



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DEPARTAMENTO ACADEMICO DE PESQUERÍA Y ZOOLOGÍA

**Policultivo de *Macrobrachium rosenbergii* “camarón gigante de
Malasia” y *Oreochromis niloticus* “tilapia gris” en diferentes
densidades de siembra en estanques seminaturales**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN
BIOLOGÍA - PESQUERÍA**

PRESENTADA POR:

**Bach. PLAZA IBAÑEZ CIRO MIGUEL
Bach. QUEREVALÚ AGURTO HELEN PATRICIA**

**LAMBAYEQUE – PERÚ
2016**

TESIS

Policultivo de *Macrobrachium rosenbergii* “camarón gigante de Malasia” Y *Oreochromis niloticus* “tilapia gris” en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales

Presentada por:

Bach. PLAZA IBAÑEZ CIRO MIGUEL

Bach. QUEREVALÚ AGURTO HELEN PATRICIA

Dr. Segundo Juan López Cubas
Presidente

Dra. Elsa Violeta Angulo de Alva
Secretaria

Dr. Wilmer Carbajal Villalta
Vocal

MSc. María Victoria Lora Vargas
Patrocinadora

LAMBAYEQUE – PERÚ
2016

DEDICATORIA

A nuestros Padres:

Rosa y José; Rosa y Elmer, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que nos han infundado desde siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor incondicional.

A nuestros maestros:

MSc. María Victoria Lora Vargas por su gran apoyo y motivación brindada para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; al **Dr. Segundo Juan López Cubas** por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

A nuestros amigos:

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo buenos amigos: Juan Antón, Yeraldin Del Carpio, Edwin Lainas y Alex Díaz.

AGRADECIMIENTO

A **MSc. María Victoria Lora Vargas** y al **Dr. Segundo Juan López Cubas**, por sus enseñanzas, por su apoyo absoluto y desinteresado, por fomentar en nosotros el espíritu de la investigación y sobre todo por su incondicional amistad.

A toda el **Área de Pesquería y sus docentes**, por ser ellos quienes nos inspiran e impulsan a ser unos profesionales de éxito y por ser sus aulas forjadoras de investigación.

A la **Ing. Jacoba Altamirano Olano**, por permitirnos formar parte de su familia, por su preocupación y por toda la ayuda brindada.

A la **familia Campos Guevara** en especial al **Sr. Manuel**, **Sra. Maribel** y la **Sra. Sabina**, por ser ellos quienes nos acogieron en su hogar con mucho cariño.

*“La educación es el arma más
potente para cambiar el mundo”.*

Nelson Mandela

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Ámbito de la Investigación	4
2.2 Infraestructura Piscícola	4
2.3 Diseño Experimental	4
2.4 Proceso de Cultivo	5
2.4.1 Siembra	5
2.4.2 Alimentación	10
2.4.3 Control Biométrico	10
2.5 Parámetros físico-químicos	11
2.6 Evaluación Económica	15
2.7 Análisis Estadístico	15
III. RESULTADOS	17
3.1 Crecimiento de <i>M. rosenbergii</i>	17
3.2 Crecimiento de <i>O. niloticus</i>	25
3.3 Rendimiento de Producción	34
3.4 Factor de Conversión y Eficiencia Alimenticia	40
3.5 Mortalidad	40

3.6	Relación Peso – Longitud y Factor de Condición	40
3.7	Evaluación Económica del Experimento	44
3.7.1	Mérito Económico	44
3.7.2	Retorno por Sol Invertido	44
3.8	Parámetros Físico – Químicos del agua.	44
3.8.1	Temperatura del Agua y Ambiental	44
3.8.2	Transparencia	47
3.8.3	pH	47
3.8.4	Oxígeno Disuelto	47
3.8.5	Anhídrido Carbónico Libre	47
3.8.6	Dureza Total	47
3.8.7	Alcalinidad Total	49
3.8.8	Amonio Total	49
3.8.9	Nitritos	52
3.8.10	Nitratos	52
IV.	DISCUSIÓN	54
V.	CONCLUSIONES	61
VI.	RECOMENDACIONES	62
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Diseño Experimental, denominación de estanques, longitudes y pesos medios de siembra y población total de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> , en policultivo en tres densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	4
Tabla 2.	Longitudes y pesos medios mensuales, en cada tratamiento, de <i>M. rosenbergii</i> , en policultivo en diferentes densidades de siembra con <i>O. niloticus</i> . Jaén, marzo – julio 2015	13
Tabla 3.	Análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de <i>M. rosenbergii</i> , en policultivo en diferentes densidades de siembra con <i>O. niloticus</i> . Jaén, marzo – julio 2015.	16
Tabla 4.	Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre las longitudes medias de <i>M. rosenbergii</i> en policultivo con <i>O. niloticus</i> cultivados en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	17
Tabla 5.	Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre los pesos medios de <i>M. rosenbergii</i> en policultivo con <i>O. niloticus</i> cultivados en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	18
Tabla 6.	Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre las longitudes medias de <i>M. rosenbergii</i> en policultivo con <i>O. niloticus</i> cultivados en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	20
Tabla 7.	Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre los pesos medios de <i>M. rosenbergii</i> en policultivo con <i>O. niloticus</i> cultivados en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	21

Tabla 8.	Longitudes y pesos medios mensuales, en cada tratamiento, de <i>O. niloticus</i> , en policultivo en diferentes densidades de siembra con <i>M. rosenbergii</i> . Jaén, marzo – julio 2015.	23
Tabla 9.	Análisis de Varianza para determinar el efecto de los tratamientos, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de <i>O. niloticus</i> , en policultivo en diferentes densidades de siembra con <i>M. rosenbergii</i> . Jaén, marzo – julio 2015.	26
Tabla 10.	Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre las longitudes medias de <i>O. niloticus</i> en policultivo con <i>M. rosenbergii</i> cultivados en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	27
Tabla 11.	Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre los pesos medios de <i>O. niloticus</i> en policultivo con <i>M. rosenbergii</i> cultivados en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	28
Tabla 12.	Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre las longitudes medias de <i>O. niloticus</i> en policultivo con <i>M. rosenbergii</i> cultivados en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	30
Tabla 13.	Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre los pesos medios de <i>O. niloticus</i> en policultivo con <i>M. rosenbergii</i> cultivados en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.	31
Tabla 14.	Producción total, bruta y neta por especie y conjunta por tratamiento, en policultivo en diferentes densidades de siembra de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> , en estanques seminaturales, marzo – julio 2015.	34
Tabla 15.	Cantidad de alimento mensual, factor de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia por estanque, en el policultivo en diferentes densidades de siembra de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> , en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015.	36

Tabla 16. Mortalidad y supervivencia absoluta y relativa de <i>M. rosenbergii</i> en policultivo con <i>O. niloticus</i> en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015.	36
Tabla 17. Parámetros de la Relación peso-longitud, Factor de Condición Alométrico Comparativo y Prueba de “t” para el exponente b, de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> , en policultivo en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015.	37
Tabla 18. Análisis de covarianza para la relación Peso – Longitud de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> , en policultivo en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015.	38
Tabla 19. Mérito económico de la producción del policultivo en diferentes densidades de siembra de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> , en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015.	40
Tabla 20. Retorno por sol invertido en la Producción del policultivo en diferentes densidades de siembra de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> , en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015.	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de la Piscigranja “Rico Pez” situada en el caserío La Pushura, Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.	5
Figura 2.	Estanques seminaturales, su irrigación y muestra de organismos de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> , ubicados en la Piscigranja “Rico Pez” situada en el caserío La Pushura, Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.	6
Figura 3.	Estanque delimitado para el primer mes de pre-cría incorporada, siembra de los ejemplares <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> .	8
Figura 4.	Captura de la muestra de <i>M. rosenbergii</i> y <i>O. niloticus</i> utilizando un chinchorro para su respectivo control biométrico.	11
Figura 5.	Control biométrico del crecimiento de <i>M. rosenbergii</i> (A) y <i>O. niloticus</i> (B); registrado en milímetros con un ictiómetro y en gramos con una balanza digital.	13
Figura 6.	Registro de la temperatura del agua y del pH con un potenciómetro digital, determinación del oxígeno disuelto con un kit Hanna y muestras del agua de cada estanque para la determinación de otros parámetros.	14
Figura 7.	Variación de longitudes (A) y pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento de <i>M. rosenbergii</i> cultivado en diferentes densidades de siembra en policultivo con <i>O. niloticus</i> en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015.	19
Figura 8.	Diagrama de cajas de Longitudes (A) y Pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento de <i>M. rosenbergii</i> cultivado en diferentes densidades de siembra en policultivo con <i>O. niloticus</i> en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015.	20

- Figura 9.** Incrementos de las Longitudes (A) y Pesos (B) medios de siembra y mensuales, en cada tratamiento de *M. rosenbergii* cultivado en diferentes densidades de siembra en policultivo con *O. niloticus* en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 27
- Figura 10.** Variaciones mensuales del crecimiento en longitud (A) y peso (B) medio de *O. niloticus* cultivado en diferentes densidades de siembra en policultivo con *M. rosenbergii* en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 29
- Figura 11.** Diagrama de cajas de Longitudes (A) y Pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento de *O. niloticus* cultivado en diferentes densidades de siembra en policultivo con *M. rosenbergii* en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 30
- Figura 12.** Incrementos de las Longitudes (A) y Pesos (B) medios de siembra y mensuales, en cada tratamiento de *O. niloticus* cultivado en diferentes densidades de siembra en policultivo con *M. rosenbergii* en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 37
- Figura 13.** Producción Total (kg), Bruta (kg/ha) y Neta (kg/ha) de cada tratamiento del policultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivado en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 40
- Figura 14.** Variación mensual de la temperatura ambiental y superficial del agua (°C) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 46
- Figura 15.** Variaciones mensuales de la transparencia del agua (cm) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 46

- Figura 16.** Variación mensual del pH de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 48
- Figura 17.** Variación mensual del oxígeno disuelto (OD) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 48
- Figura 18.** Variación mensual de la dureza total (mg/L) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 50
- Figura 19.** Variación mensual de la alcalinidad total (mg/L) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 50
- Figura 20.** Variación mensual del amonio total de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 51
- Figura 21.** Variación mensual de los nitritos de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 51
- Figura 22.** Variación mensual de los nitratos de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* cultivados en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales. Jaén, marzo – julio 2015. 53

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii* “camarón gigante de Malasia” y *Oreochromis niloticus* “tilapia gris”, en la modalidad de policultivo; para lo cual se desarrolló el Diseño Experimental de Estímulo Creciente con tres tratamientos sin repetición: 5,1 org/m² (Estanque A), 8,1 org/m² (Estanque B) y 11,1 org/m² (Estanque C). La densidad de siembra del “camarón gigante de Malasia” se hizo variar: 5, 8 y 11 camarones/m², respectivamente; mientras que la densidad de “tilapia gris” (0,1 pez/m²) se mantuvo constante en todos los tratamientos, disponiéndose de tres estanques seminaturales de: 1620, 676, 424 m². El control biométrico del crecimiento se hizo mensualmente tomando muestras homogéneas de 150 camarones y 20 tilapias de cada tratamiento; aplicándose el análisis de varianza y prueba de Tukey para determinar diferencias significativas en el crecimiento. Las propiedades físico – químicas del agua se controlaron semanalmente.

El crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii* y *Oreochromis niloticus* fue afectado por la densidad de siembra en relación directa, creciendo más en la densidad mayor de 11,1 org/m²: 158,313 mm y 49,947 g para *M. rosenbergii* y 276,75 mm y 402,2 g para *O. niloticus*. Las conversiones alimenticias fueron de: 1,10 (5,1 org/m²), 1,15 (8,1 org/m²) y 1,19 (11,1 org/m²). La mayor producción bruta y neta se obtuvo en la densidad de 11,1 org/m²: 3814,86 kg/ha y 3799,43 kg/ha. El menor mérito económico (S/. 4,57) y el mayor retorno por sol invertido (S/. 6,44) se alcanzó en la densidad de 5,1 org/m². Las propiedades físico-químicas del agua fueron similares en todos los estanques de cultivo y estuvieron dentro del rango óptimo para el buen crecimiento de estas especies.

Palabras Clave: Policultivo, *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, densidad de siembra.

ABSTRACT

This research aimed to determine the effect of planting density on growth of *Macrobrachium rosenbergii* "Malaysian giant shrimp" and *Oreochromis niloticus* "gray tilapia" in the form of polyculture; for which the Experimental Design Stimulus Growing developed with three treatments without repetition: 5,1 org/m² (Pond A), 8,1 org/m² (Pond B) and 11,1 org/m² (Pond C). Planting density "giant shrimp Malaysia" was varied: 5, 8 and 11 shrimp/m², respectively; while the density of "gray tilapia" (0,1 fish/m²) remained constant in all treatments, it provided three semi-natural ponds: 1620, 676, 424 m². The biometric control of growth was made monthly taking homogeneous samples of 150 shrimp and tilapia each treatment 20; applying the analysis of variance and Tukey test to determine significant differences in growth. The physical - chemical water were monitored weekly.

The growth of *Macrobrachium rosenbergii* and *Oreochromis niloticus* was affected by planting density in direct relation, growing at the highest density of 11,1 org/m²: 158,313 mm and 49,947 g for *M. rosenbergii* and 276,75 mm and 402,2 g for *O. niloticus*. Feed conversions were: 1,10 (5,1 org/m²), 1,15 (8,1 org/m²) and 1,19 (11,1 org/m²). Most gross and net production was obtained in the density of 11,1 org/m²: 3814,86 kg/ha and 3799,43 kg/ha. Lower economic merit (S/. 4,57) and the highest return on invested sun (S/. 6,44) was reached in the density of 5,1 org/m². The physico-chemical properties of water were similar in all ponds and were within the optimal range for good growth of these species.

