominal [Fuente: Biología de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), (Pinheiro & Hebling, 1998)]

2.1.2 Jerarquía o Efecto Toro

Según Ra'anán et al. (1991), las diferencias de crecimiento entre organismos de la misma edad pueden atribuirse a una combinación de factores genéticos, sociales y ambientales. Estos autores, junto con (Salmeron, 1985) explican que el macho dominante libera una feromona que actúa sobre el resto de los machos, inhibiendo su desarrollo y provocando un crecimiento desigual dentro de la población, fenómeno conocido como "efecto toro" en el género *Macrobrachium*.

Ra'anán & Sagi (1985) reportan en *Macrobrachium rosenbergii* tres jerarquías de machos basándose en el tamaño del organismo y principalmente en la coloración de las quelas identificándolos de la siguiente manera: Macho dominante BC (Blue Claw): Agresivo, territorial, su cuerpo es largo, con quelas de color azul oscuro, sexualmente activo. Macho subordinado OC (Orange Claw): Agresivo, pero subordinado, cuerpo largo, con quelas de color naranja, no es sexualmente activo y sus gónadas no están bien desarrolladas. Macho

sumiso SM (Small Male): Cuerpo pequeño, con quelas que pueden ser de color rosa o translúcido (claras), se suele confundir con hembras.

Boada (2016) declara que, dado este comportamiento agresivo entre machos, también se recomienda que, de realizarse un cultivo intensivo, se opte por un monocultivo de hembras ya que estas pueden tolerar mejor las altas densidades y se obtienen pesos más homogéneos. De modo que no se requiera una cosecha selectiva (Gopal et al., 2010; Malecha, 2012; Otoshi et al., 2003; Sagi et al., 1986). Teniendo un alto valor comercial donde el cultivo se intensifica ya que las hembras son mucho menos agresivas y, por lo tanto, se puede cultivar a mayores densidades que las poblaciones mixtas o exclusivamente masculinas (Malecha, 2012).

Pero según Gomes et al. (2015), hay tres morfotipos diferentes para hembras de *Macrobrachium rosenbergii* (naranja, azulado y Canela) en su hábitat natural, demostrando tener un ciclo jerárquico similar al de los machos.

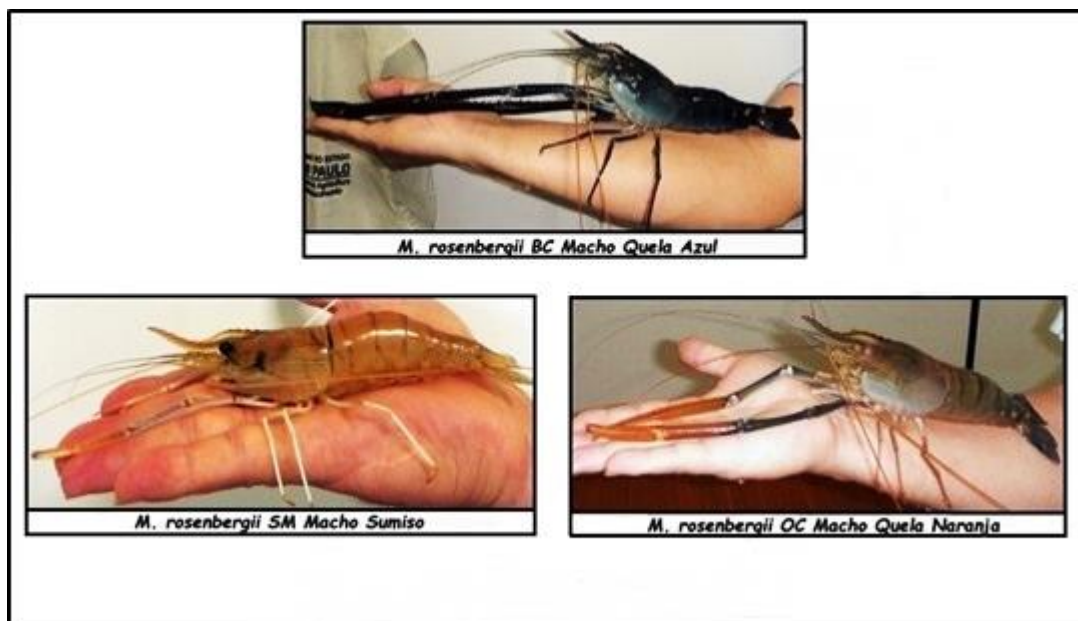


Figura 3: Ciclo Jerárquico del *Macrobrachium rosenbergii* [Fuente: Fábio Rosa Sussel (Instituto de Pesca de Brasil)]

2.1.3 Muda exuviación o ecdisis

La muda es un proceso fisiológico mediante el cual los crustáceos de manera periódica cambian su exoesqueleto en cuanto van aumentando de tamaño y peso, de esta manera el animal también logra defenderse naturalmente de posibles ataques bacterianos, fungales o parasitarios que estén adheridos al exoesqueleto (Villalón, 1991).

La especie *M. rosenbergii*, al igual que otros crustáceos, renuevan su exoesqueleto a medida que crecen y aumentan de tamaño en un proceso llamado muda o ecdisis (Hartnoll & Bliss, 1982; Mauchline, 1977). En general, su crecimiento depende de varios factores, incluyendo la edad, sexo, tasa y frecuencia de la alimentación, calidad del alimento, protocolos de control de enfermedades, densidad de carga, factores ambientales, sociales y sobre todo genéticos (Devi et al., 2015).

Todos los crustáceos mudan para crecimiento, metamorfosis y reproducción (Kuballa & Elizur, 2007). La muda es un proceso bioquímico, metabólico y morfológico (Aiken & Waddy, 1987) que es estimulado por la secreción de ecdisteroides producidos y secretados por el órgano Y, en larvas y adultos de crustáceos (Lachaise et al., 1993) pero al mismo tiempo es regulado por hormonas sintetizadas y secretadas por el complejo glándula del seno-órgano X del pedúnculo ocular (Snyder & Chang, 1986; Webster & Dirksen, 1991). El ciclo de muda en crustáceos es clasificado en cinco estados (A-E), habiéndose establecido los estados de postmuda (A y B), intermuda (C), premuda (D) y ecdisis (E), basándose en la observación de los cambios secuenciales del desarrollo de la epidermis y de la setogénesis, con los cuales se determinan también varios subestados que depende de la especie (Chan et al., 1988).

La setogénesis generalmente es utilizada como criterio para determinar los estados y subestados en crustáceos decápodos como *Panulirus argus* (Lipcius & Herrnkind, 1982), *Penaeus merguensis* (Longmuir, 1983), *Penaeus vannamei* (Chan et al., 1988), *Panulirus ornatus* (Turnbull, 1989), *Jasus frontalis* (Elorza & Dupré, 1996), *Carcinus maenas* y *Orconectes limosus* (Phlippen et al., 2000), *Pleoticus muelleri* (Díaz et al., 2003), *Cryphiops caementarius* (Reyes & Lujan, 2003), *Penaeus monodon* (Promwikorn et al., 2004), *Ovalipes trimaculatus* (J. Alvarez et al., 2009), entre otros.

2.1.4 Ciclo biológico

En la naturaleza, el *Macrobrachium rosenbergii*, habitan ríos, reservorios, lagos y embalses que se comunican con agua salobre, donde se completa el desarrollo larvario (Fujimura & Okamoto, 1970; Ra'anán & Cohen, 1985).

Los adultos permanecen en agua dulce, hasta la época reproductiva donde después de la copula las hembras ovígeras migran hacia las regiones estuarinas con características salobres, para la incubación de las ovas que tiene una duración de 19-20 días, al nacer las

larvas, expresan una metamorfosis completa con cambios morfológicos y fisiológicos, ellas dependen exclusivamente de este ambiente salobre durante sus primeros 26-30 días de vida (Ra'anan & Cohen, 1985).

Los mismos autores señalan que durante ese período pasan a través de diferentes fases, hasta completar esta parte del ciclo y alcanzar el estadio de post-larva (PL), Las post-larvas son adultos en miniatura que completan su ciclo de vida en agua dulce, migrando río arriba ya que tienen baja tolerancia a la salinidad, estas desarrollan una metamorfosis incompleta sin cambios morfológicos, variando en tamaño.

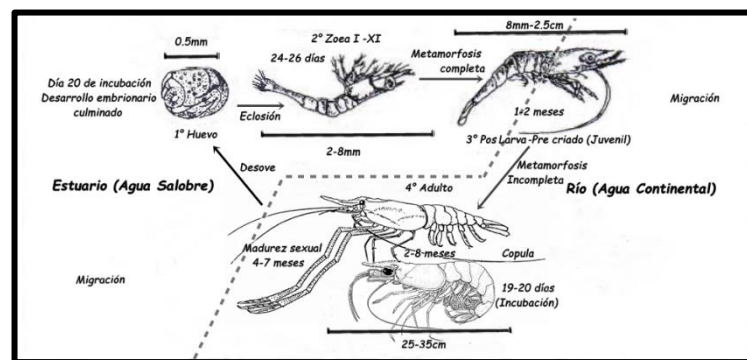


Figura 4: Ciclo Biológico del *M. rosenbergii* [Fuente: (R. Chowdhury et al., 1993)]

2.1.5 Distribución Geográfica

El generó *Macrobrachium*, se distribuye en la franja tropical y subtropical de todo el mundo, delimitada por las isothermas de los 18 ° C, encontrándose desde el nivel del mar, hasta alturas de 800 a 1,500 m.s.n.m., con una temperatura anual mínima de 16 °C y máxima de 32 °C en zonas de precipitación total que fluctúa entre los 400-1,350 mm anuales (Vega-Villasante et al., 2011).

Este género lo integra al menos 238 especies que se distribuyen en la franja tropical y subtropical del mundo (Bauer, 2011; De Grave et al., 2009). El camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* es una de las especies acuícolas más importantes en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. El origen natural de esta especie es el sureste de Asia y en las últimas décadas se ha introducido a diferentes países del Norte y del Sur de América, África, Europa y Asia (New & Valenti, 2000).

Esta especie representa una alternativa para el desarrollo de la acuicultura en el Perú adaptándose muy bien en las regiones amazónicas y toda la costa norte, su introducción se ve

favorecida gracias a la diversidad de micro climas y regiones de hábitat tropical y sub tropical del País, contando con los paquetes tecnológicos adecuados.

2.1.6 Hábitat

Los crustáceos de agua dulce Palaemónidos habitan el agua marina, salobre, y dulce de los sistemas lagunares y estuarinos, ocupando los medios acuáticos lóticos (de agua corriente como ríos, arroyos y manantiales) y los lénticos (de agua quieta o de escaso caudal como los lagos, estanques, pantanos y embalses). Predominantemente los integrantes del género *Macrobrachium* (Bate, 1868) son de temperaturas tropicales, subtropicales y templadas (Vega-Villasante et al., 2011).

2.1.7 Osmorregulación

La mayoría de las especies del género *Macrobrachium* permanecen una gran parte de su ciclo de vida en el agua dulce. Para colonizar estos medios los organismos han desarrollado los siguientes mecanismos adaptativos: reducción de la permeabilidad corporal, producción de orina hiposmótica y captación activa de iones, los que reducen los costos energéticos para propósitos de osmorregulación menores al 10% de la energía proveniente del metabolismo (Castille Jr & Lawrence, 1981; Denne, 1968; Potts, 1954; Vernberg & Vernberg, 1972).

Además, vale la pena destacar que la mayor tasa de crecimiento de *M. rosenbergii* se da mantenido en agua dulce o de baja salinidad, en comparación con aquellos mantenidos en salinidades cercanas al punto isosmótico (Singh, 1980).