Keywords: Policultivo, *M. rosenbergii* and *O. niloticus*, planting density.

I. INTRODUCCIÓN

Una de las soluciones planteadas para el problema de la deficiencia de alimentos mundial, es la acuicultura. Actividad que posiblemente es el sector de producción de alimentos de crecimiento más acelerado, hoy representa casi el 50% de los productos pesqueros mundiales destinados a la alimentación (FAO, 2015). El crecimiento de la acuicultura en todo el mundo (con diferencias entre las regiones y economías), siempre implica la expansión de las áreas cultivadas, granjas de cultivo de mayor tamaño, mayor densidad de individuos en los cultivos y la utilización de recursos alimenticios a menudo producidos fuera del área inmediata. A nivel mundial, la acuicultura ha aumentado su impacto social y económico a través de la producción de alimentos, la contribución a los medios de subsistencia y la generación de ingresos (FAO, 2011).

En el Perú, la acuicultura es una actividad en crecimiento, sobresaliendo la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), langostino blanco (*Litopenaeus vannamei*) y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), las dos primeras en el litoral norte y la trucha en regiones andinas; sin embargo, en la región amazónica donde hay grandes cantidades de agua, temperaturas cálidas y condiciones de suelo adecuados, se cultivan especies nativas y exóticas que se muestran como un gran potencial al desarrollo de la acuicultura peruana. Encontrándose dentro de las especies introducidas al camarón gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*) y a la tilapia (*Oreochromis niloticus*), principalmente (Gastelú, 2012), con los cuales se realizan monocultivos, siendo que con ambas

especies se pueden realizar policultivos para incrementar la producción total del estanque de cultivo.

Los policultivos en acuicultura son una estrategia de manejo que mejora considerablemente los rendimientos de producción por unidad de área, debido a que se aprovechan de mejor manera los recursos disponibles para el cultivo, principalmente el alimento natural (Bardach, Ryther, & Wclarney, 1972) y (Landau, 1992). Los policultivos consisten principalmente en la adición de una o más especies en la que una es considerada como “especie principal” del cultivo. Generalmente se usan organismos con hábitos alimenticios y de ocupación de espacio diferente. Esto genera un aprovechamiento eficiente del espacio físico del estanque y el uso de diversos nichos tróficos, razones por las que estos tipos de cultivo han sido técnicamente exitosos (Zimmermann & New, 2000). Por esta razón, Alceste (2002), considera que el policultivo de diferentes especies se está convirtiendo en una interesante alternativa, de ahí que en Brasil, Ecuador y Honduras se está cultivando langostinos con tilapias como una forma de controlar diversas enfermedades como el virus de la mancha blanca (WSSV).

En esta línea, el camarón y la tilapia pueden ser cultivados juntos ya que ocupan distintos nichos ecológicos y diferentes espacios (Muñoz & Garduño, 1993). Al respecto, New (2002), considera que los policultivos camarón-tilapia presentan efectos sinérgicos, por ejemplo: nivel de oxígeno disuelto más estable, reducción de depredadores, coprofagia (consumo de heces de los peces por los camarones), mayor productividad total del estanque e incremento en el valor de la cosecha, debido la inclusión de una especie de alto valor comercial; como los camarones.

Por estas consideraciones es que se ha ejecutado el presente trabajo de investigación titulado: Policultivo de *M. rosenbergii* “camarón gigante de Malasia” y *Oreochromis niloticus* “tilapia gris” en diferentes densidades de siembra en estanques seminaturales; cuyos objetivos fueron: Determinar y comparar las longitudes y pesos de *M. rosenbergii* “camarón gigante de Malasia” y *O. niloticus* “tilapia gris” en diferentes densidades de siembra en la modalidad de policultivo y seleccionar la densidad que brinde el mejor crecimiento y rendimiento; habiéndose formulado el problema: ¿Cómo afecta la densidad de siembra, al crecimiento de *M. rosenbergii* “camarón gigante de Malasia” y *O. niloticus* “tilapia gris” en la modalidad de policultivo en estanques seminaturales?; al cual se le planteó como hipótesis: Si el crecimiento de los crustáceos y peces es afectado por la densidad de siembra en relación directa, entonces *M. rosenbergii* “camarón gigante de Malasia” y *O. niloticus* “tilapia gris” crecerán más en la densidad más alta; desarrollándose el Diseño Experimental de Estímulo Creciente.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ámbito de la Investigación

El policultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* se ejecutó entre los meses de marzo a julio del 2015, en la granja piscícola “Rico Pez”, de propiedad de la Ing. Jacoba Altamirano Olano, ubicada en el caserío la Pushura, Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca; en las coordenadas geográficas 5° 41' 57,11" S y 78° 43' 54,34" W a una distancia de 9,8 km de la ciudad de Jaén y a una altitud de 568 m.s.n.m. (Fig. 1).

2.2 Infraestructura Piscícola

Consistió de 3 estanques seminaturales de: 1 620 m² (Estanque A), 676 m² (Estanque B) y 424 m² (Estanque C) y 1,10 m de profundidad, con sus respectivos tubos de PVC de 4 pulgadas y 6 pulgadas para el ingreso y salida de agua. Los cuales fueron abastecidos con agua procedente de la quebrada Jaén, proveniente del Río Chinchipe (Fig. 2).

2.3 Diseño Experimental

La contrastación de la hipótesis se realizó mediante el Diseño Experimental de Estímulo Creciente, con tres tratamientos sin repetición: 5,1 org/m² (Estanque A), 8,1 org/m² (Estanque B) y 11,1 org/m² (Estanque C). Las densidades de siembra de *M. rosenbergii* variaron de un estanque a otro: 5 camarones/m² (Estanque A), 8 camarones/m² (Estanque B) y 11 camarones/m² (Estanque C); las densidades de tilapia fueron iguales en todos los tratamientos, siendo de

0,1 tilapias/m² (Tabla 1). En el Estanque A se sembraron 8 262 organismos: 8 100 camarones y 162 tilapias; en el Estanque B, 5 476 organismos: 5 408 camarones y 68 tilapias y en el Estanque C, 4 707 organismos: 4 664 camarones y 43 tilapias.

2.4 Proceso de Cultivo

2.4.1 Siembra

Las post-larvas de *M. rosenbergii* fueron obtenidas de la estación piscícola “San Jorge”, ubicada en la provincia de Tarapoto – Departamento de San Martín, siendo trasladados en bolsas plásticas con oxígeno dentro de baldes plásticos, hasta los estanques de cultivo, donde fueron sembrados previa aclimatación.

En cuanto a los ejemplares de *O. niloticus*, se obtuvieron de la misma Estación Piscícola “Rico Pez”, Jaén – Cajamarca.

La siembra de los organismos se realizó por etapas, primero se ubicaron las postlarvas de *M. rosenbergii*, en la zona de pre-cría incorporada de cada estanque, que consistió en un cerco de malla mosquitera de: 68 m² (Estanque A), 45 m² (Estanque B) y 39 m² (Estanque C) (Fig. 3); siendo la densidad de 120 postlarvas/m². Transcurrido un mes de pre-cría, se retiró la malla mosquitera y se realizó la siembra de juveniles de tilapia.



Figura 1. Ubicación de la Piscigranja "Rico Pez" situada en el caserío La Pushura, Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.



Figura 2. Estanques seminaturales, su irrigación y muestra de organismos de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, ubicados en la Piscigranja "Rico Pez" situada en el caserío La Pushura, Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.

Tabla 1. Diseño Experimental, denominación de estanques, longitudes y pesos medios de siembra y población total de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, en policultivo en tres densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Estanques	<i>M. rosenbergii</i>			<i>O. niloticus</i>			Densidad Total (organismos/m ²)	Población Total
	Densidad	Lt	Pt	Densidad	Lt	Pt		
	(camarones/m ²)	(mm)	(g)	(peces/m ²)	(mm)	(g)		
A	05	6,093	0,034	0,10	90,200	11,000	5,10	8 262
B	08	6,167	0,036	0,10	91,000	11,350	8,10	5 476
C	11	6,260	0,037	0,10	90,800	11,200	11,10	4 707

Lt: Longitud total en milímetros (mm)

Pt: Peso total en gramos (g).

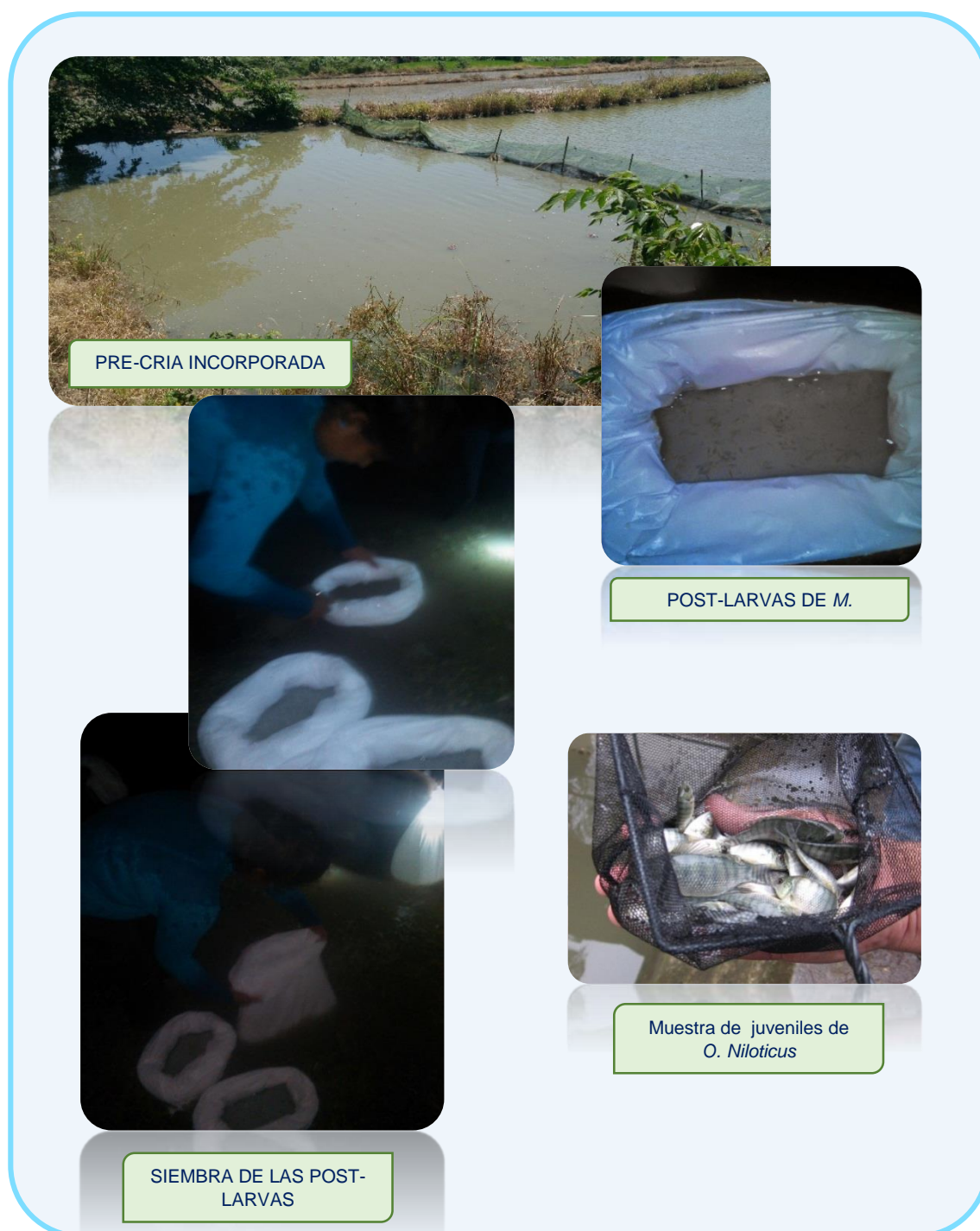


Figura 3. Estanque delimitado para el primer mes de pre-cría incorporada, siembra de los ejemplares *M. rosenbergii* y *O. niloticus*.

2.4.2 Alimentación

El alimento fue suministrado solo a *M. rosenbergii*, dos veces al día: 09:00 y 18:00 horas, 40% en la mañana y 60% en la tarde, de su ración diaria. Los camarones fueron alimentados con balanceado para langostino de la marca Naltech: "Aquatech", durante todo el periodo de cultivo; los tres primeros meses de 35% de proteína y los dos meses restantes de 28% de proteína, a razón de 13% de la biomasa en el primer mes, 9% en el segundo, 5% en el tercero, 4% el cuarto y 2% para el último mes.

La eficiencia alimenticia (EA) se determinó a través de:

$$EA = \frac{\text{Producción total de organismos}}{\text{Cantidad de alimento suministrado}}$$

2.4.3 Control Biométrico

Los registros biométricos del crecimiento se hicieron mensualmente, tomando una muestra de 150 camarones y 20 tilapias al azar de cada estanque, con ayuda de una malla mosquitera de 10 m de largo y 1 m de alto, en los dos primeros meses y luego para los meses restantes se utilizó un chinchorro de paño anchovetero de 10 m de largo por 1,5 m de alto (Fig. 4), colocándose en baldes de polietileno con agua para su respectivo muestreo. En el caso del camarón, solo para el primer mes se usó el método volumétrico (con probeta graduada), luego, para ambas especies, se registró el peso con una balanza digital marca Henkel de 0,1 g de sensibilidad; la longitud total para camarón se registró desde el

borde anterior del rostrum hasta el extremo posterior del telson, y para tilapia desde la punta del boca hasta el extremo final de la aleta caudal; ambas se midieron con un ictiómetro graduado en milímetros (Fig. 5, A y B).