Se debe a que estos organismos como todos los crustáceos crecen por medio de la muda, el gradiente osmótico que se genera en un medio salino isosmótico (18 Ups *M. rosenbergii*) inhibe la absorción de agua, por lo que se absorbe una cantidad menor de agua que posteriormente se reemplaza por tejido. Los organismos mantenidos en agua dulce o con baja salinidad son capaces de absorber más agua durante la ecdisis. Por lo tanto, crecen más que aquellos cultivados en medios de mayor salinidad. También se ha informado que adultos *M. rosenbergii* en agua dulce contenían 4 a 5% más agua en el músculo que animales que estuvieron en salinidades mayores del 15 0/00 (Singh, 1980).

En las hatcheries trabajan todas en sistema cerrado usando filtros biológicos y manejo de retratamiento de agua, el cultivo de larvas necesita trabajarse a salinidades entre 13 y 16 UPS, siendo estas más resistentes a la salinidad (Guzmán, 1987).

2.1.8 Ciclo circadiano

En los crustáceos se han identificado ritmos diarios que influyen en numerosos procesos, tanto a nivel bioquímico como en sus comportamientos habituales. Estos ritmos afectan la concentración de proteínas, aminoácidos libres, ácidos grasos, pigmentos, la liberación de enzimas digestivas, así como patrones conductuales como la alimentación (Molina et al., 2000).

Molina et al. (2000) bajo condiciones controladas de laboratorio, se evaluó cómo distintos horarios de alimentación (08:00–16:00 h, 10:00–18:00 h, 12:00–20:00 h y 14:00–22:00 h) influían en los picos de actividad enzimática en *Litopenaeus vannamei*. Se observó que los camarones alimentados entre las 12:00 y las 20:00 h presentaron los niveles más altos de actividad específica de las enzimas proteasa, amilasa y lipasa, registrándose un pico máximo a las 14:00 h y un segundo, menos intenso, a las 02:00 h, mostrando un patrón de actividad bifásico. Las mayores actividades de proteasa y lipasa se registraron en este mismo grupo, siendo significativamente superiores en comparación con los camarones alimentados en los otros tres horarios.

2.1.9 Fisiología Digestiva

En los crustáceos, el proceso digestivo se inicia en la cavidad cardíaca del estómago y prosigue en los túbulos del hepatopáncreas. Es en esta glándula donde la digestión alcanza su mayor actividad, gracias a la acción de enzimas generadas por células especializadas (Guillaume & Ceccaldi, 2001).

La síntesis de enzimas digestivas en el hepatopáncreas de los crustáceos está regulada, al menos en parte, por hormonas producidas en el pedúnculo ocular (Ceccaldi, 1997). A diferencia del intestino y el estómago, el hepatopáncreas muestra una actividad enzimática más elevada, lo que resalta su papel fundamental en la producción y liberación de enzimas digestivas (D'Abramo et al., 1997; Guillaume & Ceccaldi, 2001), absorción de nutrientes, excreción de metabolitos, mantenimiento de reservas minerales y orgánicas (D'Abramo et al., 1997). Ocupa una gran porción del cefalotórax está formada por un par de apéndices altamente desarrollados, los cuales contienen hileras de túbulos ciegos que descargan sus secreciones directamente en el estómago. En estas estructuras se identifican cuatro tipos celulares diferentes, denominados células F, E, R y B (Gibson, 1982).

2.1.10 Nutrición

Según Cruz et al. (2002), la relación energética entre Proteína/Lípidos debe ser de un aproximado de 6:1 respectivamente. Pero respecto a (Bocca, 1994) recomienda un porcentaje mínimo de 10 % de lípidos y una relación 5:1 de lípidos de origen marino y vegetal.

Los lípidos representan la fuente de energía más densa entre los nutrientes, proporcionando 2,25 veces más energía por unidad de peso que las proteínas y los carbohidratos. No obstante, en los camarones solo se puede utilizar un rango limitado de esta energía, ya que cuando la dieta contiene más del 12% de lípidos, se observa una reducción en el crecimiento (Kanazawa et al., 1977).

Aunque los requerimientos exactos de lípidos aún no están claramente definidos y varían entre especies, la mayoría de los estudios señalan que deben representar entre un 4 y 9 % de la dieta. En distintas especies de camarón, se ha comprobado que niveles superiores al 15 % de lípidos provocan un crecimiento más lento. Además, estos niveles elevados generan complicaciones tecnológicas, ya que dificultan la compactación de las harinas, reduciendo la estabilidad del alimento en el agua (Torres, 2014).

Se han evaluado la respuesta de juveniles de *M. rosenbergii* con diferentes niveles de PC, llegando a la conclusión que los requerimientos se encuentran entre 35 y 40% PC (Al-Hafedh, 2007; M. A. K. Chowdhury et al., 2008; Davassi, 2011; Felix & Jayaseelan, 2006; Teshima et al., 2006).

2.1.11 Población Monosexo y Mixta

Sagi et al. (1986) determinó que la producción de poblaciones de monosexo *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones de crecimiento intensivo en jaulas, se pudo dar a conocer que una población de machos se produjo 473g/m² dentro de los 150 días, mientras que en una población de hembras y una población mixta produce 248g/m² y 260g/m², respectivamente, durante el mismo período de engorde. Dado que el rendimiento de la población mixta en jaulas es comparable al de una población juvenil típica normal en estanques de tierra comerciales, con una producción promedio de 2500 a 3000 kg/ha, parece posible obtener un rendimiento de 4700 kg/ha dentro de 150 días a partir de poblaciones exclusivamente masculinas cultivadas en condiciones de monocultivo intensivo.

La figura 5 muestra la tasa de acumulación del rendimiento comercializable como resultado de cosechas selectivas durante todo el periodo experimental. Puede ser claramente

Se ha observado que los langostinos del grupo exclusivamente macho alcanzaron los 30 gr más a una velocidad mucho mayor. tasa más rápida que los individuos en el grupo exclusivamente femenino. Después de 80 días de crecimiento, mientras que la población exclusivamente femenina apenas comenzó a producir langostinos de tamaño comercial, ya se había cosechado alrededor del 40% de la producción exclusivamente masculina. La biomasa total producido en los tratamientos exclusivamente femeninos y en los de población mixta después Los machos alcanzaron un crecimiento de 152 días tan pronto como 95 días después de la siembra.

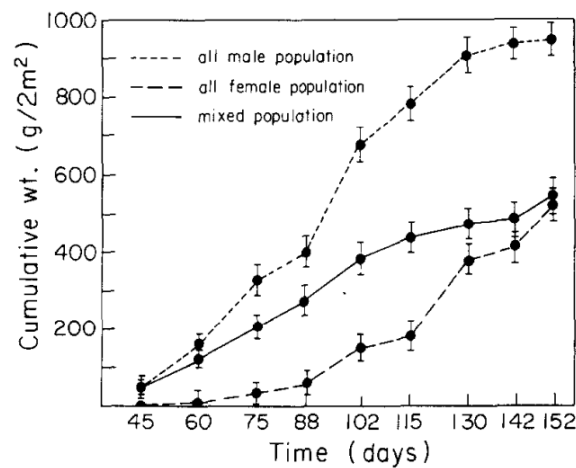


Figura 5: Producción del *M. rosenbergii* g/2m² población machos = 180, hembras = 20 y mixta= 120 [Fuente: (Sagi et al., 1986)]

Cabe resaltar que Sagi et al. (1986), llevo a cabo el experimento por 150 días, de inicio – acabado, con tres tratamientos: (a) una población exclusivamente masculina; (b) una población exclusivamente femenina; y (c) una población mixta de control con una relación macho - hembra de 1:1. Cada tratamiento se examinó en cinco repeticiones. Cada réplica incluyó 40 individuos sembrados en una jaula de red de 2 m³ (1 X 1 X 2 m). Cada jaula incluía sustratos para aumentar la superficie en 30 m² y para proporcionar refugio (Ra'anan et al., 1984). Las jaulas se colocaron al azar en un estanque de invernadero con fondo de hormigón y cubierto de plástico. La temperatura del agua era se mantuvo a 24-28°C durante todo el período, y el estanque se aireó 24 h al día (usando un soplador y piedras difusoras). Calidad del agua, evaluada por niveles de amoniaco y nitrato, se examinó semanalmente. El agua tenía una rica riqueza natural, productividad (incluidas larvas de insectos, *Daphnia*, *Moina*, etc.), fomentada por una aplicación ocasional de estiércol de pollo fresco. Además,

suplementario se aplicó alimento en forma de pellets de pescado (30% de proteína) a cada uno de las jaulas diariamente.

Sagi et al. (1986) la tasa de supervivencia general fue significativamente menor en el tratamiento exclusivamente masculino, solo 76,5% en comparación con 86,5% y 86% para el total de hembras y el mixto, respectivamente (valor P de dos colas <0,005).

Por otra parte Levy et al. (2017), desarrollo un estudio comparativo a gran escala entre poblaciones exclusivamente femeninas y mixtas en la acuicultura de crustáceos, especialmente en el camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*, reveló que la acuicultura monosexual femenina tiene ventajas significativas sobre la de poblaciones mixtas.

Levy et al. (2017) desarrollo una nueva biotecnología para la producción de un cultivo exclusivamente de camarones hembras mediante la inyección parenteral de células glandulares androgénicas; que es adecuada para la producción masiva sostenible de poblaciones exclusivamente femeninas de *M. rosenbergii*, en su trabajo de investigación uso en su mayoría larvas 14 días después de la metamorfosis (PL14; con un peso promedio de 30 mg) se sembraron en estanques de tierra de 350 m² en la Estación de Investigación de Acuicultura, Dor, Israel. Los dos tipos de población (completamente femenina y mixta) se sembraron por triplicado con una densidad de población extensiva de cuatro individuos por metro cuadrado (1.400 camarones por estanque) o una densidad de población intensiva de 34 individuos por metro cuadrado (12.000 camarones por estanque).

Durante un periodo de engorde de 163 días, la temperatura del agua se mantuvo a 28±2 °C. Los niveles de amoníaco, nitrito, oxígeno y pH se controlaron semanalmente y se encontraron dentro del rango normal durante todo el ensayo. Concluyendo, que el primer estudio de campo a gran escala muestra que los cultivos exclusivamente femeninos mostraron un mejor rendimiento que los cultivos mixtos de *Macrobrachium rosenbergii*.

Levy et al. (2017) demostró que las hembras son menos agresivas y territoriales, lo que resulta en un patrón de crecimiento más homogéneo. Utilizando la nueva biotecnología basada en la inyección de células glandulares androgénicas hipertrofiadas, se llevaron a cabo cultivos en condiciones de densidades extensivo e intensivo, con 4/m² y 34/m² respectivamente, en estanques de tierra. Los resultados mostraron un mejor rendimiento en los cultivos exclusivamente femeninos en términos de tasa de supervivencia, rendimiento por hectárea y tasa de conversión alimenticia. Aunque el tamaño medio de los animales no varió

significativamente entre los tratamientos, las poblaciones exclusivamente femeninas exhibieron una mayor uniformidad de tamaño, esto se respaldó con la observación, de que incluso en la presencia de machos, la fracción femenina de la población mixta mantuvo una alta uniformidad de tamaño.

Levy et al. (2017) midió las diferencias entre cultivos exclusivamente femeninos y mixtos en cada una de las densidades probadas en términos de peso corporal final (FBW) en el momento de la cosecha, tasa de crecimiento específico (SGR), ganancia de peso corporal (BWG) y crecimiento diario promedio (ADG) no fueron estadísticamente significativas. Los langostinos recolectados en estanques de población mixta mostraron una marcada variación de tamaño, los cultivos exclusivamente de hembras mostraron una variación de tamaño mucho menor; de este modo, la uniformidad del tamaño mejoró en un 60% en comparación con los cultivos mixtos. Los pesos medios de los animales en los dos tipos de cultivo no difirieron significativamente en ninguna de las densidades de población, siendo de $39,1 \pm 1,4$ g y $42,9 \pm 1,3$ g para cultivos exclusivamente hembras y mixtos con siembra extensiva, respectivamente, y $11,8 \pm 0,2$ g. y $11,7 \pm 0,5$ g con siembra intensiva, respectivamente.