2.5 Parámetros físico-químicos

Diariamente se registró la temperatura ambiental y superficial a las 08:00 y 18:00 horas, con un termómetro digital de 0° a 100°C; semanalmente, se determinó la transparencia del agua con ayuda del disco Secchi a las 12:00 horas y a primeras horas del día el pH con un potenciómetro marca Hanna con resolución de 0,01, el oxígeno disuelto con un kit marca Hanna HI 3810 (Fig. 6), el anhídrido carbónico libre, nitritos, nitratos, amonio, alcalinidad total y dureza total con la ayuda de los kits La Motte AQ-2.

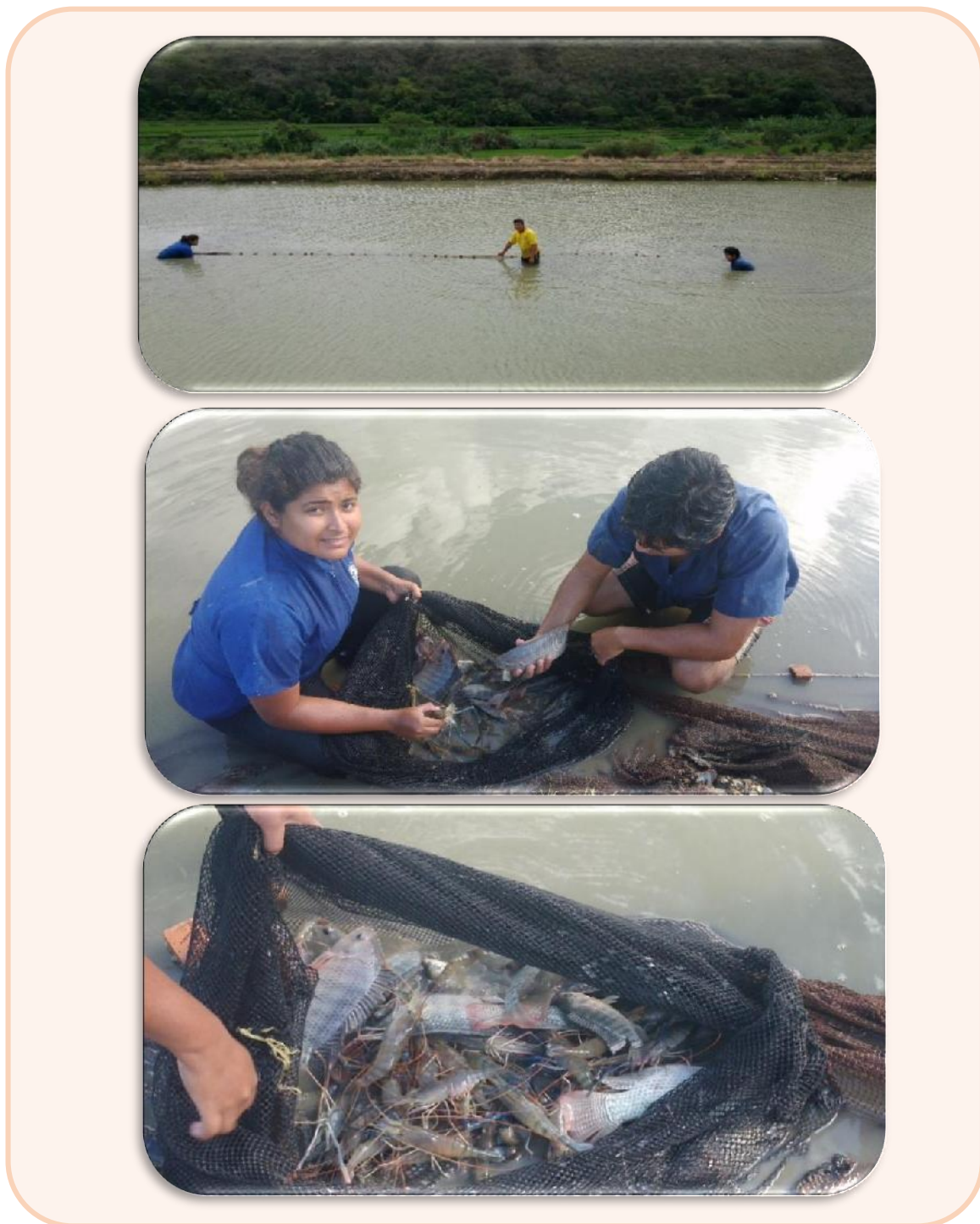


Figura 4. Captura de la muestra de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* utilizando un chinchorro para su respectivo control biométrico.



Figura 5. Control biométrico del crecimiento de *M. rosenbergii* (A) y *O. niloticus* (B); registrado en milímetros con un ictiómetro y en gramos con una balanza digital.



Figura 6. Registro de la temperatura del agua y del pH con un potenciómetro digital, determinación del oxígeno disuelto con un kit Hanna y muestras del agua de cada estanque para la determinación de otros parámetros.

2.6 Evaluación Económica

La evaluación económica del experimento se realizó a través de los siguientes parámetros:

- Mérito Económico (ME):

$$ME = \text{Costo de alimento} / \text{Ganancia en peso de los organismos}$$

- Retorno por Sol Invertido (RSI):

$$RSI = \text{Ingreso neto} / \text{Costo de alimento}$$

2.7 Análisis Estadístico

Al finalizar el proceso de cultivo, para determinar el efecto de la densidad así como del tiempo y la interacción de ambos factores sobre el crecimiento de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, los datos de longitud y peso fueron sometidos a análisis de varianza, para un modelo factorial de dos factores fijos (Sokal & Rohlf, 1995):

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (AB)_{ji} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Una medición cualquiera.

U : Longitud o peso medio verdadero.

A_i : Efecto del factor densidad de siembra sobre el crecimiento.

B_j : Efecto del factor tiempo sobre el crecimiento.

$(AB)_{ij}$: Efecto de la interacción de los dos factores sobre el crecimiento.

E_{ijk} : Error experimental.

Planteándose las siguientes hipótesis:

H_0 : El factor densidad, tiempo y su interacción no afectan el crecimiento de los organismos.

H_a : El factor densidad, tiempo y su interacción si afectan el crecimiento de los organismos.

Tomándose las decisiones de acuerdo a lo siguiente:

Aceptar H_0 si P calculado es menor o igual que 0,05

Aceptar H_a si P calculado es mayor igual que 0,05.

La prueba de Tukey (Steel & Torrie, 1988), se aplicó complementariamente a fin de determinar cuál de los tratamientos presentó mejor crecimiento.

Las ecuaciones Peso – Longitud fueron calculadas para las dos especies en cada tratamiento, siendo sus parámetros comparados mediante el análisis de covarianza (Zar, 1996). Por otro lado, se aplicó la prueba de “t” para el exponente “b” (Snedecor & Cochran, 1967), con el objetivo de establecer si difiere de 3 y de esta manera el tipo de crecimiento.

Al finalizar el cultivo, el procesamiento estadístico de los datos se hizo con una Laptop Toshiba Core i3 utilizando Excel 2013, para Windows 8,1, MINITAB 17 y el SPSS 23, con un nivel de significancia del 0,05.

III. RESULTADOS

3.1 Crecimiento de *M. rosenbergii*

A lo largo de la evaluación del cultivo, los camarones mostraron una tendencia de crecimiento ascendente, donde las mejores longitudes y pesos medios se alcanzaron en la densidad mayor, siendo esta en el Estanque C (11 camarones/m²), cuyos promedios finales fueron de 158,313 mm y 49,947 g (Tabla 2). Dicho crecimiento, a favor del tratamiento antes mencionado, se presentó a partir del cuarto mes (Fig. 7, A y B).

La representación gráfica del diagrama de cajas (Fig. 8, A y B), permitió evidenciar que la dispersión de los datos de longitud y peso, fue menor en la densidad de 11 camarones/m².

El crecimiento en longitud de *M. rosenbergii* fue afectado por la densidad de siembra, el tiempo y la interacción de ambos factores; en cambio, en peso, solo fue afectado por los dos primeros factores más no por su interacción (Tabla 3).

La comparación estadística del crecimiento entre tratamientos, permitió observar que el crecimiento difiere a favor de la densidad mayor, solo en los primeros meses del cultivo, en longitud (Tabla 4); en cambio, en peso, se manifestó diferencia significativa el último mes de cultivo con respecto a la densidad de 5 camarones/m² y no difiere de la densidad de 8 camarones/m² (Tabla 5).

Tabla 2. Longitudes y pesos medios mensuales, en cada tratamiento, de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	n	Estanque A		n	Estanque B		n	Estanque C	
		(5 camarones/m²)			(8 camarones/m²)			(11 camarones/m²)	
		Lt	Pt		Lt	Pt		Lt	Pt
		(mm)	(g)		(mm)	(g)		(mm)	(g)
Inicio	8100	6,093	0,034	5408	6,167	0,036	4664	6,260	0,037
M1	150	28,827	0,473	150	31,333	0,579	150	36,446	0,782
M2	150	80,553	4,827	150	85,720	5,160	150	92,120	6,753
M3	150	124,707	16,667	150	134,653	18,711	150	131,480	18,813
M4	150	151,767	32,939	150	152,587	33,121	150	152,733	33,785
M5	150	156,133	47,527	150	157,347	48,520	150	158,313	49,947

Lt: Longitud total media

Pt: Peso total medio

n: número de muestra

(mm): milímetros

(g): gramos.

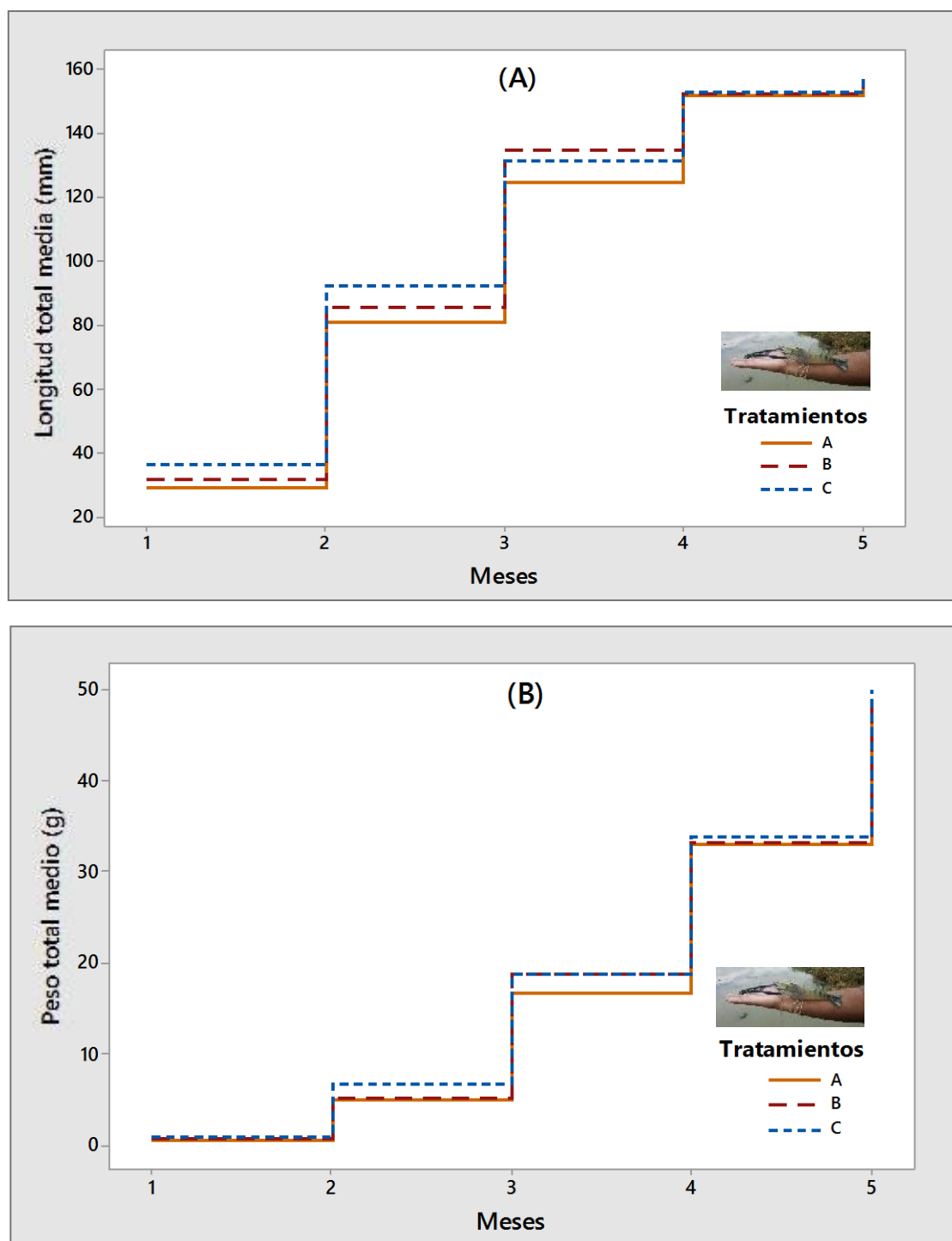


Figura 7. Variación de longitudes (A) y pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

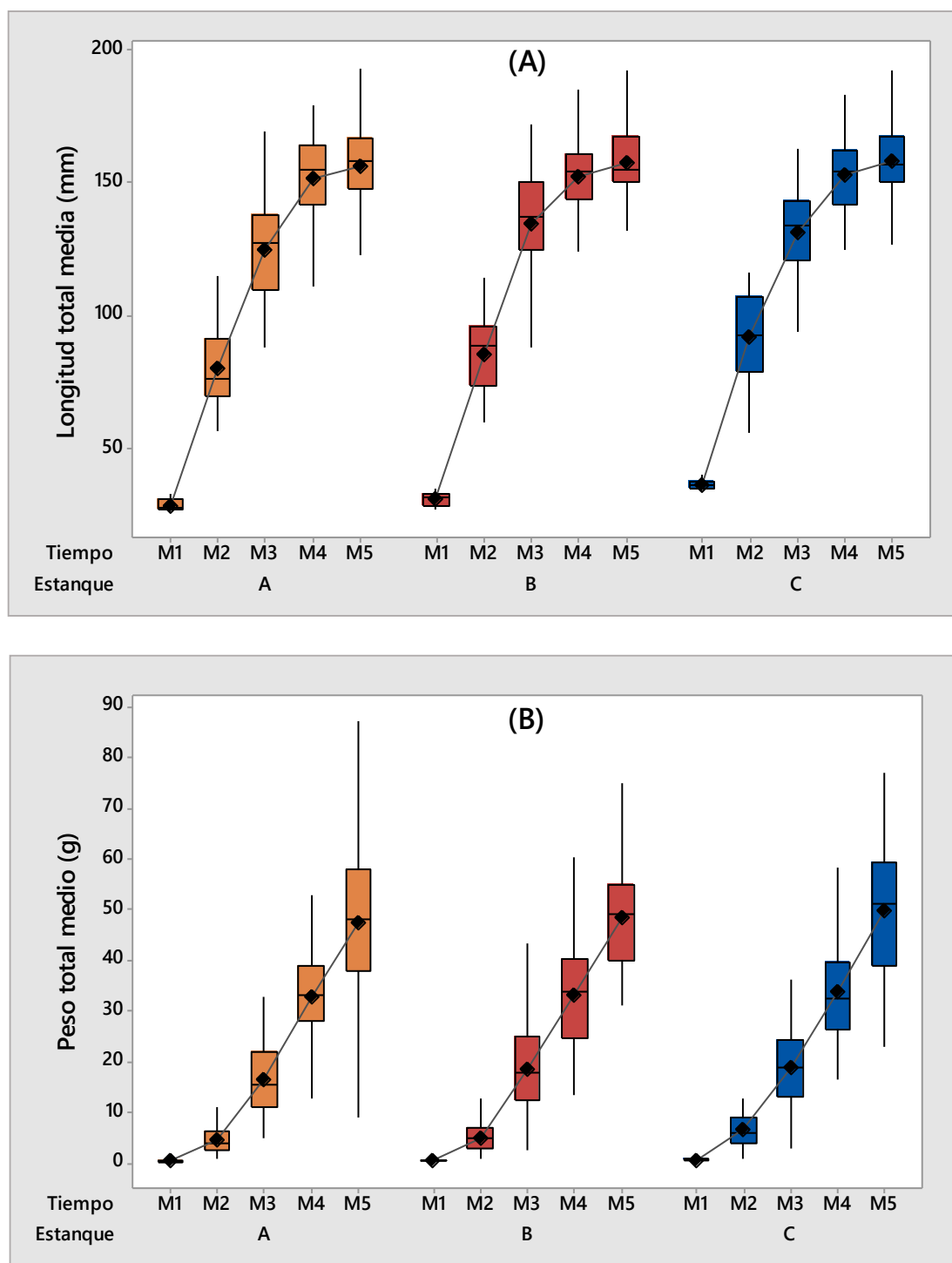


Figura 8. Diagrama de cajas de Longitudes (A) y Pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tabla 3. Análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

FUENTE DE VARIACIÓN	LONGITUD		PESO	
	F	P	F	P
TRATAMIENTOS	36,07	0,00*	6,60	0,00*
TIEMPO	6614,77	0,00*	2670,78	0,00*
INTERACCION	6,51	0,00*	0,74	0,66

F: valor de prueba de *F*

*: $P=0,05$ (Valor significativo)

Tabla 4. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre las longitudes medias de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	Estanque A	Estanque B	Residuo	DMS
M1	28,827	31,333	2,506	3,063
M2	80,553	85,720	5,167*	3,063
M3	124,707	134,653	9,946*	3,660
M4	151,767	152,587	0,820	3,063
M5	156,133	157,347	1,214	3,063
	Estanque A	Estanque C		
M1	28,827	36,446	7,619*	3,660
M2	80,553	92,120	11,567*	3,660
M3	124,707	131,480	6,773*	3,063
M4	151,767	152,733	0,966	3,660
M5	156,133	158,313	2,180	3,660
	Estanque B	Estanque C		
M1	31,333	36,446	5,113*	3,063
M2	85,720	92,120	6,400*	3,063
M3	134,653	131,480	3,173*	3,063
M4	152,587	152,733	0,146	3,063
M5	157,347	158,313	0,966	3,063

DMS: Diferencia Mínima Significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

Tabla 5. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre los pesos medios de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	Estanque A	Estanque B	Residuo	DMS
M1	0,473	0,579	0,106	1,844
M2	4,827	5,160	0,333	1,844
M3	16,667	18,711	2,044*	1,844
M4	32,939	33,121	0,182	1,844
M5	47,527	48,520	0,993	1,844
	Estanque A	Estanque C		
M1	0,473	0,782	0,309	2,203
M2	4,827	6,753	1,926	2,203
M3	16,667	18,813	2146	2,203
M4	32,939	33,785	0,846	2,203
M5	47,527	49,947	2,420*	2,203
	Estanque B	Estanque C		
M1	0,579	0,782	0,203	1,844
M2	5,160	6,753	1,593	1,844
M3	18,711	18,813	0,102	1,844
M4	33,121	33,785	0,664	1,844
M5	48,520	49,947	1,427	1,844

DMS: Diferencia Mínima Significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

Tabla 6. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre las longitudes medias de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	Estanque A		Residuo	DMS
M1 - M2	28,827	80,553	51,726*	4,013
M2 - M3	80,553	124,707	44,154*	4,013
M3 - M4	124,707	151,767	27,060*	4,268
M4 - M5	151,767	156,133	4,366*	4,364
Estanque B				
M1 - M2	31,333	85,720	54,387*	4,013
M2 - M3	85,720	134,653	48,933*	4,268
M3 - M4	134,653	152,587	17,934*	3,063
M4 - M5	152,587	157,347	4,760*	4,268
Estanque C				
M1 - M2	36,446	92,120	55,674*	4,013
M2 - M3	92,120	131,480	39,360*	3,660
M3 - M4	131,480	152,733	21,253*	4,268
M4 - M5	152,733	158,313	5,580*	3,063

DMS: Diferencia Mínima significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

El crecimiento mensual de los camarones en cada tratamiento, fue significativo durante todo el proceso de cultivo, tanto en longitud (Tabla 6) como en peso (Tabla 7).

Los incrementos mensuales del crecimiento en longitud y peso mostraron una tendencia disímil, así, en longitud aumentaron su valor hasta el segundo mes de cultivo y de ahí disminuyeron paulatinamente hasta el final; en cambio, en peso, sus valores se incrementaron desde el inicio al final del cultivo, en los tres tratamientos (Fig. 9). Las mejores tasas correspondieron a la densidad de 11 camarones/m².

3.2 Crecimiento de *O. niloticus*

El cultivo de “tilapia gris” tuvo una duración de cuatro meses, alcanzando el mayor crecimiento en longitud y peso en el Estanque C (11,1 org/m²): 276,75 mm y 402,20 g (Tabla 8), característica que se evidenció desde el primer mes de cultivo (Fig. 10, A y B). Mediante el diagrama de cajas (Fig. 11, A y B) se pudo establecer que la menor dispersión de datos de longitud y peso, ocurrieron en la densidad mayor (Estanque C).

El crecimiento en longitud y peso fue afectado por los factores densidad de siembra y tiempo, mas no por la interacción de ambos (Tabla 9).

El crecimiento diferencial, en longitud y peso, a favor de la densidad de 11,1 org/m², solo se presentó en algunos meses del proceso de cultivo (Tabla 10 y 11).

Tabla 7. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre los pesos medios de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	Estanque A		Residuo	DMS
M1 - M2	0,473	4,827	4,354*	2,416
M2 - M3	4,827	16,667	11,840*	2,500
M3 - M4	16,667	32,939	16,272*	2,683
M4 - M5	32,939	47,527	14,588*	2,500
Estanque B				
M1 - M2	0,579	5,160	4,581*	2,416
M2 - M3	5,160	18,711	13,551*	2,500
M3 - M4	18,711	33,121	14,410*	2,203
M4 - M5	33,121	48,520	15,399*	2,569
Estanque C				
M1 - M2	0,782	6,753	5,971*	2,416
M2 - M3	6,753	18,813	12,060*	2,500
M3 - M4	18,813	33,785	14,972*	2,203
M4 - M5	33,785	49,947	16,162*	2,280

DMS: Diferencia Mínima significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

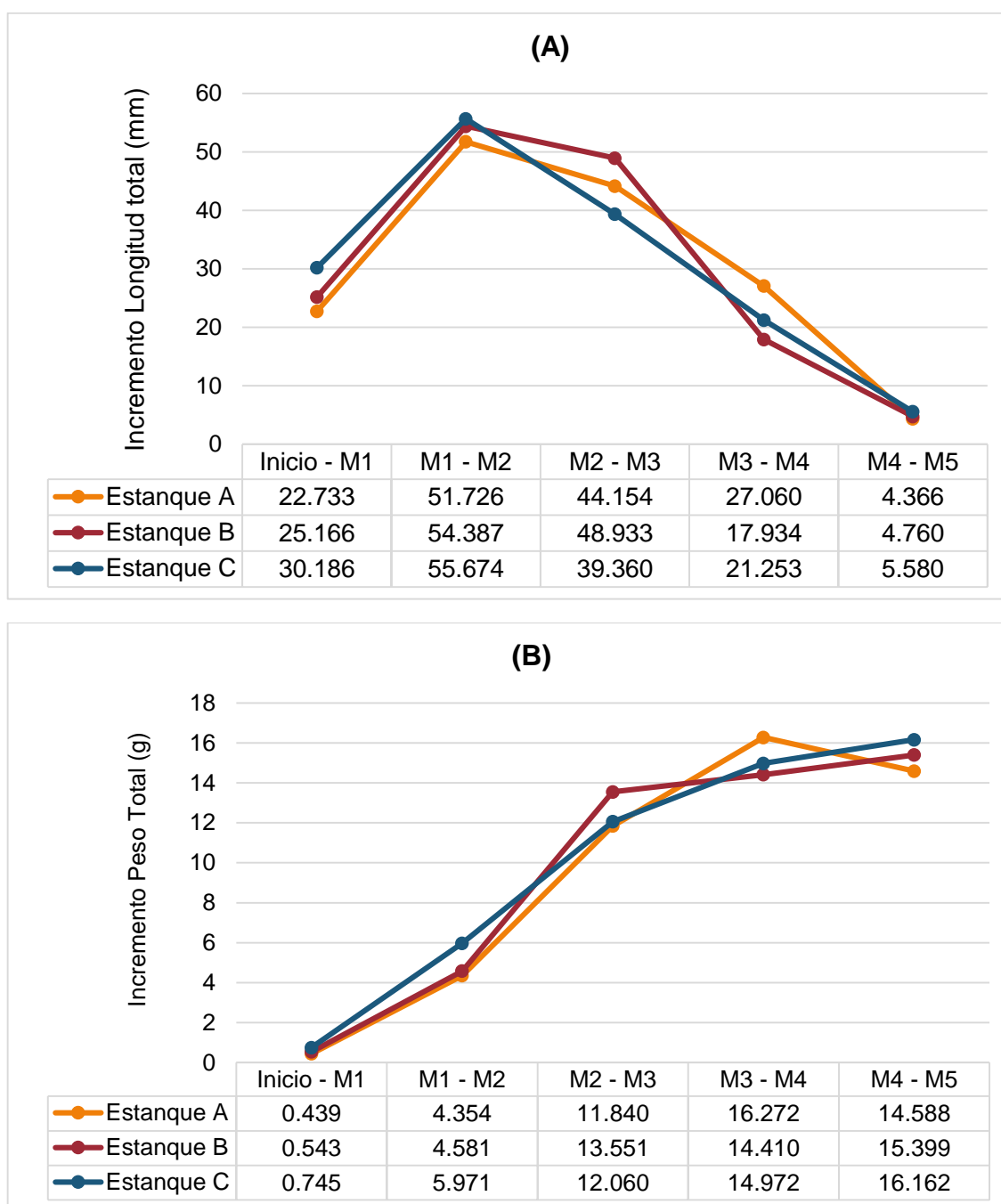


Figura 9. Incrementos de las Longitudes (A) y Pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento, de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tabla 8. Longitudes y pesos medios mensuales, en cada tratamiento, de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Mes	n	Estanque A		n	Estanque B		n	Estanque C	
		Lt	Pt		Lt	Pt		Lt	Pt
		(mm)	(g)		(mm)	(g)		(mm)	(g)
Inicio	162	90,200	11,000	68	91,000	11,350	43	90,800	11,200
M1	20	121,900	39,050	20	130,400	41,300	20	138,950	51,300
M2	20	179,750	153,150	20	187,400	157,200	20	188,050	163,580
M3	20	226,400	258,940	20	228,100	260,175	20	244,750	319,995
M4	20	269,300	378,630	20	274,800	382,700	20	276,750	402,200