Tabla 1: Parámetros poscosecha en poblaciones exclusivamente femeninas y mixtas en condiciones de cultivo extensivo (4/m²).

PARÁMETROS	Mixta	Hembra
	N= 3	N= 3
Survival rate (%)	73.9 ± 1.3^a	89.9 ± 3.3^b
Total crop (kg/ha)	1269 ± 28^a	1405 ± 45^a
Fbw (g)	42.9 ± 1.3^a	39.1 ± 1.4^a
Sgr (%/day)	4.5^a	4.4^a
Bwg (%)	143046 ± 4286^a	130334 ± 4552^a
Adg (g/day)	0.3^a	0.2^a
Fcr (kg food/kg biomass)	2.4 ± 0.1^a	2.2 ± 0.1^a

Fuente: Levy et al. (2017) medias de las variables del *Macrobrachium rosenbergii*.

FBW (peso corporal final), SGR (tasa de crecimiento específico), BWG (ganancia de peso corporal) y ADG (crecimiento diario promedio).

Sin embargo, Levy et al. (2017), señalan que las hembras tuvieron pesos más bajos en los cultivos exclusivamente monosexo, un 81% de hembras en el cultivo intensivo, luego a pesar de 10 – 15 gramos, a comparación del 88% de hembras en cultivo extensivo 35 - 45 gramos; Se observó una relación negativa entre la densidad de población y la uniformidad de tamaño. Por otro lado, los machos tuvieron rangos de variación más amplia y heterogénea en el crecimiento, llegando a obtener pesos más altos en condiciones extensivas a comparación

de los cultivos intensivos, todo esto se atribuyó a la diferenciación morfológica de machos. Este estudio sugiere que la acuicultura monosexual femenina es un método sostenible para producir un cultivo homogéneo de *M. rosenbergii*.

Levy et al. (2017) obtuvo valores de FCR o factor de conversión de alimento de 2.2 a 3.0 que se relaciona con las cantidades de alimento requeridas. Siendo las hembras más eficientes en la conversión alimenticia, tanto en densidades extensivas e intensivas, 2.2 y 2.4, respectivamente. Los valores de FCR informados anteriormente para *M. rosenbergii* oscilan entre 1.8 y 3.1 (Hossain & Islam, 2006; New, 1988).

Levy et al. (2017) también muestra de 73.9 - 89.9 % de supervivencia en cultivo extensivo, para población mixta y monosexo hembras, respectivamente, para cultivo intensivo tiene resultados de 62.0 - 74.3 % para población mixta y monosexo hembras respectivamente.

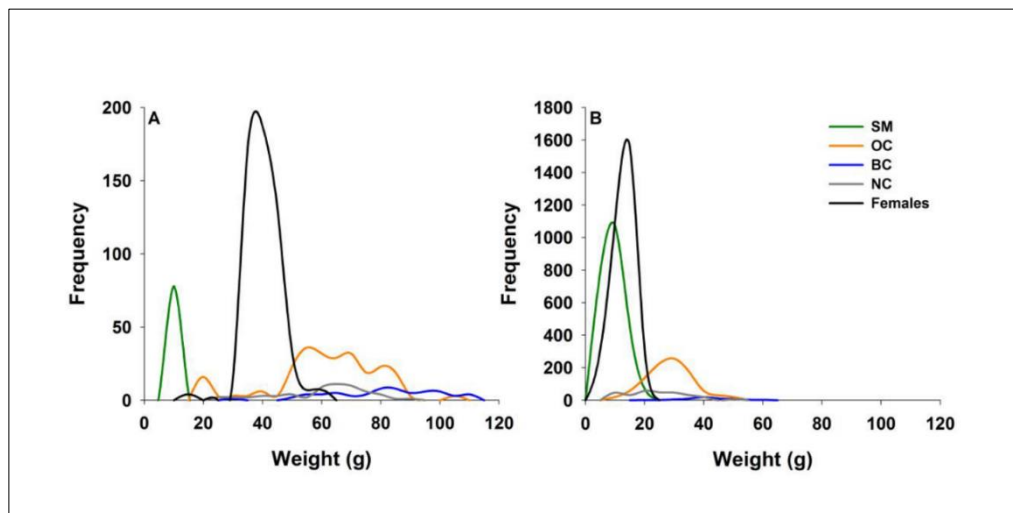


Figura 6: Levy et al. (2017) Distribución de peso de los morfotipos de machos y hembras en una población mixta bajo densidades de población extensivas e intensivas, mostrando machos pequeños (SM), machos con garras naranjas (OC), machos con garras azules (BC) y machos sin garras (NC) sembrados en: (A) densidad extensiva (n = 439) y (B) densidad intensiva (n = 560).

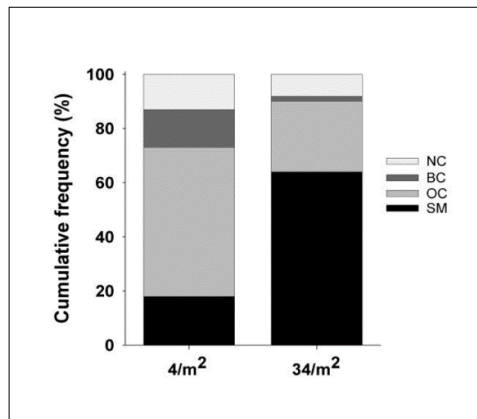


Figura 7: Levy et al. (2017) Frecuencia acumulada de morfotipos masculinos en poblaciones mixtas bajo densidades de población extensivas ($n = 463$, izquierda) e intensivas ($n = 3725$, derecha). Cada barra representa un estanque de tres. La frecuencia de cada morfotipo se dividió por el número total de machos para convertir la frecuencia a porcentaje. SM - macho pequeño, OC - garra naranja, BC - garra azul y NC - sin garra.

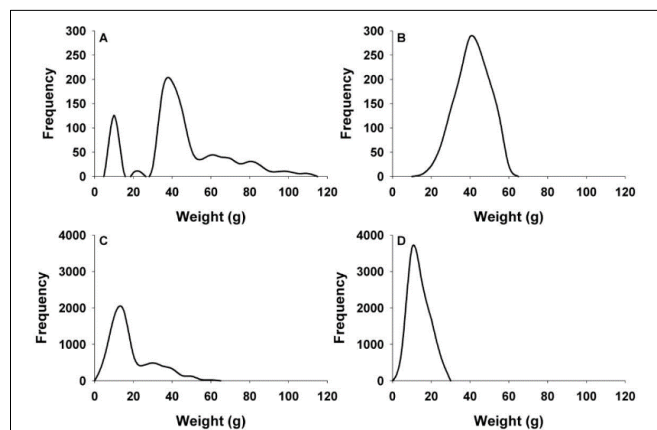


Figura 8: Levy et al. (2017) Distribución del peso de poblaciones exclusivamente femeninas y mixtas bajo densidades extensivas e intensivas. (A) Población mixta con densidad extensiva ($n = 439$); (B) población exclusivamente femenina con densidad extensiva ($n = 310$); (C) población mixta con densidad intensiva ($n = 560$); y (D) población exclusivamente femenina con densidad intensiva ($n = 400$).

Las proporciones relativas en los morfotipos de machos debido a la interacción entre la casta social y la jerarquía de dominancia son aproximadamente de 5 SM, 4 OC, y 1 BC dentro de toda la población masculina, en todos los casos, independientemente de las diferencias en la densidad de la población (Brody et al., 1980; Cohen et al., 1981). Esta relación es dinámica, con machos SM que se convierten en OC y más tarde BC (Valenti, 1996).

Tabla 2: Incidencia de morfotipos de machos en diferentes densidades de cultivo mixto proporción 1:1 macho/hembra, clasificados por características de sus garras.

Densidades camarones/m ²	MALES						FEMALES			
	samll males		orange claw		blue claw		with eggs		Without eggs	
	FI (%)	Cr (gr)	FI (%)	Cr (gr)	FI (%)	Cr (gr)	FI (%)	Cr (gr)	FI (%)	Cr (gr)
15	21.8	4.1	21.6	25.5	6.5	28.9	15.0	17.0	35.0	14.9
7	25.3	6.5	19.7	34.4	5	61.3	20.1	26.0	29.9	21.4
3	25.4	6.0	18.2	71.9	6.4	111.8	22.1	50.4	27.9	25.4

Fuente: (Cohen et al., 1981), peso e índice de frecuencia de población mixta de *Macrobrachium rosenbergii*, sembrados en diferentes densidades al finalizar los 150 días de engorde. FI = factor de incidencia, Cr = Crecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de Ejecución

El presente trabajo se realizó en condiciones de laboratorio del área de acuicultura de la Facultad de zootécnica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa rupa, Provincia Leoncio Prado y Región Huánuco; geográficamente, se sitúa a una latitud sur de 09° 17' 05" y una longitud oeste de 76°01' 07". La altitud de la zona es de 660 metros sobre el nivel del mar, con una humedad relativa promedio del 84% y una temperatura promedio de 24.5°C. Según la información proporcionada por la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones en la UNAS (2009), se registra una precipitación promedio de 3,194 mm en esta zona, caracterizada como bosque húmedo subtropical. El trabajo experimental tendrá una duración de 60 días, entre Abril a Mayo del 2024.

3.2 Materiales y Equipos

Los elementos que conformarán la parte física y dinámica del proyecto de investigación serán:

3.2.1 Instalaciones

Estanque circular de 7 m de diámetro, laboratorio de acuicultura de la Facultad de Zootecnia con 2 tanques reservorio de 5000 litros de capacidad, las unidades experimentales son de 2.00 m de largo x 0.95 m de ancho recubiertas con mayólica.

3.2.2 Material biológico

Se obtuvo 1 millar de semilla de camarón de río o pre cría de *Macrobrachium rosenbergii*, procedente de la Empresa Camaronera Las Palmas SAC., localizado en la ciudad de Tarapoto con una edad de 60 días; el primer mes corresponde a la fase de laboratorio, en donde las larvas se desarrollan en agua salobre desde sus estadios de Zoea I – XI, para posteriormente hacer la transición a Post larva, pasando de nado planctónico a bentónico. El segundo mes corresponde al fortalecimiento en agua dulce pasando un proceso de aclimatación de agua salobre a dulce, haciendo transición Post larva a Pre cría. Posterior a ello el proveedor, realiza la captura en los módulos de pre cría, aplicara el método de conteo volumétrico y se realiza el embalaje con oxígeno inyectado mediante una pistola de aire, a una densidad de 333 camarones por bolsa; haciendo un total de 3 bolsas.

3.2.3 Insumos

Alimento artesanal pelletizado para la etapa de inicio (1 mes) con 38% de proteína, para la etapa de crecimiento 32% Proteína para el primer y segundo mes, cal viva y N-P-K (nitrógeno/fosforo/potasio), malla de mano, malla de arrastre chinchorro, baldes, mantada, martillo, escalera alicate, alambre, alicate, guantes de construcción.

3.2.4 Equipos

Balanza analítica, vernier digital, estereoscopio, Blower de 0.35 caballos de fuerza, minicompresora, bomba eléctrica de 2 caballos de fuerza de 220 voltios, termostatos, Kit de análisis de calidad de agua, multiparámetros marca Hanna.

3.3 Metodología

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio del área de acuicultura UNAS, el área experimental, que se basa en 1 tanque circular de concreto de 6 metros de diámetro y un volumen de agua de 38.48 m³, en donde se llevó la primera etapa de engorde (inicio), y en donde expresaran rasgos sexuales entrando a la fase juvenil, para su posterior sexado e inclusión en los cultivos de monosexo. Al finalizar el mes los camarones se podrán sexar para la segunda etapa, estos desarrollan en los pleópodos dos apéndices, siendo denominado el de mayor tamaño apéndice masculino y el menor, apéndice interno. Las hembras a su vez, poseen solamente el apéndice interno en ese endopodito pleipoidal (Pinheiro & Hebling, 1998).

Para ello se procedió con la primera etapa o pre ensayo, en donde, se acondiciono el estanque por medio de la fertilización con N-P-K (nitrógeno/fosforo/potasio) y el encalado con cal agrícola, usando 3 gm/m² y 100gm/m², respectivamente. Después de 5 días de haber acondicionado el estanque se procedió a recepcionar y sembrar la pre cría de camarón, que durante los siguientes días se alimentó con una tasa de alimentación de 18% de su biomasa la primera quincena y 15 % la última quincena, durante un mes en la mañana y en la noche; donde están más activas las enzimas digestivas. En cuanto respecta a tratamiento de agua se agregará un biofermento compuesto de probióticos, principalmente levadura y otras sepas bacterianas, conjuntamente a ello se usaron insumos con una proporción 1:1:1 de melaza, polvillo de arroz y torta de soya, dejando madurar el fermento por 3 a 5 días y procediendo agregarlo por todo el estanque cada semana, para desdoblar las bases nitrogenadas, como el amonio, nitrito y nitrato.

La segunda etapa que vendría a ser la tesis en sí, y en la que se desarrolló la investigación, se llevó a cabo en el laboratorio de acuicultura de la UNAS, en donde se usaron 9 unidades de tanques de concreto recubiertas con mayólica de 2.00 x 0.95 m, en las cuales se implementaron 2 ladrillos de 6 orificios por tanque para hacer la función de refugio, se alimentó de 15 – 6% de la biomasa. Los estanques estuvieron distribuidos dentro del laboratorio, este estuvo cubierto con mantada para evitar las fluctuaciones bruscas de temperatura durante la noche, el agua a usarse proviene del BRUNAS, esta se almacena en el reservorio del zocriadero; para posteriormente llegar a la bocatoma de la piscigranja de la facultad de zootecnia almacenándose en tanques de agua Rotoplas negros de 5000 litros de capacidad, para que en última estancia el agua pueda llegar a los tanques recubiertos de mayólica, en donde mediante termostatos regular un rango de temperatura, de 28 – 32 C°. De tal manera en el laboratorio se facilita el manejo y alimentación del camarón de río.

3.3.1 Población y Muestra

En el presente trabajo experimental se utilizaron 90 camarones de río *Macrobrachium rosenbergii*, de 0.47-0.58 g y 3.77-4.48 cm longitud, que serán seleccionados y sexados de los estanques circulares.

3.3.2 Alimentación

El alimento concentrado a usar, es Artesanal con un 38% de proteína para la etapa de inicio, y con un 32 % de proteína para la etapa de crecimiento, formulado en base a los requerimientos nutricionales del *Macrobrachium rosenbergii*; proveniente de la granja camaronera Las Palmas Sac.

Se alimento a los camarones en dos etapas, de acuerdo al objetivo del trabajo de investigación, que utilizará unidades experimentales monosexadas (Machos/Hembras) y mixto.

Primera etapa o Pre ensayo: En esta etapa se da inicio al engorde durante 1 mes, en un área de 38.48 m³ de espejo de agua, teniendo un total de 1000 camarones que consumirán el alimento balanceado de inicio con 38% de proteína.

Los juveniles tuvieron una edad de 90 días al finalizar la primera etapa, previo a su desarrollo o madurez sexual, en la cual según (Cohen et al., 1981) está ausente la diferenciación de morfotipos en machos y se inicia el crecimiento dependiente de los sexos.

La alimentación en esta etapa se dio al boleado con alimento Pelletizado, en la mañana se dispersará homogéneamente por todo el tanque circular de concreto y en la tarde o noche solo en los laterales del tanque, por la preferencia de los camarones de irse a los cantos del estanque durante el inicio del atardecer y durante la noche.

Segunda etapa o tesis: Esta etapa marca el inicio del trabajo de investigación con sus respectivas dietas (crecimiento) con 32% de proteína, distribuyendo a los camarones sexados (machos – hembras y mixtos) serán separados en 9 piscinas con una densidad de 5 camarones/m² o 10 camarones/Unidad experimental, haciendo un total de 90 camarones de río.

Los camarones de esta etapa fueron alimentados dentro de un sistema intensivo en tanques, con una ración balanceada pelletizada (crecimiento) teniendo una buena estabilidad acuática, pesándose de acorde al porcentaje de la tasa de alimentación correspondiente. Los alimentos resultaron suministrados 2 veces al día en un comedero movible de malla fina, con forma redondeada, sujeta con hilos, para poder trabajar de manera descendente y ascendente. Se añadirán por estanque o unidad experimental, el alimento se suministró en proporciones 40-60% de acuerdo a su ciclo circadiano enzimático, que se da en la mañana-tarde con mayor intensidad 8-10 am y 4-6 pm respectivamente (J. S. Alvarez et al., 2004).

Tabla 3: Composición química nutricional de las dietas artesanales para camarones de río “*Macrobrachium rosenbergii*” en fase de inicio y crecimiento, durante el pre ensayo y la investigación.

COMPOSICION QUIMICO NUTRICIONAL		
ETAPA	INICIO	CRECIMIENTO
Proteína (%)	38 %	32 %
Ceniza (%)	10 %	12 %
Humedad (%)	11 %	11 %
Grasa (%)	10 %	8 %
Fibra (%)	2 %	4 %

3.3.3 Bioseguridad

El área establecida para el trabajo experimental, empezando por el tanque donde se realizó el pre ensayo, o a la etapa de inicio, se desinfecto con cal agrícola 100gr/m², para el inicio de la tesis los tanques fueron desinfectados con lejía a 60 ppm, luego dejar una semana para que se volatilicen los remanes de la lejía. Por otra parte, resultaron limpiados diariamente mediante sifoneo cada semana; para evitar el acumulamiento de amonio por

exceso de alimento, o también la proliferación de hongos, cada tanque tiene ingreso y salida de agua de manera independiente.

3.3.4 Biometría

Este procedimiento se facilita gracias a los refugios, de donde se pueden capturar con facilidad los camarones a muestrear, y con ayuda de una red de mano pequeña de 15 cm de largo x 20 cm de ancho, mejorar la colecta sin causar mucho estrés, ya que los camarones en los tanques tienen facilidad en el manejo, Se midió mediante un vernier digital y una regla del telon al rostrum, para el peso se usó una balanza analítica de alta precisión. Pudiéndose calcular la biomasa para el reajuste de la alimentación, y los parámetros de biomasa final, productividad e índice de conversión alimenticia por los 3 tratamientos de 3 repeticiones/tanque 2m² cada uno.

3.3.5 Calidad de agua

Se evaluó los parámetros físico – químicos en condición de laboratorio semanalmente; mediante multiparámetros de marca Hanna y un kit de muestreo para análisis de calidad de agua, los principales parámetros a medir durante cada semana son: el oxígeno disuelto ppm/litro de agua, Bases Nitrogenadas (Amonio, nitrito y nitrato), Temperatura y Puentes de Hidrogeno principalmente; cada kit de análisis tiene un manual que varía de acorde al laboratorio de fábrica, en cuanto al uso de los reactivos. Por último, se calibraron los equipos de medición como el multiparámetro Hanna, por los menos cada semana, de acorde a su manual de instrucciones dado por la fábrica.

Procedimiento para la medición de Amonio

- Se pipetea en un tubo de ensayo 5.0 ml de la muestra.
- Seguidamente se añade con la pipeta 0.60 ml del reactivo NH₄ -1 y luego se mezcla.
- Se añade 1 microcuchara azul rasa (se encuentra en la tapa del frasco NH₄ -2) del reactivo NH₄-2, se agita vigorosamente hasta que el reactivo se haya disuelto completamente.
- Pasado los 5 minutos de reposo (tiempo de reacción del paso anterior), se añade 4 gotas (se debe mantener verticalmente le tubo de ensayo durante la adición del reactivo) del reactivo NH₄ -3 y se mezcla.

- Finalmente, pasado los 5 minutos de reposo, se introduce la muestra de medición en la porta cubeta y se mide comparando la tira colorimétrica.

Procedimiento para la medición de nitritos HI 3873 Hanna:

- Llene la cubeta de cristal con 10 mL de la muestra, hasta la marca
- Añada 1 paquete de reactivo HI 3873-0.
- Ponga la tapa y agite suavemente hasta que se disuelva el polvo. Tal vez quede un depósito, pero no afectará a la lectura.
- Espere 6 minutos a que el color se desarrolle. Retire la tapa y llene el cubo comparador de color con 5 mL de la muestra tratada (hasta la marca).
- Determine qué color empareja mejor con la solución en el cubo y registre el resultado en mg/L (o ppm) de Nitrito - nitrógeno.
- Es mejor comparar el color con un folio blanco a unos 10 cm detrás del comparador.
- Para convertir la lectura a mg/L de Nitrito (NO₂-), multiplique la lectura por un factor de 3.29.

Procedimiento para la medición de nitratos HI 3873 Hanna:

- Con una pipeta plástica, transfiera 5 mL de la muestra de agua a cada vial hasta la marca.
- Coloque uno de los viales en el agujero izquierdo del disco de chequeo, este servirá como el blanco.
- A continuación, añada un paquete de reactivo HI 380050-0 al otro vial de vidrio. Cierre el vial, agítelo vigorosamente durante 1 minuto y deje reposar durante 5 minutos. Este es el vial con la muestra reactivada.
- Retire la tapa del vial y colóquelo en el agujero derecho del disco de chequeo.
- Sostenga el disco de manera que una fuente de luz ilumine las muestras desde la parte posterior de las ventanas.
- Coloque el disco a una distancia de 30-40 cm (12-16”) de sus ojos para observar el color. Gire el disco hasta que logre coincidir el color de la ventana. Lea el valor directamente en mg/L (ppm) de nitrato-nitrógeno (N-NO₃-). Multiplique el valor obtenido por 4.43 para convertirlo a mg/L de nitrato (NO₃-).

3.4 Variables independientes

3.4.1 Cultivo monosexo y mixto

- Sistema productivo monosexo Machos
- Sistema productivo monosexo Hembras
- Sistema productivo Tradicional mixto (machos – hembras)

3.4.2 Morfotipos de machos

- Macho quela azul
- Macho quela naranja
- Macho sumiso o de quela translúcida

3.5 Variables dependientes

Parámetros biológicos y productivos

- Incremento diario de peso (gr)
- Incremento diario de longitud (cm)
- Biomasa Final (kg)
- Productividad (kg/m²)
- Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA)
- Tasa de supervivencia (%)

3.5.1 Incremento diario de peso (gr)

Medida que expresa el incremento de peso expresada en (gr) y de cada tratamiento y siendo esta una muestra representativa del tratamiento se calculó por la siguiente ecuación:

$$IP \text{ (gr)} = Pf - Pi$$

Dónde:

IP (gr): Incremento de peso

Pi: Peso inicial (gr)

Pf: Peso final (gr)

3.5.2 Incremento diario de longitud (cm)

Medida que expresa la ganancia de longitud expresada en (cm) y de cada tratamiento y siendo esta una muestra representativa del tratamiento se calculó por la siguiente ecuación:

$$IL \text{ (cm)} = L_f - L_i$$

Dónde:

IL (cm): Incremento de longitud.

Li: Longitud inicial (cm).

Lf: Longitud final (cm)

3.5.3 Biomasa Final (kg)

BF= peso final retirados de los tanques por unidad experimental del camarón de río *M. rosenbergii*.

3.5.4 Productividad (kg/m²)

Rendimiento de camarón por tratamiento se encontró llevando la cantidad de camarón fresco encontrado en 1 m².