Lt: Longitud total media

Pt: Peso total media

n: número de muestra

mm: milímetros

g: gramos

M: mes

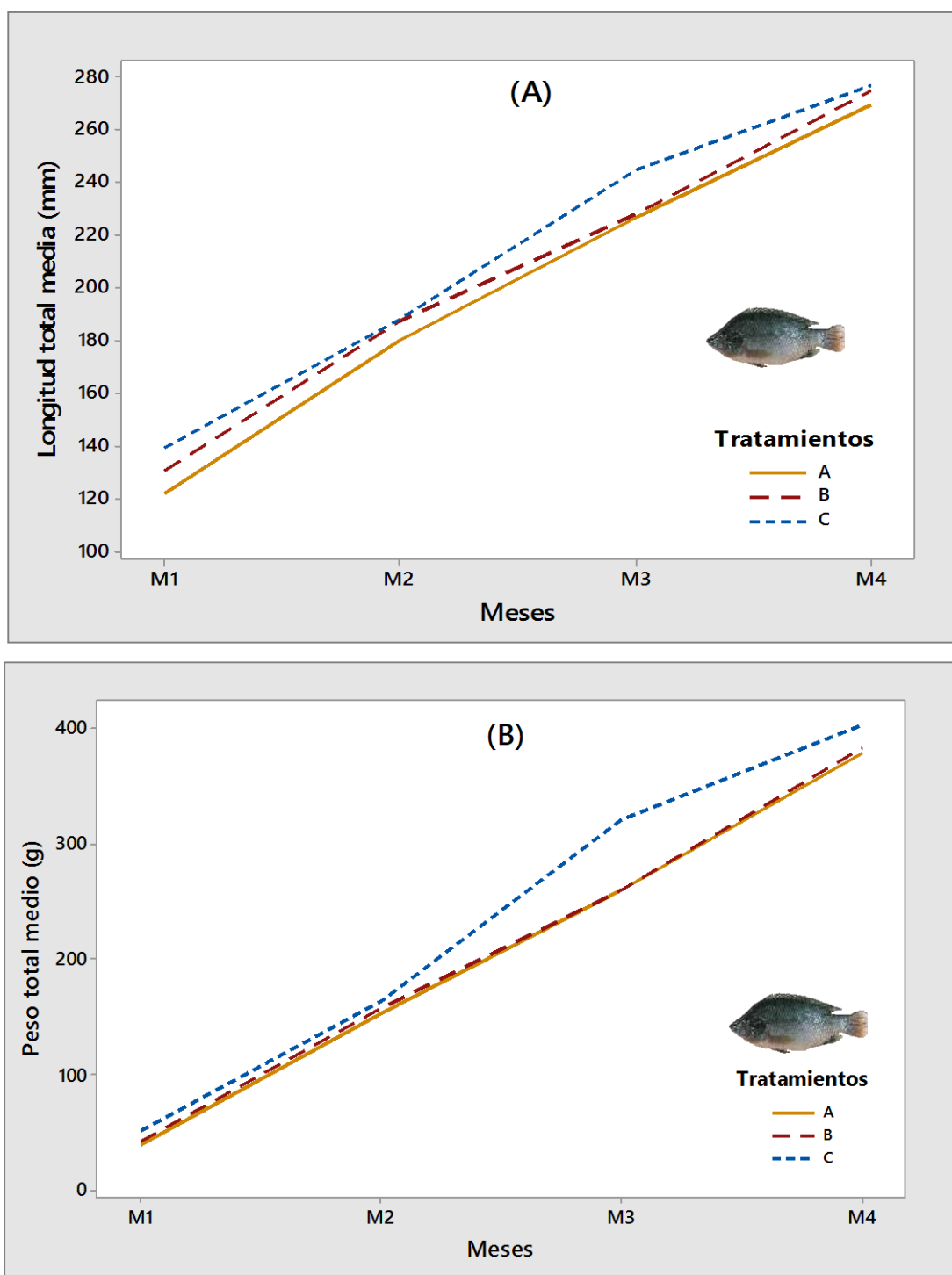


Figura 10. Variaciones mensuales del crecimiento en longitud (A) y peso (B) medio de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

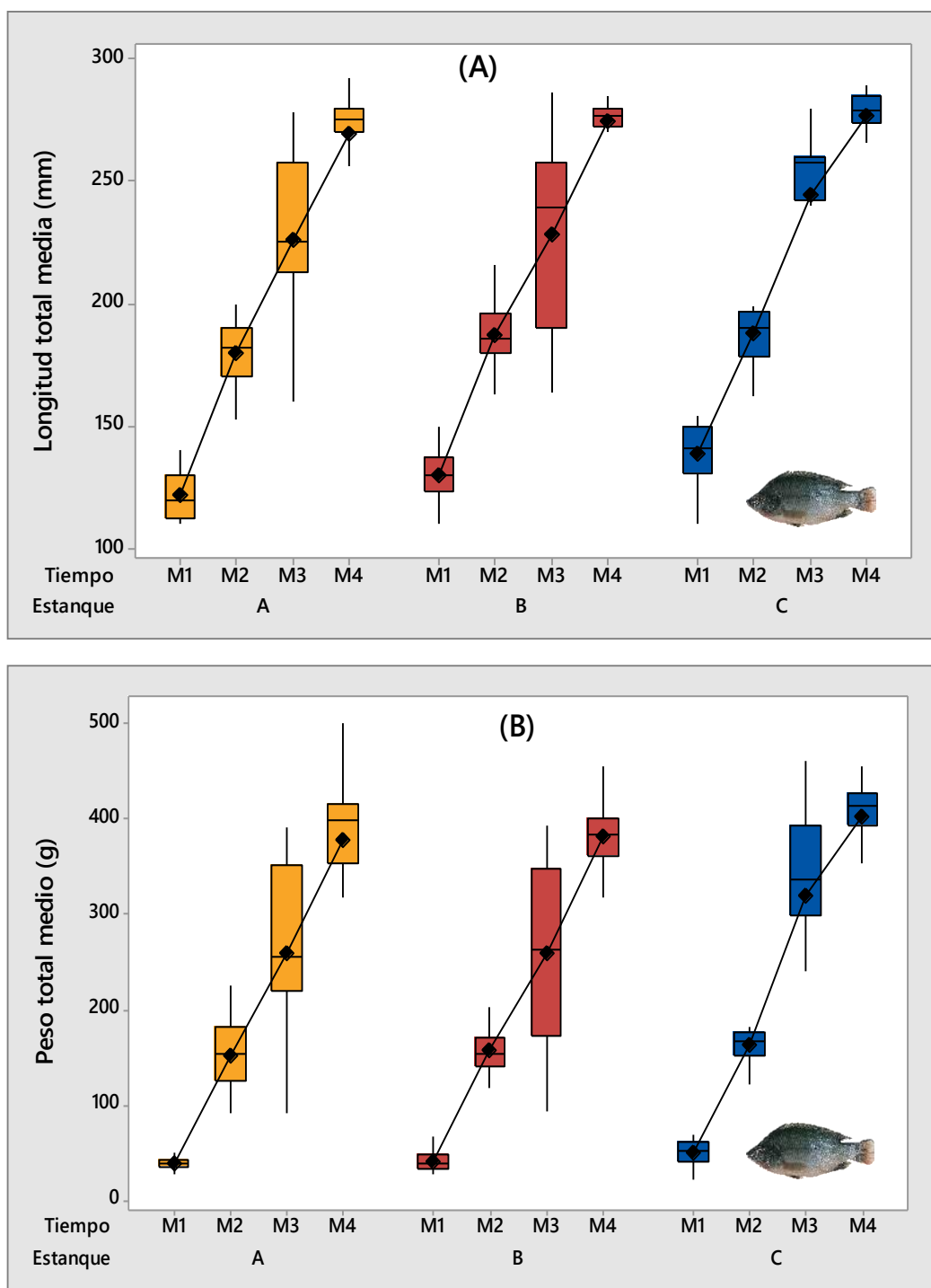


Figura 11. Diagrama de cajas de Longitudes (A) y Pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tabla 9. Análisis de Varianza para determinar el efecto de los tratamientos, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

FUENTE DE VARIACIÓN	LONGITUD		PESO	
	F	P	F	P
TRATAMIENTO	7,45	0,00*	5,15	0,00*
TIEMPO	520,55	0,00*	259,78	0,00*
INTERACCION	0,72	0,63	1,15	0,33

F: valor de prueba de *F*

*: $P=0,05$ (Valor significativo)

Tabla 10. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre las longitudes medias de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	Estanque A	Estanque B	Residuo	DMS
M1	121,900	130,400	8,500	13,135
M2	179,750	187,400	7,650	13,135
M3	226,400	228,100	1,700	13,135
M4	269,300	274,800	5,500	13,135
	Estanque A	Estanque C		
M1	121,900	138,950	17,050*	15,762
M2	179,750	188,050	8,300	15,762
M3	226,400	244,750	18,350*	15,762
M4	269,300	276,750	7,450	15,762
	Estanque B	Estanque C		
M1	130,400	138,950	8,550	13,135
M2	187,400	188,050	0,650	13,135
M3	228,100	244,750	16,650*	13,135
M4	274,800	276,750	1,950	13,135

DMS: Diferencia Mínima significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

Tabla 11. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre los pesos medios de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	Estanque A	Estanque B	Residuo	DMS
M1	39,050	41,300	2,250	36,314
M2	153,150	157,200	4,050	36,314
M3	258,940	260,175	1,235	36,314
M4	378,630	382,700	4,070	36,314
	Estanque A	Estanque C		
M1	39,050	51,300	12,250	43,577
M2	153,150	163,580	10,430	43,577
M3	258,940	319,995	61,055*	43,577
M4	378,630	402,200	23,570	43,577
	Estanque B	Estanque C		
M1	41,300	51,300	10,000	36,314
M2	157,200	163,580	6,380	36,314
M3	260,175	319,995	59,820*	36,314
M4	382,700	402,200	19,500	36,314

DMS: Diferencia Mínima significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

El análisis estadístico del crecimiento mensual en los tres tratamientos, determinó que este fue significativo a través de todo el proceso de cultivo (Tabla 12 y 13).

Las tasas de incremento mensual, en longitud y peso, manifestaron un comportamiento similar, observándose que en las densidades de 5,1 y 8,1 org/m², incrementaron su valor hasta el segundo mes y luego declinaron hacia los meses finales; en cambio, en la densidad de 11,1 org/m², el incremento de su valor ocurrió hasta el tercer mes, declinando en el último mes de cultivo (Fig. 12 A y B)

3.3 Rendimiento de Producción

Las producciones totales fueron: 330,833 kg para el Estanque A (5,1 org/m²), correspondiendo 269,495 kg al “camarón gigante de Malasia” y 61,338 kg a “tilapia gris”; 201,812 kg para el Estanque B (8,1 org/m²), de los cuales 175,788 kg fueron de “camarón gigante de Malasia” y 26,024 kg de “tilapia gris” y 161,750 kg para el Estanque C (11,1 org/m²), siendo 144,455 kg de “camarón gigante de Malasia” y 17,295 kg de “tilapia gris”. La mayor producción total se obtuvo en el Estanque A (5,1 org/m²) (Tabla 14).

Las producciones brutas y netas alcanzadas fueron: 2 042,180 y 2 029,480 kg/ha para el Estanque A (5,1org/m²), 2 985,378 y 2 971,081kg/ha para el Estanque B (8,1org/m²) y 3 814,858 y 3 799,430 kg/ha para el Estanque C (11,1org/m²). La mayor producción Bruta y Neta se logró en el Estanque C (11,1 org/m²) (Tabla 14 y Fig. 13).

Tabla 12. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre las longitudes medias de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	Estanque A		Residuo	DMS
M1 - M2	121,900	179,750	57,850*	17,310
M2 - M3	179,750	226,400	46,650*	17,310
M3 - M4	226,400	269,300	42,900*	17,310
Estanque B				
M1 - M2	130,400	187,400	57,000*	17,310
M2 - M3	187,400	228,100	40,700*	17,310
M3 - M4	228,100	274,800	46,700*	17,310
Estanque C				
M1 - M2	138,950	188,050	49,100*	17,310
M2 - M3	188,050	244,750	56,700*	17,310
M3 - M4	244,750	276,750	32,000*	17,310

DMS: Diferencia Mínima significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

Tabla 13. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre los pesos medios de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	Estanque A		Residuo	DMS
M1 - M2	39,050	153,150	114,100*	47,857
M2 - M3	153,150	258,940	105,790*	47,857
M3 - M4	258,940	378,630	119,690*	47,857
Estanque B				
M1 - M2	41,300	157,200	115,900*	47,857
M2 - M3	157,200	260,175	102,975*	47,857
M3 - M4	260,175	382,700	122,525*	47,857
Estanque C				
M1 - M2	51,300	163,580	112,280*	47,857
M2 - M3	163,580	319,995	156,415*	47,857
M3 - M4	319,995	402,200	82,205*	47,857

DMS: Diferencia Mínima significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

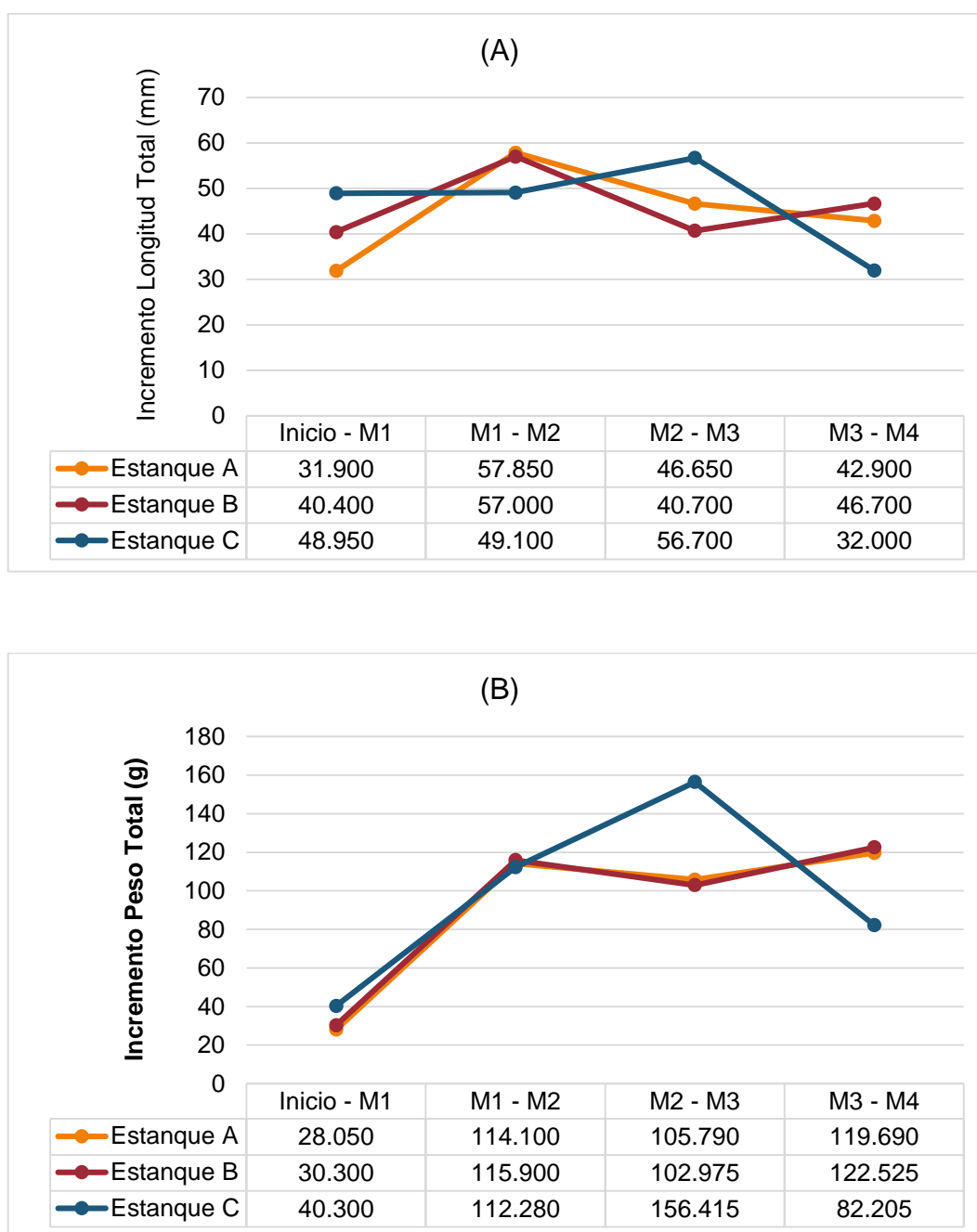


Figura 12. Incrementos de las Longitudes (A) y Pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento, de *O. niloticus* en policultivo con *M. rosenbergii* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Tabla 14. Producción total, bruta y neta por especie y conjunta por tratamiento, en policultivo en diferentes densidades de siembra de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*.

Jaén, marzo – julio 2015.

PRODUCCIÓN	<i>M. rosenbergii</i>	<i>O. niloticus</i>	TOTAL
	Estanques		
	A		
TOTAL (kg)	269,495	61,338	330,833
BRUTA (kg/ha)	1 663,550	378,630	2 042,180
NETA (kg/ha)	1 661,850	367,630	2 029,480
B			
TOTAL (kg)	175,788	26,024	201,812
BRUTA (kg/ha)	2 600,414	384,964	2 985,378
NETA (kg/ha)	2 597,534	373,547	2 971,081
C			
TOTAL (kg)	144,455	17,295	161,750
BRUTA (kg/ha)	3 406,967	407,892	3 814,858
NETA (kg/ha)	3 402,897	396,533	3 799,430

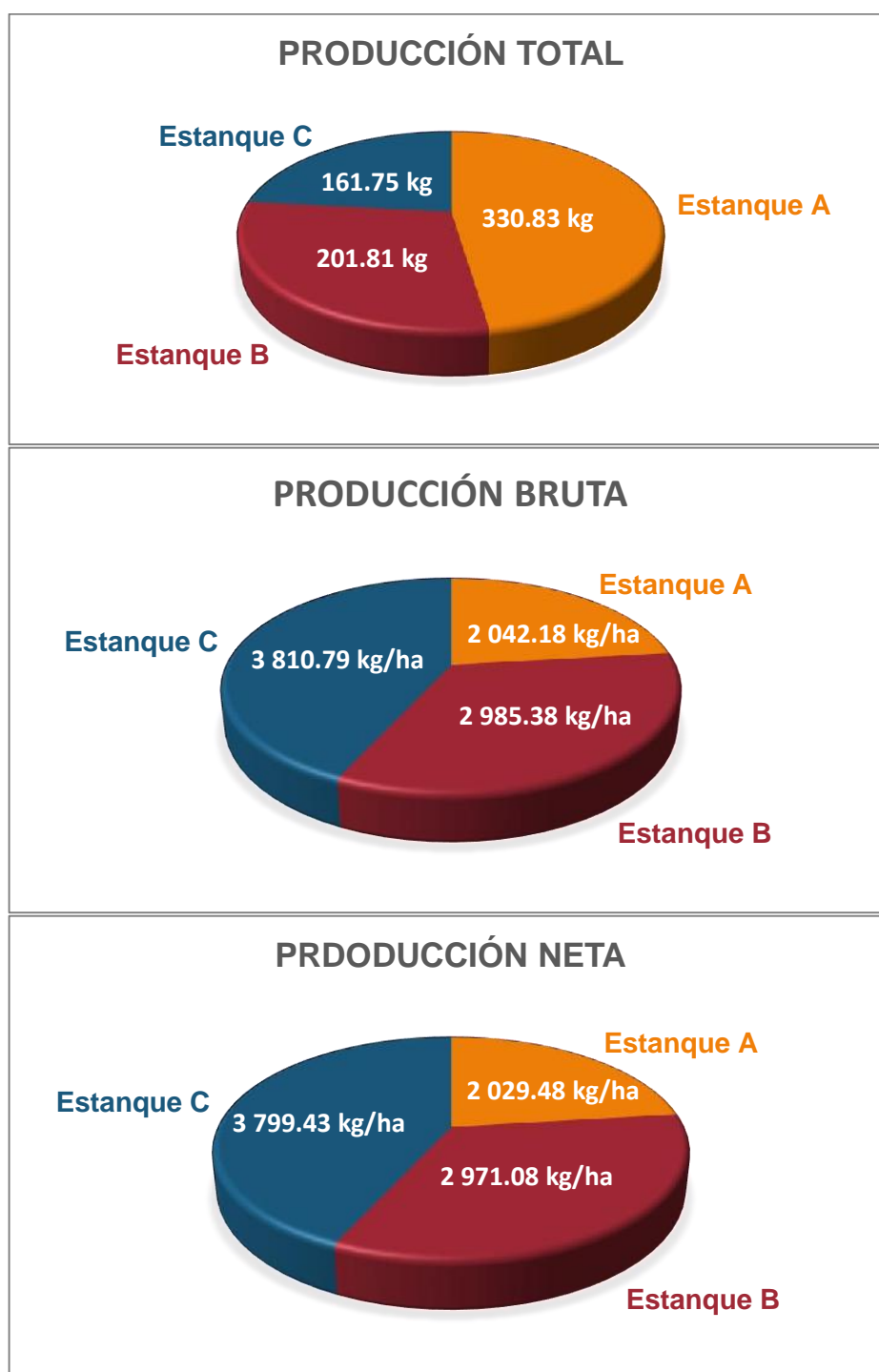


Figura 13. Producción Total (kg), Bruta (kg/ha) y Neta (kg/ha) de cada tratamiento del policultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

3.4 Factor de Conversión y Eficiencia Alimenticia

El alimento suministrado fue aumentando su cantidad a medida que avanzó el periodo de cultivo. Obteniéndose valores bajos de factor de conversión alimenticio, siendo mejor en la densidad de 5,1 org/m²: 1,10; tratamiento en el cual se obtuvo el más alto valor de eficiencia alimenticia: 90,81 (Tabla 15).

3.5 Mortalidad

Al finalizar el experimento de policultivo, se evidenció mortalidad de *M. rosenbergii* en los tres estanques de cultivo: 30 % (EA: 5,1 org/m²), 33 % (EB: 8,1 org/m²) y 38 % (EC: 11,1 org/m²) (Tabla 16). No se observó mortalidad de *O. niloticus*.

3.6 Relación Peso – Longitud y Factor de Condición

Las ecuaciones Peso – Longitud se determinaron para cada especie en cada tratamiento (Tabla 17), encontrándose, mediante el análisis de covarianza (Tabla 18), que existen diferencias significativas entre regresiones y pendientes en *M. rosenbergii* y entre regresiones y orígenes en *O. niloticus*.

La prueba de t para el exponente b determinó que tanto en *M. rosenbergii* como en *O. niloticus*, no difiere de 3, tipificando un crecimiento isométrico para ambas especies en los tres tratamientos (Tabla 17).

El factor de condición alométrico comparativo para *M. rosenbergii* y *O. niloticus* fue superior en la densidad de 5,1 org/m² (Tabla 17).

Tabla 15. Cantidad de alimento mensual, factor de conversión alimenticia y eficiencia alimenticia por estanque, en el policultivo en diferentes densidades de siembra de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*. Jaén, marzo – julio 2015.

Tiempo	ESTANQUE A	ESTANQUE B	ESTANQUE C
M1	1,12	0,78	0,69
M2	10,35	8,45	9,85
M3	60,60	43,25	48,82
M4	121,50	91,07	84,23
M5	124,06	83,29	78,16
TOTAL (kg)	317,64	226,84	221,75
Factor conversión	1,10	1,15	1,19
Eficiencia alimenticia (%)	90,81	87,00	84,00

Tabla 16. Mortalidad y supervivencia absoluta y relativa de *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus* en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Estanques	Supervivencia		Mortalidad	
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
	<i>M. rosenbergii</i>			
A (5,1 org/m ²)	5 670	70%	2 430	30%
B (8,1 org/m ²)	3 623	67%	1 785	33%
C (11,1 org/m ²)	2 892	62%	1 772	38%

Tabla 17. Parámetros de la Relación peso-longitud, Factor de Condición Alométrico Comparativo y Prueba de “t” para el exponente b, de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

<i>M. rosenbergii</i>									
Estanques	n	Lt (mm)	Pt (g)	r	a	a*	b	t _c	t _t
A	8 100	108,40	20,49	0,98	6,00E-05	2,49E-05	2,63	0,77	1,66
B	5 408	112,33	21,22	0,99	5,00E-05	2,33E-05	2,64	0,65	1,66
C	4 664	113,78	21,53	0,99	4,00E-05	2,27E-05	2,70	0,63	1,66

<i>O. niloticus</i>									
A	162	205,70	223,01	0,99	5,00E-05	4,29E-05	2,83	0,44	1,66
B	68	209,70	235,06	0,99	3,00E-05	4,00E-05	2,96	0,08	1,66
C	43	199,24	203,06	0,99	2,00E-05	4,05E-05	2,97	0,07	1,66

n: Núnn: número de ejemplares.

Lt: Longitud total (mm)

Pt: Peso total (g)

r: Coeficiente de correlación.

t_t: Valor de la tabla de t al 95%

a: Factor de Condición Alométrico

a*: Factor de Condición Alométrico Comparativo

b: Coeficiente exponencial de regresión de potencia

t_c: Valor de prueba de t calculado

Tabla 18. Análisis de covarianza para la relación Peso – Longitud de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

Prueba de F	<i>M. rosenbergii</i>		<i>O. niloticus</i>	
	Fc	Ft	Fc	Ft
FR	2,86*	2,49	4,03*	2,49
Fb	4,20*	3,11	2,48	3,11
Fa	1,52	3,11	5,51*	3,11

FR, Fb y Fa: Prueba de F para las regresiones, pendientes y orígenes.

Fc: Valor de prueba de F calculado

Ft: Valor de la tabla de F

*: Valor significativo al 0,05.

3.7 Evaluación Económica del Experimento

3.7.1 Mérito Económico

El tratamiento de 5,1 org/m² brindó el mejor mérito económico, es decir la menor cantidad de dinero gastado en alimento por kg de peso incrementado: S/. 4.57 (Tabla. 19).

3.7.2 Retorno por Sol Invertido

El Retorno por Sol Invertido alcanzó su mayor valor en la densidad de siembra de 5,1 org/m², siendo de S/. 6.44 (Tabla. 20).