3.5.5 Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA)

$$ICAA = \frac{\text{CANTIDAD DE ALIMENTO CONSUMIDO}}{\text{BIOMASA GANADA}}$$

3.5.6 Tasa de supervivencia

$$\text{Supervivencia} = \frac{N^{\circ}\text{cosechado}}{N^{\circ}\text{sembrado}} \times 100$$

3.6 Tratamientos

Los tratamientos del presente experimento son:

T1: Sistema productivo monosexo camarones machos

T2: Sistema productivo monosexo camarones hembras










T3: Sistema productivo tradicional mixto camarones machos – hembras

3.6.1 Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones

Los camarones serán distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 4: **Croquis y distribución de los tratamientos**

DCA		
T2R3	T1R2	T2R2
T3R1	T3R2	T1R3
T1R1	T2R1	T3R3

SISTEMA PRODUCTIVO MONOSEXO Y MIXTO	REPETICIONES		
T1: MONOSEXO MACHOS	R1 	R2 	R3 
T2: MONOSEXO HEMBRAS	R1 	R2 	R3 
T3: MIXTOS TRADICIONAL	R1 	R2 	R3 

3.7 Diseño experimental y análisis estadístico

Los camarones de río fueron distribuidos en un diseño completamente al azar (DCA) con 5% de nivel de significancia. Se aplicó un análisis de co-varianza para reajustar la fluctuación en las variables peso final (PF) y longitud final (LF) entre los camarones de los diferentes tratamientos. En tal sentido el modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (x_{ij} - \bar{x}_{\cdot\cdot}) + \varepsilon_{ij}$$

Donde

Y_{ij} es la j-ésima observación bajo el i-ésimo nivel del tratamiento

x_{ij} es la medida de la covariable que se hace para Y_{ij}

$\bar{x}_{\cdot\cdot}$ es la media de los valores de x_{ij}

μ es el valor medio global.

T_i es el efecto del nivel i -ésimo del tratamiento.

β coeficiente de regresión que relaciona Y_{ij} con la covariable x_{ij}

ε_{ij} error aleatorio.

Los resultados del ensayo han sido analizados mediante el paquete estadístico (Infostat, 2019) y las diferencias de medias entre tratamientos fueron evaluadas con la prueba de DGC.

Para las otras variables incremento diario de peso (IDP), incremento diario de longitud (IDL), biomasa final (BF), productividad (PRD), índice de conversión alimenticia aparente (ICCA) y supervivencia (SUP). Se realizó el diseño completamente al azar y tuvo un modelo aditivo lineal de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación de una unidad experimental

U = Media General

T_i = Efecto del sistema productivo monosexo y mixto

E_{ij} = Error experimental del sistema productivo monosexo y mixto

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parámetros de desempeño productivo del *Macrobrachium rosenbergii* mixto y monosexo, durante la etapa de crecimiento

4.1.1 Biomasa final (BF), Productividad (PRD) e índice de conversión alimenticia aparente (ICAA).

Las variables evaluadas en el desempeño productivo fueron la biomasa final (BF), la productividad (PRD) y el índice de conversión alimenticia aparente (ICAA). La tabla 5 muestra los resultados del ANVA de las variables mencionadas según los tratamientos.

Tabla 5. Biomasa final (BF), Productividad (PRD) e índice de conversión alimenticia aparente (ICAA).

TRATAMIENTOS	VARIABLES		
	BF (kg)	PRD (kg/m ²)	ICAA (kg)
T1 ♂	0,11 A	0,0540 A	1,92
T2 ♀	0,09 B	0,0459 B	1,94
T3 ♂♀	0,10 B	0,0485 B	1,97
CV	3,56	3,55	2,83
P-VALOR	0,0036	0,0036	0,6643

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de comparaciones múltiples DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves, 2002), con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

El tratamiento T1, (monosexo machos) presentó diferencia estadística en al menos dos parámetros de desempeño productivo; la biomasa final (BF) y productividad (PRD), en donde se tuvo datos superiores a diferencia de los tratamientos T2 y T3, monosexo hembras y mixto respectivamente; siendo menor la biomasa final (BF) y productividad (PRD), para estos últimos. En cuanto al índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos.

Los resultados indican que los tratamientos no tuvieron efectos significativos sobre el índice de conversión alimenticia aparente ($p = 0,6643$). Sin embargo, se observó efecto significativo ($P < 0,05$) de al menos uno de los tratamientos sobre la biomasa final ($p = 0,0036$), y productividad ($p = 0,0036$) donde el tratamiento T₁ mostró promedio superiores en comparación con los tratamientos T₂ y T₃.

- BF - PRD

Para la variable biomasa final (BF) y productividad (PRD), se obtuvo un ($p = 0,0036$), siendo estas variables significativas ($P < 0,05$), que concuerda con (Hartnoll & Bliss, 1982; Mauchline, 1977; Devi et al., 2015). Y se termina por coincidir con (Levy et al., 2017) y (Sagi et al., 1986), obteniendo datos similares de (BF-PRD) para camarones hembras y mixtos; y datos superiores para machos, respectivamente.

Figura 9. Biomasa Final del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* en etapa de crecimiento.

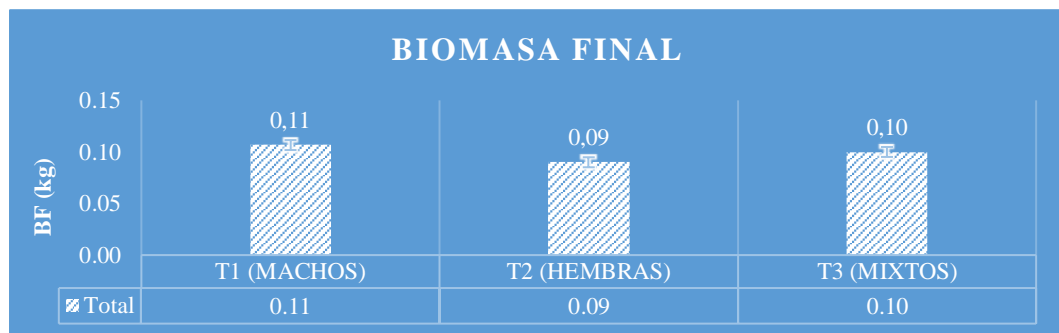
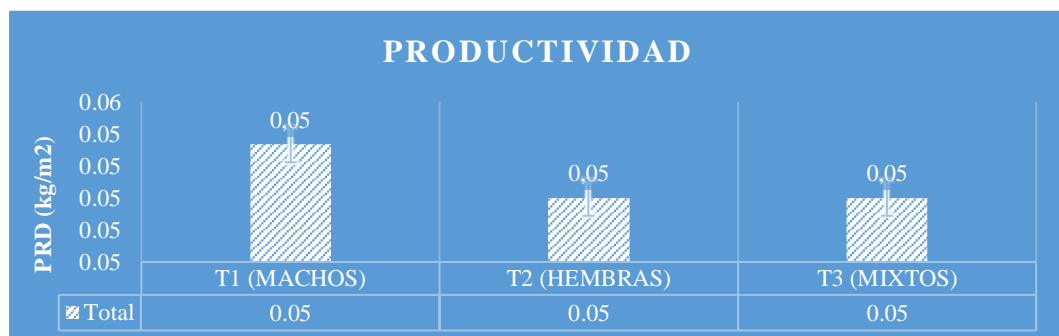


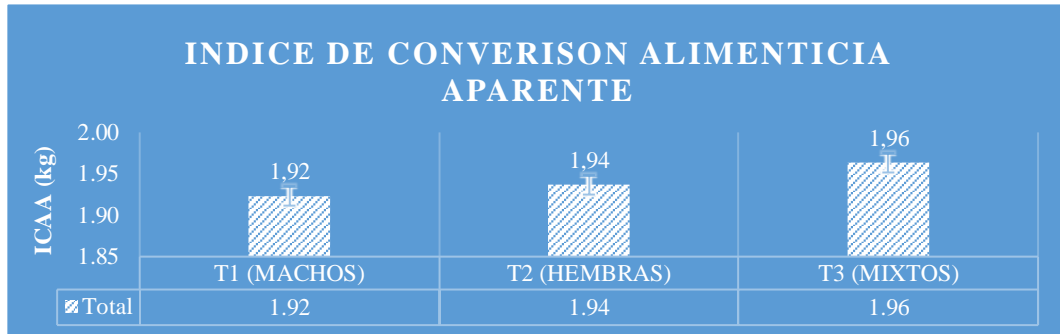
Figura 10. Productividad del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* en etapa de crecimiento.



- ICCA

Para la variable índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), se obtuvo un ($p = 0,6643$), siendo esta no significativa, debido a la etapa de la investigación, en la que los camarones recién adquieren rasgos sexuales y hormonales marcados a diferencia de la etapa de acabado. Y se termina por coincidir con (Levy et al., 2017), este último tuvo datos similares para camarones hembras y mixtos.

Figura 11. Índice de conversión alimenticia aparente del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* en etapa de crecimiento.



4.2 Parámetros de desempeño biológico del *Macrobrachium rosenbergii* mixto y monosexo, durante la etapa de crecimiento

4.2.1 Peso inicial, peso final, longitud inicial, longitud final, incremento diario de peso y incremento diario de longitud

La tabla 6 presenta los resultados del ANVA en relación con las variables Peso inicial (PI), peso final (PF), longitud inicial (LI), longitud final (LF), incremento diario de peso e incremento diario de longitud (IDP-IDL), considerando los efectos de los tratamientos.

Tabla 6. Peso inicial (PI), peso final (PF), longitud inicial (LI), longitud final (LF), incremento diario de peso (IDP), e incremento diario de longitud (IDL).

TRATAMIENTOS	VARIABLES					
	PI (gr)	PF (gr) corregido	LI (cm)	LF (cm) corregido	IDP (gr)	IDL (cm)
T1 ♂	0,58	10,64 A	4,48	10,39 A	0,18 A	0,11
T2 ♀	0,47	9,26 B	3,77	9,74 B	0,16 B	0,10
T3 ♂♀	0,47	9,78 B	3,93	10,09 A	0,16 B	0,11
CV	23,05	2,70	9,34	1,62	2,97	4,57
P-VALOR	0,4596	0,0029	0,1328	0,0041	0,0016	0,5143

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de comparaciones múltiples DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves, 2002), con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

En el tratamiento T₁ (monosexo machos), los parámetros de desempeño biológico como peso final (PF), longitud final (LF) e incremento diario de peso (IDP) fueron mayores o tuvieron diferencia estadística a comparación de los tratamientos T₂ y T₃, monosexo hembras y mixto respectivamente.

Para las variables peso final (PF) y longitud final (LF), se corrigieron a través de un análisis de covarianza utilizando el peso inicial (PI) y la longitud inicial (LI) como

covariables, con el objetivo de estandarizar las condiciones iniciales y eliminar posibles ventajas estadísticas entre tratamientos al inicio del proyecto de investigación (Anexo 4-5).

Teniendo resultados que indican que los tratamientos no tuvieron un efecto significativo en el peso inicial ($p = 0,4596$), longitud inicial ($p = 0,1328$) e incremento diario de longitud ($p = 0,5143$). Sin embargo, al menos uno de los tratamientos mostró efectos significativos ($P < 0,05$) en el peso final ($p = 0,0029$), longitud final ($p = 0,0041$) e incremento diario de peso ($p = 0,0016$).

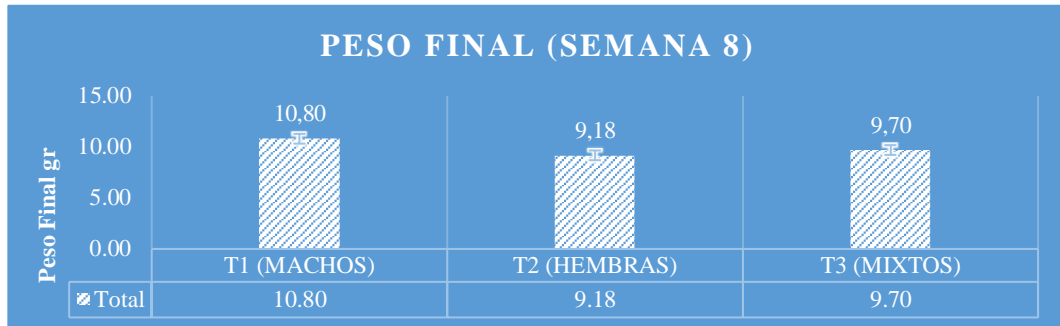
Con respecto al peso final, el tratamiento T_1 alcanzó el mayor peso promedio en comparación con T_2 y T_3 , los cuales no mostraron diferencias entre sí. En relación a la longitud final, T_1 tuvo un mayor promedio comparado con T_2 , aunque no fue diferente de T_3 , y T_2 y T_3 no mostraron diferencias entre ellos. Por último, para la variable de incremento diario de peso, el tratamiento T_1 resultó ser el más efectivo, presentando un mejor promedio en comparación con T_2 y T_3 , que no mostraron diferencias significativas.

En conclusión, el tratamiento (Sistema productivo monosexo machos) T_1 generó mejores resultados promedio en las variables de Desempeño Biológico, Peso inicial (PI), peso final (PF), longitud inicial (LI), longitud final (LF), incremento diario de peso e incremento diario de longitud (IDP-IDL).

- PESO FINAL (PF)

Se observó un efecto significativo en el peso final (PF) (p -valor = $0,0029$), lo que respalda la teoría de Ra'anan et al. (1991), quienes atribuyen el crecimiento desigual en organismos de la misma edad a factores genéticos, sociales y ambientales. Además, estos autores, junto con Salmeron (1985), señalan que en *Macrobrachium*, el macho alfa libera feromonas que inhiben el crecimiento de otros machos, fenómeno conocido como “efecto toro”. En el trabajo de investigación se atribuye el crecimiento desigual al aspecto social o conocido como “efecto toro”.

Figura 12. Peso final del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* en etapa de crecimiento (semana 8).

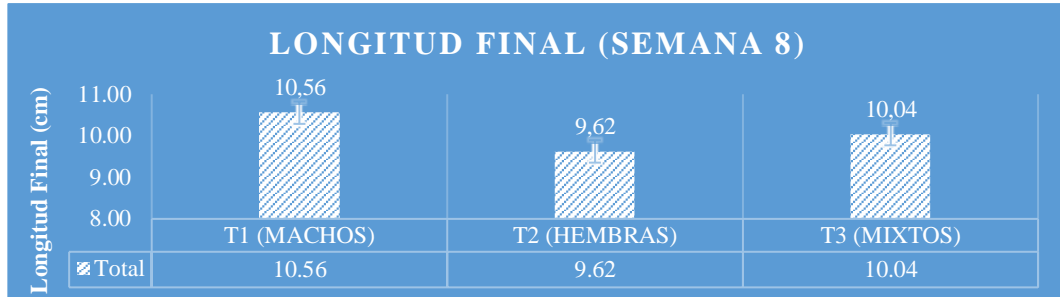


Por otro lado, *Macrobrachium rosenbergii*, como otros crustáceos, experimenta crecimiento a través de la muda o ecdisis (Hartnoll & Bliss, 1982; Mauchline, 1977). Su desarrollo depende de factores como edad, sexo, alimentación, calidad del alimento, densidad de carga y genética (Devi et al., 2015). Los resultados concuerdan con Sagi et al. (1986), quienes reportaron un mayor peso en machos, y con Levy et al. (2017), que obtuvo pesos similares en hembras y poblaciones mixtas.

- LONGITUD FINAL (LF)

Para la variable longitud final (LF), se obtuvo un efecto significativo con un (p - valor = 0,0041); para la población de machos y mixta, se vuelve a reafirmar lo dicho por (Hartnoll & Bliss, 1982; Mauchline, 1977; Devi et al., 2015). Para este parámetro influye lo evaluado por Sagi et al. (1986), la influencia de los morfotipos de machos se comporta de manera diferente en la población mixta y la población exclusivamente machos; con la diferencia de tener todos los morfotipos de machos y no tener el morfotipo de macho sumiso Ms; respectivamente, lo que puede hacer variar las tallas y pesos. El macho de quela azul, tiene mayor longitud y prominencia que los otros morfotipos dado a su genética, el macho de quela naranja tiene menor longitud, pero adquiere mayor peso, el macho sumiso tiene un tamaño y peso aún menor. Por otro lado, las hembras tienen un peso y talla más homogéneos.

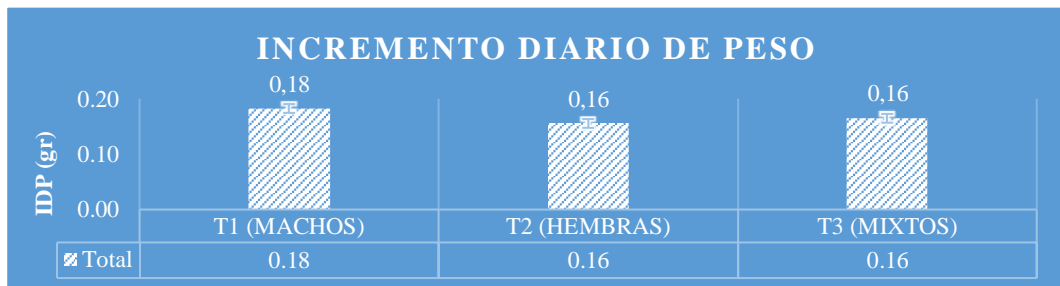
Figura 13. Longitud final del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* en etapa de crecimiento.



- INCREMENTO DIARIO DE PESO

Para la variable incremento diario de peso (IDP), se obtuvo un efecto significativo con un (p - valor = 0,0016); por lo tanto, lo investigado por (Hartnoll & Bliss, 1982; Mauchline, 1977; Devi et al., 2015), da respuesta al por que del comportamiento de los camarones del T₁. Por lo tanto, se concuerda con (Levy et al., 2017), que obtuvo una ganancia diaria de peso similar en hembras y mixtos.

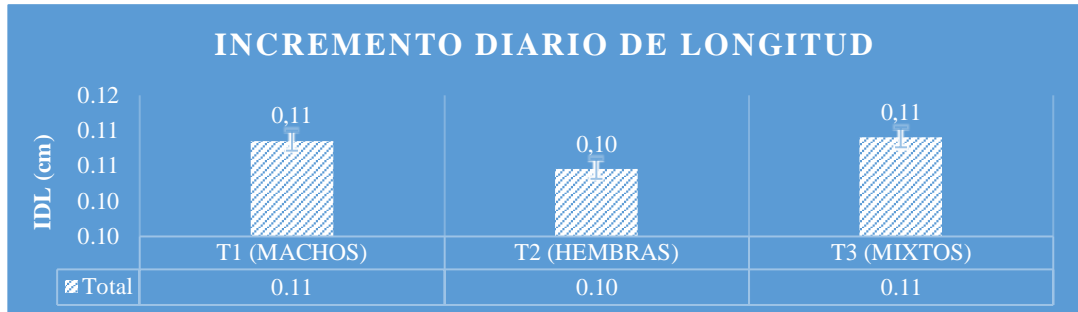
Figura 14. Incremento diario de peso del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* en etapa de crecimiento.



- INCREMENTO DIARIO DE LONGITUD

Para la variable incremento diario de longitud (IDL), no se obtuvo un efecto significativo con un (p - valor = 0,5143).

Figura 15. Incremento diario de longitud del camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* en etapa de crecimiento.



4.3 Parámetros de supervivencia del *Macrobrachium rosenbergii* mixto y monosexo, durante la etapa de crecimiento

4.3.1 Supervivencia (SP)

La tabla 7 muestra los resultados del porcentaje de supervivencia bajo los tratamientos evaluados. Los resultados indican una supervivencia del 100% en los tres tratamientos evaluados, lo que sugiere que no hay diferencias significativas ($P > 0,05$) en la tasa de supervivencia entre los diferentes sistemas productivos y que estos sistemas son igualmente efectivos para mantener la supervivencia de los camarones.

Tabla 7. **Supervivencia (SP)**

TRATAMIENTOS	SP (%)
T1 ♂	100
T2 ♀	100
T3 ♂♀	100
CV	0,00
P-VALOR	1

En los tratamientos T₁, T₂ y T₃ (monosexo y mixto) los parámetros de supervivencia (SP) no tuvieron diferencia estadística.

- **SUPERVIVENCIA**

Los resultados de supervivencia de este estudio contradicen los hallazgos de Sagi et al. (1986) y Levy et al. (2017), quienes reportaron tasas de supervivencia inferiores, que oscilaban entre el 70% y el 80%. Esta discrepancia puede estar relacionada con la densidad de

siembra utilizada en sus experimentos, que fue considerablemente alta, así como con la falta de refugios proporcionados a los organismos. Según Sagi et al. (1986) y Levy et al. (2017), la ausencia de refugios propicia el canibalismo, especialmente en los grupos de machos y en las poblaciones mixtas, lo que podría explicar las menores tasas de supervivencia observadas en sus estudios.

4.4 Parámetros de calidad de agua del *Macrobrachium rosenbergii* mixto y monosexo, durante la etapa de crecimiento

4.4.1 Calidad de agua (CA)

Tabla 8. Calidad de agua sistema productivo *M. rosenbergii*, durante la etapa de crecimiento PH, O₂/PPM, T, PSU, TDSmg/L

CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA PRODUCTIVO <i>M. ROSENBERGII</i>					
SEMANA	PH	O ₂ /PPM	T	PSU	TDS mg/L
1	6,30-7,65	4,20-4,61	24,5-26,2	0.63	575
2	5,40-6,03	4,50-6,26	22,0-25,2	0.57	635
3	6,20-6,74	3,80-4,04	22,4-24,5	0.67	643
4	6,20-6,89	4,25-4,70	22,7-25,0	0.62	670
5	6,80-7,35	4,19-5,35	22,4-24,7	0.59	690
6	6,45-7,50	4,25-5,00	20,5-23,8	0.68	739
7	7,20-7,85	4,35-5,85	20,4-22,7	0.78	778
8	6,50-7,20	4,60-6,20	22,4-24,1	0.86	835
X	6,38-7,15	4,6-5,25	22,16-22,02	0.67	695.62

Parámetros de calidad de agua, PH (puentes de hidrogeno), O₂ (oxígeno), PPM (partes por millón), T (temperatura), PSU (unidades prácticas de salinidad) y TDS (solidos totales disueltos).

En la tabla 8 se muestra la media de los parámetros de calidad de agua durante ocho semanas en un sistema de cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. En general, los valores no se mantuvieron dentro de los rangos adecuados para el desarrollo o producción de esta especie. El ph osciló entre 5.40 y 7.85, con una tendencia ligeramente alcalina hacia el final. El oxígeno disuelto se mantuvo entre 3.80 y 6.26 mg/L, con niveles aceptables, aunque algo bajos en algunas semanas. La temperatura varió entre 20.4 y 26.2 °C, ligeramente dentro del rango óptimo (26 – 32 °C). La salinidad fue baja (0.57 a 0.86 PSU), adecuada para esta especie de agua dulce. Los sólidos disueltos totales aumentaron progresivamente de 575 a 835 mg/L, sin alcanzar niveles críticos. En conjunto, las condiciones no fueron estables y favorables para el cultivo, al menos en lo que concierne a temperatura y Puentes de hidrogeno (New & Valenti, 2000).