3.8 Parámetros Físico – Químicos del agua.

3.8.1 Temperatura del Agua y Ambiental

La temperatura promedio mensual del agua, fue similar en los tres estanques y con valores más o menos constantes, durante todo el periodo de cultivo (Fig. 17), observándose que variaron de 26,4 °C a 27,8 °C.

La temperatura ambiental registrada, fue ligeramente menor que la del agua, fluctuando entre los 24,7 °C y 26,2 °C. (Fig. 14).

Tabla 19. Mérito económico de la producción del policultivo en diferentes densidades de siembra de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*. Jaén, marzo – julio 2015.

TRATAMIENTOS	ALIMENTO TOTAL (kg)	COSTO ALIMENTICIO (S/.)	GANANCIA DE PESO (kg)	MÉRITO ECONÓMICO (S/.)
A (5,1 org/m ²)	317,64	1 461,14	319,61	4,57
B (8,1 org/m ²)	226,84	1 043,46	204,39	5,11
C (11,1 org/m ²)	221,75	1 020,05	183,85	5,55

Tabla 20. Retorno por sol invertido en la producción del policultivo en diferentes densidades de siembra de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*. Jaén, marzo – julio 2015.

Tratamientos	Ingreso Bruto (S/.)	Costo Alimenticio (S/.)	Costo de Semilla (S/.)	Ingreso Neto (S/.)	Retorno por Sol Invertido (S/.)
A (5,1 org/m ²)	11 699,87	1 461,14	830,00	9 408,73	6,44
B (8,1 org/m ²)	7 421,88	1 043,46	620,00	5 758,42	5,52
C (11,1 org/m ²)	6 037,63	1 020,05	550,00	4 467,58	4,38

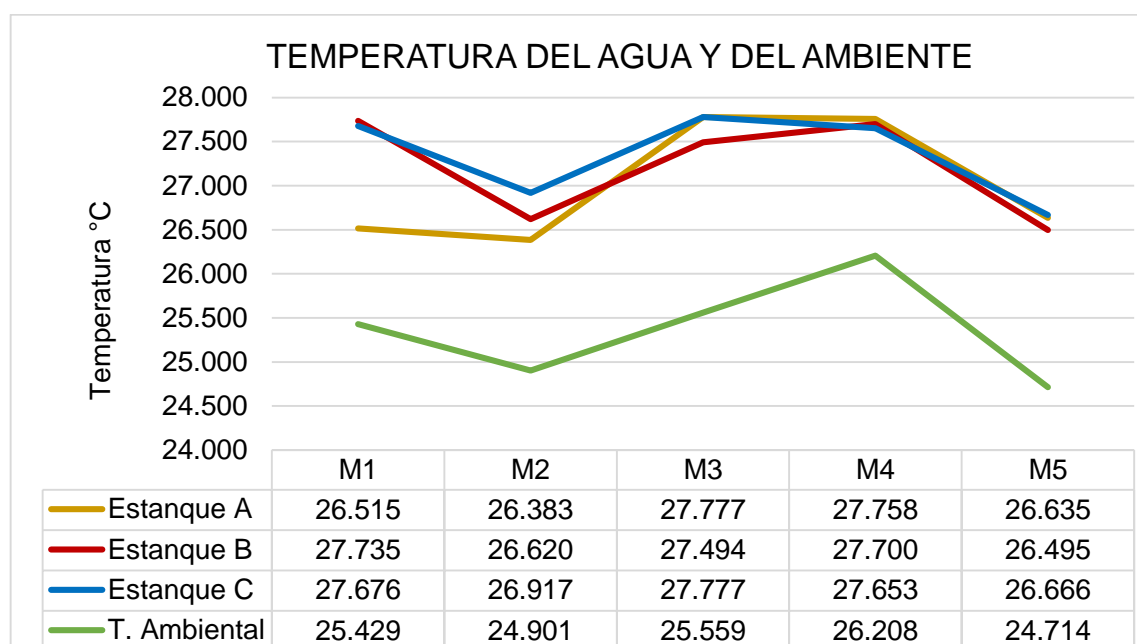


Figura 14. Variación mensual de la temperatura ambiental y superficial del agua (°C) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

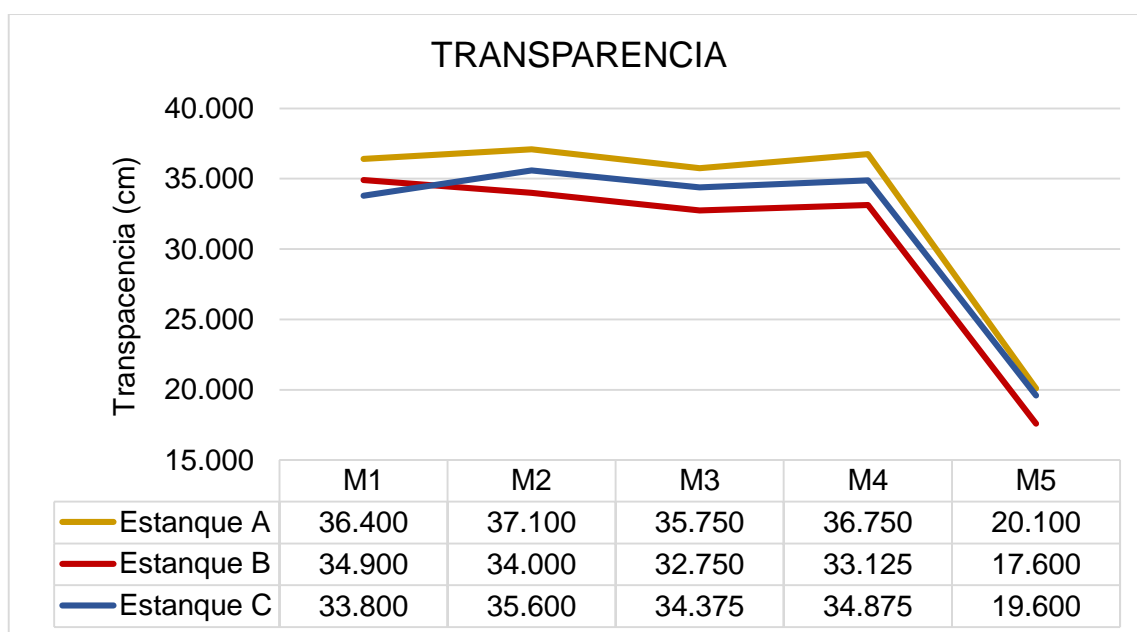


Figura 15. Variaciones mensuales de la transparencia del agua (cm) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

3.8.2 Transparencia

La transparencia del agua se mantuvo más o menos uniforme, con valores por encima de los 30 cm y muy cercanos entre tratamientos, hasta el cuarto mes e cultivo, decayendo en el quinto mes hasta los 17,6 cm (Fig. 15).

3.8.3 pH

Los valores de pH del agua estuvieron por encima de 8 hasta el tercer mes de cultivo, para luego disminuir ligeramente por debajo de este valor los dos meses restantes (Fig. 16).

3.8.4 Oxígeno Disuelto

Las concentraciones del oxígeno disuelto presentaron valores similares en los tres estanques y, en general, se ubicaron por encima del nivel de 5 mg/L (Fig. 17).

3.8.5 Anhídrido Carbónico Libre

En el agua de los estanques de cultivo, se observó la ausencia del anhídrido carbónico libre, durante todos los meses del cultivo.

3.8.6 Dureza Total

Los valores de dureza total presentaron diferencias más o menos pronunciadas entre tratamientos, siendo su comportamiento similar en los Estanques A y B, en los cuales se presentó alta al inicio del

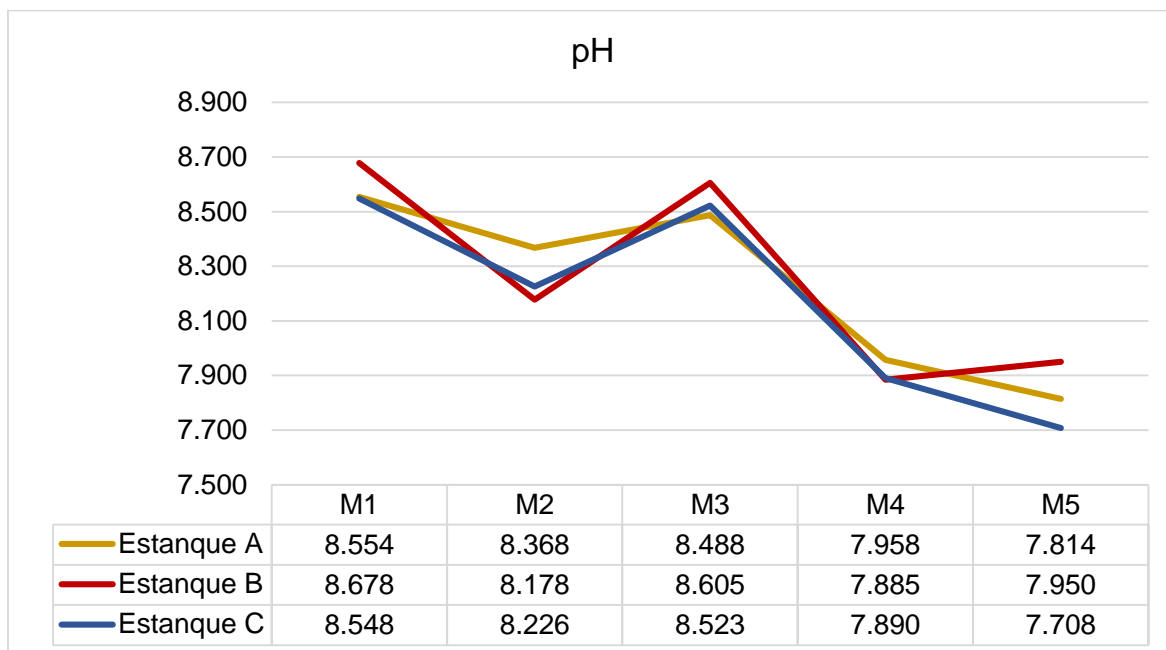


Figura 16. Variación mensual del pH de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

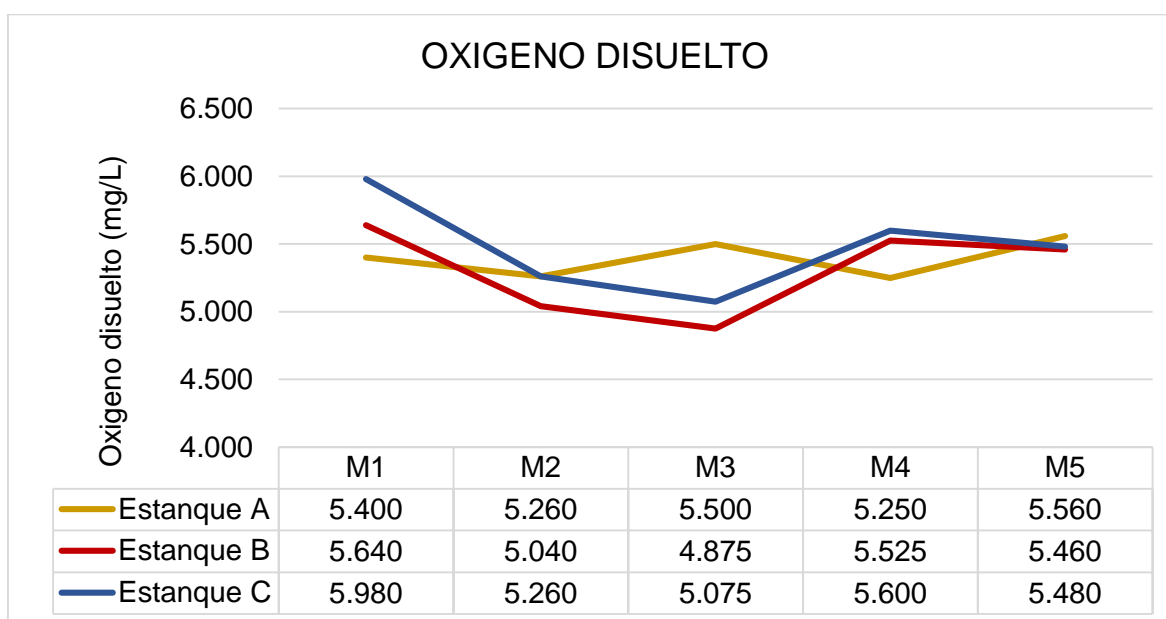


Figura 17. Variación mensual del oxígeno disuelto (OD) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

cultivo, disminuyó el segundo y tercer mes, para nuevamente incrementarse los dos meses restantes; en cambio, en el Estanque C, sus valores se incrementaron desde el primer mes hasta quinto (Fig. 18). En general, sus valores estuvieron entre 107,00 y 145,80 mg/L de CaCO_3 .

3.8.7 Alcalinidad Total

La Alcalinidad Total presentó el mismo comportamiento que la Dureza, es decir, los Estanques A y B, observaron la misma tendencia: fue alta el primer mes, disminuyó el segundo y tercer mes, para nuevamente incrementarse los meses cuarto y quinto; sin embargo, en el Estanque C, la alcalinidad aumentó su valor desde el primer al quinto mes (Fig. 19). Sus valores fluctuaron de 107,0 a 142,2 mg/L de CaCO_3 .