V. CONCLUSIONES

- En cuanto a los parámetros productivos, de biomasa final y productividad el tratamiento monosexo machos, resulto significativamente superior a los tratamientos monosexo hembras y mixto, En lo que respecta al índice de conversión alimenticia, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.
- Se acepta la hipótesis alterna o hipótesis del investigador "El cultivo monosexo de machos de *Macrobrachium rosenbergii* generará mejores resultados biológicos y productivos como mayor peso, longitud, biomasa, productividad y conversión alimenticia aparente a comparación con cultivos de hembras o mixtos". el tratamiento de machos genero mejoras en los resultados biológicos y productivos; los resultados para los parámetros productivos son: BF= biomasa final (0.11), PRD= productividad (0.0540).
- Para los parámetros biológicos, en lo que respecta al peso final, longitud final e incremento diario de peso el T₁ (tratamiento monosexo machos), es superior. El T₁ tiene diferencia significativa en las siguientes variables; PF peso final = (10.64), LF = longitud final (10.39) e IDP = incremento diario de peso (0.18).
- La supervivencia en todos los tratamientos no tuvo diferencia significativa, teniendo un 100 % de supervivencia.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Se recomienda acondicionar sustratos para aumentar el área de alimentación y fijación en los camarones, para que de esta manera aprovechen mejor el alimento ofrecido.
- Regular la temperatura del laboratorio mediante termostatos o invernaderos, ya que en temporada de lluvias hay mucha fluctuación en la temperatura ambiental.
- Mejorar el Sistema para la producción de alimento vivo, fito – zooplancton, se pueden colocar calaminas traslucidas que permitan el paso de la luz ultravioleta.
- Simular el ambiente natural del *M. rosenbergii* (coloración de las unidades experimentales).
- En la población monosexo machos, se manifiesta las jerarquías BC - garra azul y OC - garra naranja, con excepción del Ms – macho sumiso.
- Evaluar la correlación de la calidad de agua con el performance del *M. rosenbergii*, durante la etapa de crecimiento, en futuros trabajos de investigación.
- Proponer tener mayor número de repeticiones por tratamiento o usar un diseño más eficiente como el cambio simple, para evitar dificultades como:
 - Tener mayor error del tipo II
 - Dificultad para detectar diferencias reales entre tratamientos
 - Aumenta la variabilidad residual
- No tardar en entregar las observaciones correspondientes más de 15 días hábiles y programar una pre sustentación.

VII. REFERENCIAS

- Aiken, D. E., & Waddy, S. L. (1987). *Molting and growth in crayfish: A review*.
- Al-Hafedh, Y. S. (2007). Effects of Dietary Protein Level on Growth, Feed Conversion, and Protein Efficiency Ratio of Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Outdoor Concrete Tanks. *Journal of Applied Aquaculture*, 19(1), 51-60. https://doi.org/10.1300/J028v19n01_05
- Alvarez, J. S., García, T., Villarreal, H., Galindo, J., Fraga, I., & Pelegrin, E. (2004). Alternativas para obtener alimentos más eficientes en el engorde semintensivo del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. *Avances en Nutrición Acuicola*. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/223>
- Alvarez, J., Véliz, C., & Meruane, J. (2009). Estados del ciclo de muda de la jaiba nadadora *Ovalipes trimaculatus* (de Haan, 1833) basados en observaciones de la morfología externa. *Revista de biología marina y oceanografía*, 44(1), 217-225.
- Bate, C. S. (1868). On a new genus, with four new species of freshwater prawns. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1868, 363-368.
- Bauer, R. T. (2011). Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. I. Costs, benefits, evolutionary origins, and an unusual case of amphidromy. En *New frontiers in crustacean biology* (pp. 145-156). Brill. https://brill.com/downloadpdf/book/9789047427711/Bej.9789004174252.i-354_014.pdf
- Boada Mata, B. S. (2016). *Substratos y bioflocs en el cultivo de Macrobrachium rosenbergii en altas densidades durante la etapa de engorde*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2777>
- Bocca, L. (1994). *Reporte sobre experiencias en alimentación de camarones*.
- Brody, T., Cohen, D., Barnes, A., & Spector, A. (1980). Yield characteristics of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in temperate zone aquaculture. *Aquaculture*, 21(4), 375-385.
- Castille Jr, F. L., & Lawrence, A. L. (1981). The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 68(1), 75-80.
- Ceccaldi, H. J. (1997). Anatomy and physiology of the digestive system of Crustacean, in "Crustacean Nutrition" World Mariculture Soc. LD'Abramo and D. Conklin. *Adv. in World Aquaculture*, 6, 261-291.
- Chan, S.-M., Rankin, S. M., & Keeley, L. L. (1988). Characterization of the Molt Stages in *Penaeus vannamei*: Setogenesis and Hemolymph Levels of Total Protein, Ecdysteroids, and Glucose. *The Biological Bulletin*, 175(2), 185-192. <https://doi.org/10.2307/1541558>
- Chowdhury, M. A. K., Goda, A., El-Haroun, E. R., Wafa, M. A., & Salah El-Din, S. A. (2008). *Effect of dietary protein and feeding time on growth performance and feed utilization of post larval freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (de Man 1879)*. <https://digitalarchive.worldfishcenter.org/handle/20.500.12348/1512>

- Chowdhury, R., Angell, C., & Bhattacharjee, H. (1993). *A manual for operating a small-scale recirculation freshwater prawn hatchery*. Bay of Bengal Programme Madras. https://www.bobpigo.org/publications/BOBP_MAG_13.pdf
- Cohen, D., Raanan, Z., & Brody, T. (1981). population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Journal of the World Mariculture Society*, 12(2), 231-243. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1981.tb00298.x>
- Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Marín-Zaldivar, L. F., Guajardo-Barbosa, C., Nieto-López, M., & Salinas-Miller, A. (2002). Historia y Estatus Actual de la Digestibilidad y Algunas Características Físico-químicas de los Alimentos Comerciales para Camarón Usados en México. *Avances en Nutrición Acuicola*. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/download/224/222>
- D'Abramo, L. R., Conklin, D. E., & Akiyama, D. M. (1997). Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture, vol. 6. *World Aquaculture Society*.
- Davassi, L. A. (2011). Survival and growth of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in relation to different nutrients composition. *Journal of fisheries and Aquatic Science*, 6(6), 649.
- De Grave, S., Pentcheff, N. D., Ahyong, S. T., Chan, T.-Y., Crandall, K. A., Dworschak, P. C., Felder, D. L., Feldmann, R. M., Fransen, C. H., & Goulding, L. Y. (2009). A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles bulletin of zoology*. <https://repository.si.edu/handle/10088/8358>
- Denne, L. B. (1968). Some aspects of osmotic and ionic regulation in the prawns *Macrobrachium australiense* (Holthuis) and *M. equidens* (Dana). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 26(1), 17-30.
- Devi, D. P., Hareesh, K., & Reddy, M. S. (2015). Studies on the proximate composition of tropical freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 3(1), 329-336.
- Di Rienzo, J. A., Guzmán, A. W., & Casanoves, F. (2002). Comparaciones múltiples mediante pruebas basadas en modelos lineales. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias*, 34(1), 105–112.
- Díaz, A. C., Petriella, A. M., & Fenucci, J. L. (2003). Ciclo de muda y reproducción de la población del langostino *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Penaeoidea) de Mar del Plata. *Ciencias marinas*, 29(3), 343-355.
- Elorza, A., & Dupré, E. (1996). Determinación de los estados del ciclo de muda de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis* Milne Edwards, 1837). *Investigaciones marinas*, 24, 67-76.
- Felix, N., & Jayaseelan, M. P. (2006). Effects of different protein diets on growth and food conversion ratio of postlarvae of *Macrobrachium rosenbergii* (deMan). *Indian Journal of Fisheries*, 53(2), 175-180.

- Fujimura, T., & Okamoto, H. (1970). *Notes on progress made in developing a mass culturing technique for macrobrachium rosenbergii in Hawaii*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/6473a4ee542a3f9f03b21c5e>
- Gibson, R. (1982). Feeding and digestion in decapod crustaceans. *Pruder, GD; Langdon, CJ & Conklin, DE eds Proc. 2nd Int. Conf. Aq. Nutrition*, 59-70.
- Gomes Lima, W. M. G., da Silva Ramos, A., Mendes, N. C. B., Cintra, I. H. A., & da Silva, B. B. (2015). Morfotipos em fêmeas de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) de áreas alagadas do litoral amazônico brasileiro. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 5(3), 38-43.
- Gopal, C., Gopikrishna, G., Krishna, G., Jahageerdar, S. S., Rye, M., Hayes, B. J., Paulpandi, S., Kiran, R. P., Pillai, S. M., & Ravichandran, P. (2010). Weight and time of onset of female-superior sexual dimorphism in pond reared *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 300(1-4), 237-239.
- Guillaume, J., & Ceccaldi, H. J. (2001). *Digestive physiology of shrimps*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122439/records/6474727679cbb2c2c1b27f9c>
- Guzmán, J. C. G. (1987). *Uso da ração inerte na larvicultura do camarão de água doce macrobrachium rosenbergii (de man)*.
- Hartnoll, R. G., & Bliss, D. E. (1982). The biology of Crustacea: Embriology, morphology and genetics. En *Growth* (pp. 111-196). Academic Press New York, NY.
- Hossain, M. A., & Islam, M. S. (2006). Optimization of stocking density of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in carp polyculture in Bangladesh. *Aquaculture Research*, 37(10), 994-1000. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01518.x>
- Kanazawa, A., Tokiwa, S., Kayama, M., & Hirata, M. (1977). *essential fatty acids in the diet of prawn. i. effects of linoleic and linolenic acids on growth*. <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCAL7850401144>
- Kuballa, A., & Elizur, A. (2007). Novel molecular approach to study moulting in crustaceans. *Bulletin-fisheries research agency japan*, 20, 53.
- Lachaise, F., Le Roux, A., Hubert, M., & Lafont, R. (1993). The molting gland of crustaceans: Localization, activity, and endocrine control (a review). *Journal of Crustacean Biology*, 13(2), 198-234.
- Levy, T., Rosen, O., Eilam, B., Azulay, D., Zohar, I., Aflalo, E. D., Benet, A., Naor, A., Shechter, A., & Sagi, A. (2017). All-female monosex culture in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* – A comparative large-scale field study. *Aquaculture*, 479, 857-862. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.07.039>
- Lipcius, R. N., & Herrnkind, W. F. (1982). Molt cycle alterations in behavior, feeding and diel rhythms of a decapod crustacean, the spiny lobster *Panulirus argus*. *Marine Biology*, 68(3), 241-252. <https://doi.org/10.1007/BF00409591>
- Longmuir, E. (1983). Setal development, moult-staging and ecdysis in the banana prawn *Penaeus merguensis*. *Marine Biology*, 77(2), 183-190. <https://doi.org/10.1007/BF00396316>

- Malecha, S. (2012). The case for all-female freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (DeMan), culture. *Aquaculture Research*, 43(7), 1038-1048. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03007.x>
- Mauchline, J. (1977). The integumental sensilla and glands of pelagic Crustacea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 57(4), 973-994.
- Molina, C., Cadena, E., & Orellana, F. (2000). Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8784>
- Nagamine, C. M., & Knight, A. W. (1980). Development, Maturation, and Function of Some Sexually Dimorphic Structures of the Malaysian Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 39(2), 141-152.
- New. (1988). *Freshwater prawns: Status of global aquaculture, 1987*.
- New, M. B., & Valenti, W. C. (Eds.). (2000). *Freshwater Prawn Culture: The Farming of Macrobrachium rosenbergii* (1.^a ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470999554>
- Otoshi, C. A., Arce, S. M., & Moss, S. M. (2003). Growth and reproductive performance of broodstock shrimp reared in a biosecure recirculating aquaculture system versus a flow-through pond. *Aquacultural engineering*, 29(3-4), 93-107.
- Phlippen, M. K., Webster, S. G., Chung, J. S., & Dircksen, H. (2000). Ecdysis of decapod crustaceans is associated with a dramatic release of crustacean cardioactive peptide into the haemolymph. *Journal of Experimental Biology*, 203(3), 521-536.
- Pinheiro, M. A. A., & Hebling, N. J. (1998). Biología de *Macrobrachium amazonicum* (de Man, 1879). *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para Produção de Camarões, São Paulo: FAPESP, Brasília: IBAMA*, 21-46.
- Potts, W. T. W. (1954). The energetics of osmotic regulation in brackish-and fresh-water animals. *Journal of Experimental Biology*, 31(4), 618-630.
- Promwikorn, W., Kirirat, P., & Thaweethamsewee, P. (2004). Index of molt staging in the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 26(5), 765-772.
- Ra'anán, Z., & Cohen, D. (1985). Ontogeny of social structure and population dynamic in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). In "Crustacean Issues 3: Crustacean Growth: Factors in adult Growth," (Adrian Wenner, Ed.). AA Balkema Publishers.
- Ra'Anan, Z., & Sagi, A. (1985). alternative mating strategies in male morphotypes of the freshwater prawn *macrobrachium rosenbergii* (DE MAN). *The Biological Bulletin*, 169(3), 592-601. <https://doi.org/10.2307/1541301>
- Ra'anán, Z., Sagi, A., Wax, Y., Karplus, I., Hulata, G., & Kuris, A. (1991). Growth, Size Rank, and Maturation of the Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: Analysis of Marked Prawns in an Experimental Population. *The Biological Bulletin*, 181(3), 379-386. <https://doi.org/10.2307/1542358>

- Reyes, W. E. R., & Lujan, H. L. (2003). *Estados y subestados del ciclo de muda del Camarón de Río (Cryphiops caementarius Molina, 1872) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae)*. http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/civa_2003_estadios_muda.pdf
- Sagi, A., Ra'anan, Z., Cohen, D., & Wax, Y. (1986). Production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations: Yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages. *Aquaculture*, 51(3-4), 265-275.
- Salmeron, J. (1985). Efectos de la densidad, interacción química, interacción visual, preferencia de color y efecto de color de sustrato en el crecimiento de postlarvas del langostino *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monte-rrey, Guaymas, México*.
- Singh, T. (1980). The isosmotic concept in relation to the aquaculture of the giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 20(3), 251-256. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(80\)90115-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(80)90115-5)
- Snyder, M. J., & Chang, E. S. (1986). effects of sinus gland extracts on larval molting and ecdysteroid titers of the american lobster, *homarus AMERICANUS*. *The Biological Bulletin*, 170(2), 244-254. <https://doi.org/10.2307/1541806>
- Teshima, S., Koshio, S., Ishikawa, M., Alam, Md. S., & Hernandez Hernandez, L. H. (2006). Protein Requirements of the Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* Evaluated by the Factorial Method. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(2), 145-153. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2006.00020.x>
- Torres, C. (2014). Evaluación de dos dietas alimenticias balanceadas para la producción de *Litopenaeus vannamei*, en la camaronera Piquerosa, provincia de Manabí. *Unniversidad Católica de Santiago de Guayaquil*.
- Turnbull, C. T. (1989). Pleopod cuticular morphology as an index of moult stage in the ornate rock lobster, *Panulirus ornatus* (Fabricius 1789). *Marine and Freshwater Research*, 40(3), 285-293.
- Valenti, W. C. (1996). *Criação de camarões em águas interiores*. Funep.
- Vega-Villasante, F., Martínez-López, E. A., Espinosa-Chaurand, L. D., Cortés-Lara, M. C., & Nolasco-Soria, H. (2011). Crecimiento y supervivencia del langostino (*Macrobrachium tenellum*) en cultivos experimentales de verano y otoño en la costa tropical del Pacífico mexicano. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 581-588.
- Vernberg, W. B., & Vernberg, F. J. (1972). *Environmental physiology of marine animals*. <https://www.osti.gov/biblio/4532652>
- Villalón, J. R. (1991). *Practical manual for semi-intensive commercial production of marine shrimp*. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/12402>
- Webster, S. G., & Dirksen, H. (1991). Putative Molt-Inhibiting Hormone in Larvae of the Shore Crab *Carcinus maenas* L.: An Immunocytochemical Approach. *The Biological Bulletin*, 180(1), 65-71. <https://doi.org/10.2307/1542429>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de alimentación del camarón de río *M. rosenbergii* en la etapa de crecimiento.

ETAP A	TIEMP O	CONSUMO DE ALIMENTO											
		MES	SEMAN A	TASA (%)	T1 MACHOS			T2 HEMBRAS			T3 MIXTO		
					T1 R1	T1 R2	T1 R3	T2 R1	T2 R2	T2 R3	T3 R1	T3 R2	T3 R3
CRECIMIENTO	1	1	15	0.69	0.74	1.19	0.66	0.65	0.81	0.60	0.74	0.78	
		2	10	0.96	0.99	1.06	0.96	0.99	0.86	0.97	0.98	0.96	
		3	8	1.33	1.44	1.58	1.20	1.06	1.18	1.26	1.30	1.34	
		4	8	3.34	3.58	3.95	3.02	3.28	3.22	3.25	3.46	3.50	
	2	5	7	4.14	4.42	5.10	3.59	3.56	3.85	3.98	4.28	4.19	
		6	7	5.43	5.68	6.17	5.19	5.08	5.22	5.36	5.47	5.38	
		7	6	5.69	5.80	6.38	5.18	5.03	5.13	5.39	5.54	5.47	
		8	6	6.34	6.23	6.88	5.60	5.49	5.42	5.89	5.81	5.75	
TOTAL				195.40	202.06	226.13	177.82	176.03	179.87	186.88	193.10	191.53	
				5	2	5	1	6	2	6	2	4	

Anexo 2. Tabla de análisis de varianza del peso inicial semana 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.02	2	0.01	0.89	0.4596
Error	0.08	6	0.01		
Total	0.11	8			

Anexo 3. Tabla de análisis de varianza de la talla inicial semana 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	0.83	2	0.41	2.88	0.1328
Error	0.86	6	0.14		
Total	1.69	8			

Anexo 4. Tabla de análisis de covarianza del peso final semana 8

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO	4.51	3	1.50	21.02	0.0029
TRATAMIENTO	2.36	2	1.18	16.49	0.0063
PESO INICIAL (GR)	0.39	1	0.39	5.39	0.0679
Error	0.36	5	0.07		
Total	4.87	8			

Anexo 5. Tabla de análisis de covarianza de la longitud final semana 8

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
MODELO	1.44	3	0.48	18.11	0.0041
TRATAMIENTO	0.37	2	0.18	6.90	0.0365
TALLA INICIAL (CM)	0.13	1	0.13	4.90	0.0777
Error	0.13	5	0.03		
Total	1.57	8			

Anexo 6. Incremento diario de peso

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	1.1E-03	2	5.7E-04	22.88	0.0016
Error	1.5E-04	6	2.5E-05		
Total	1.3E-03	8			

Anexo 7. Incremento diario de longitud

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	3.6E-05	2	1.8E-05	0.74	0.5143
Error	1.4E-04	6	2.4E-05		
Total	1.8E-04	8			

Anexo 8. Biomasa final

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	4.1E-04	2	2.10E-04	16.66	0.0036
Error	7.4E-05	6	1.2E-05		
Total	4.9E-04	8			

Anexo 9. Productividad

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	1.0E-04	2	5.1E-05	16.64	0.0036
Error	1.9E-05	6	3.1E-06		
Total	1.2E-04	8			

Anexo 10. Índice de conversión alimenticia

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	2.7E-03	2	1.3E-03	0.44	0.6643
Error	0.02	6	3.0E-03		
Total	0.02	8			

Anexo 11. Características de rendimiento al final de la temporada de crecimiento.

TABLE 1

Yield characteristics at the end of the growing season^a

	All-male population	All-female population	Mixed population
Characterization of marketable yield (≥ 30 g)			
Total wt. (g/2 m ²)	945.03 \pm 43.87 ^A	496.22 \pm 41.88 ^B	521.47 \pm 44.56 ^B
Av. wt. (g)	33.74 \pm 0.25 ^A	31.35 \pm 0.13 ^B	32.52 \pm 0.34 ^C
No. of prawns	28.00 \pm 1.28 ^A	15.8 \pm 1.3 ^B	16.00 \pm 1.35 ^B
% of prawns	(70.00 \pm 3.2)	(39.5 \pm 3.25)	(40.00 \pm 3.38)
Characterization of submarket yield (< 30 g)			
Total wt. (g/2 m ²)	57.00 \pm 15.6 ^A	491.72 \pm 36.61 ^B	423.44 \pm 42.25 ^B
Av. wt. (g)	22.45 \pm 1.31 ^{AB}	26.34 \pm 0.28 ^A	23.23 \pm 0.59 ^B
No. of prawns	2.6 \pm 0.69 ^A	18.8 \pm 1.37 ^B	18.4 \pm 1.38 ^B
% of prawns	(6.5 \pm 1.7)	(47.00 \pm 3.42)	(46.00 \pm 3.45)
Total survival rate			
No. of prawns	30.6 \pm 1.19 ^A	34.6 \pm 0.96 ^B	34.4 \pm 0.98 ^B
% of prawns	(76.5 \pm 2.98)	(86.5 \pm 2.4)	(86.00 \pm 2.45)

^aIndex letters indicate statistical significance of difference between treatments within each line. Values bearing the same index letter do not show a significant difference (t-test).

Anexo 12. Acondicionamiento de estanque con cepa fermentadora semanalmente



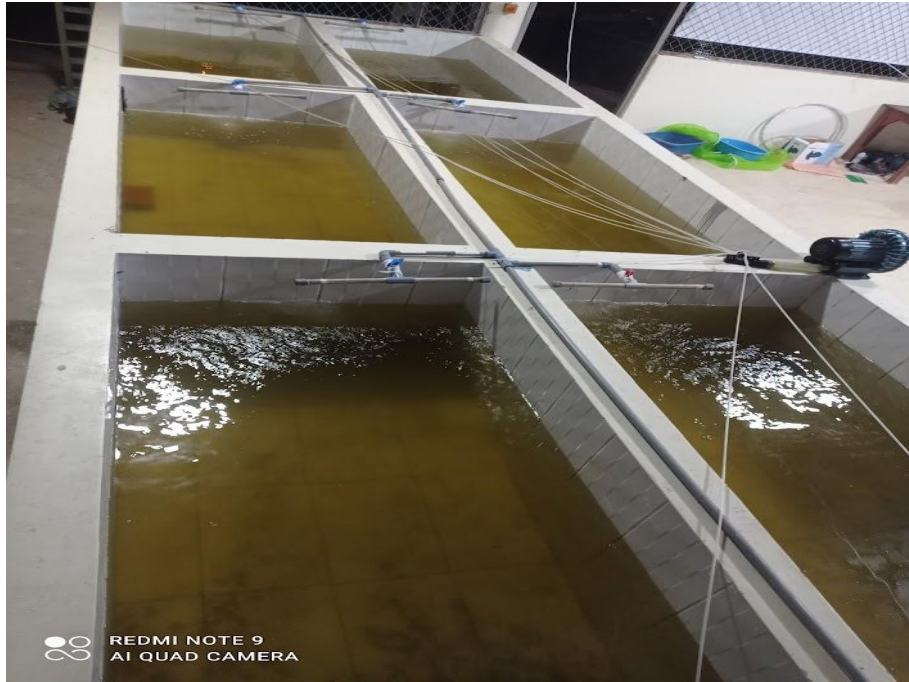
Anexo 13. Biometría del material biológico recepcionado para el trabajo de investigación



Anexo 14. Acondicionamiento de las unidades experimentales en el laboratorio



Anexo 15. Desarrollo del trabajo de investigación y medición de parámetros de calidad de agua



Anexo 16. Biometría del camarón de río *M. rosenbergii* durante la etapa de crecimiento



IX. GLOSARIO

Palabras clave

PI: Peso inicial

PF: Peso final

LI: Longitud inicial

LF: longitud final

GDP: Ganancia diaria de peso

IDL: Incremento diario de longitud

BIOMASA: Peso final en kg al término del cultivo

PRODUCTIVIDAD: peso final en kg/m² al término del cultivo

ICAA: Índice de conversión alimenticia aparente

SUP: Supervivencia