3.8.8 Amonio Total

EL amonio total presentó valores bajos y con diferencias mínimas entre tratamientos y en general, se mantuvo constante desde el inicio del cultivo hasta el final. Mayormente, sus valores estuvieron entre 0,04 y 0,06 mg/L, con niveles extremos de 0,00 mg/L y 0,10 mg/L (Fig. 20).

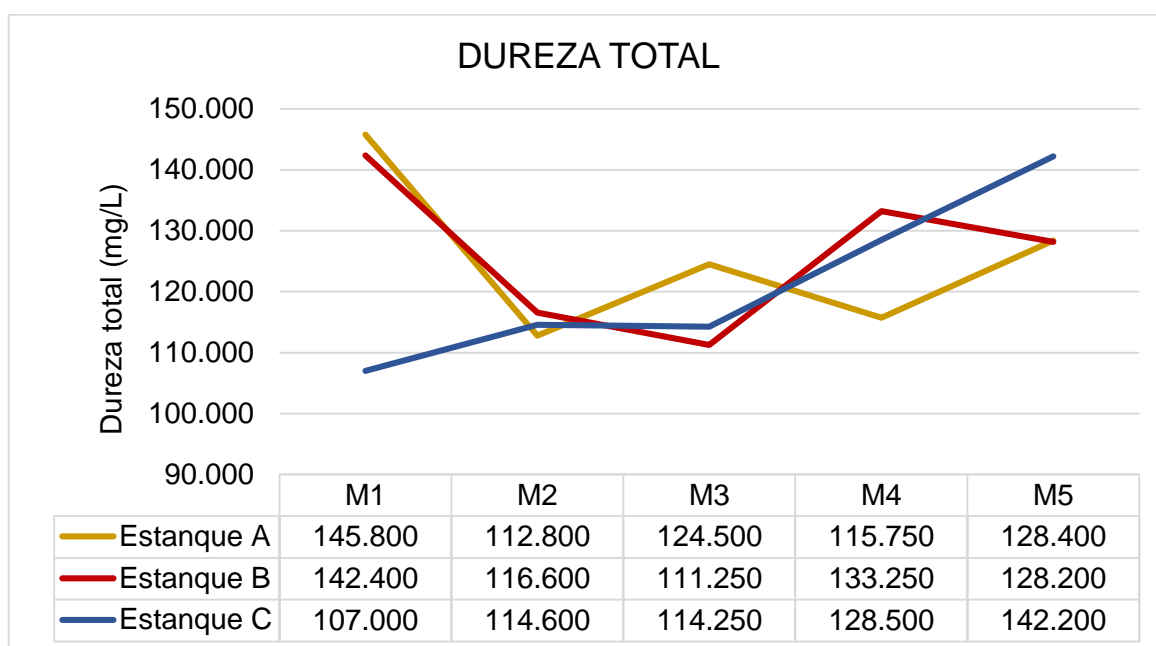


Figura 18. Variación mensual de la dureza total (mg/L) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

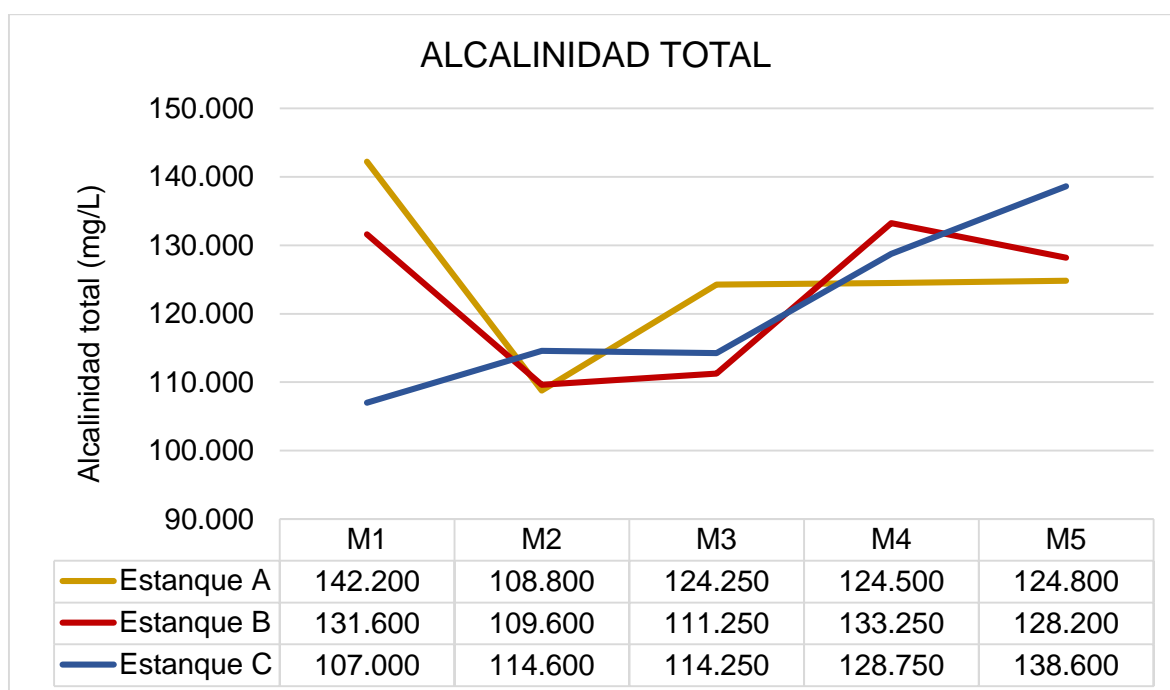


Figura 19. Variación mensual de la alcalinidad total (mg/L) de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

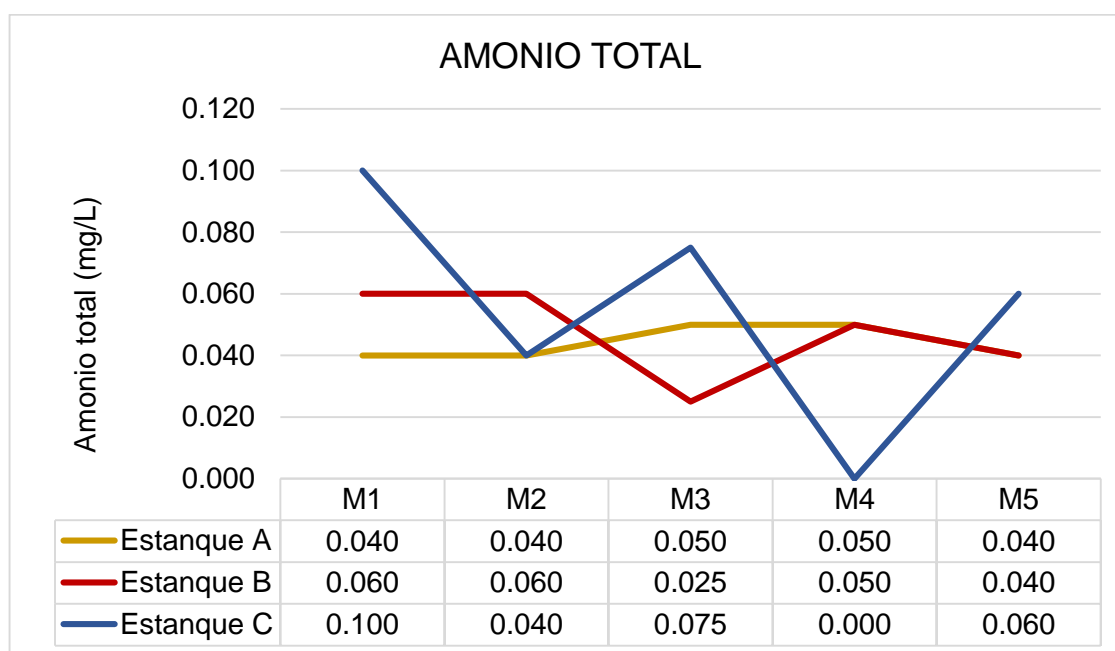


Figura 20. Variación mensual del amonio total de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

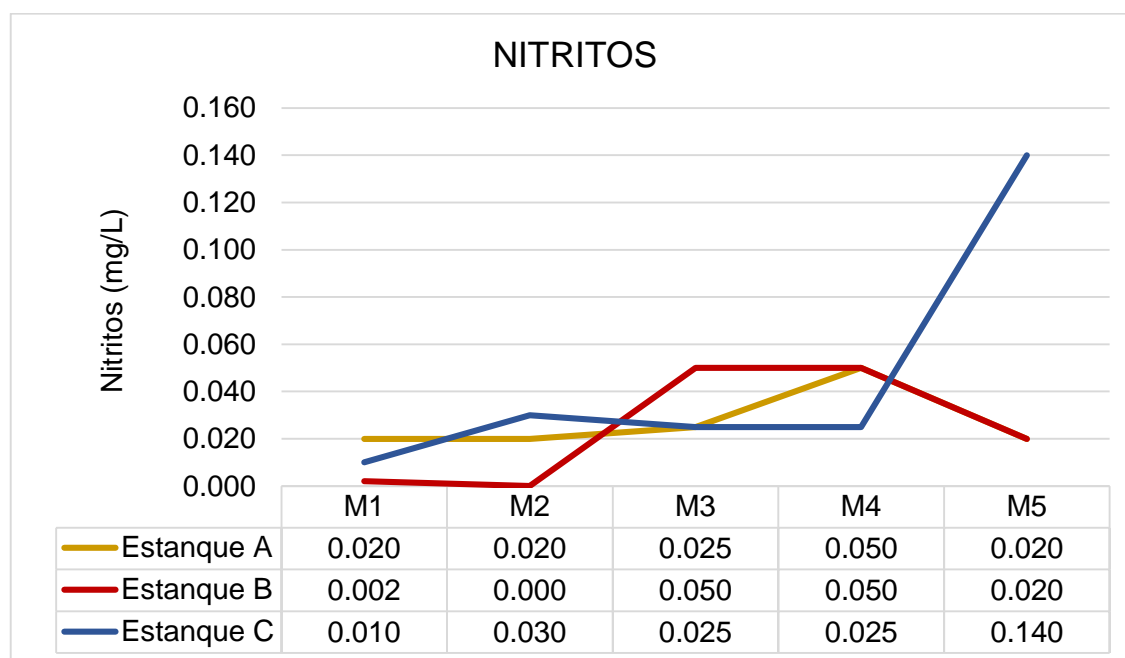


Figura 21. Variación mensual de los nitritos de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

3.8.9 Nitritos

Los nitritos presentaron concentraciones menores que el amonio, encontrándose, en general, entre 0,01 y 0,05 mg/L (Fig. 21).

3.8.10 Nitratos

Los nitratos mostraron valores un poco mayores que el amonio y los nitritos, con ligeras diferencias entre los tratamientos. De manera general, varió desde 0,00 hasta 2,0 mg/L (Fig. 22).

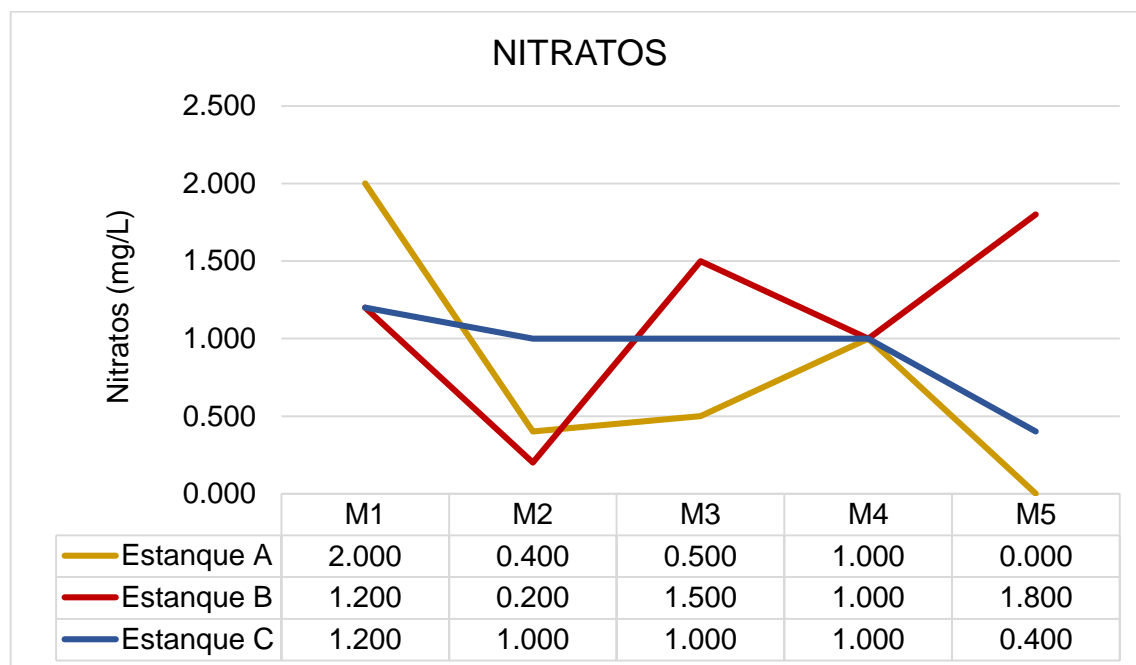


Figura 22. Variación mensual de los nitratos de los estanques de cultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* en policultivo en diferentes densidades de siembra. Jaén, marzo – julio 2015.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, permitieron la aceptación de la hipótesis planteada en el sentido de un mayor crecimiento en la densidad más alta, puesto que el mejor crecimiento de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* se dio en la mayor densidad de 11,1 org/m², corroborado por el análisis de varianza, prueba de Tukey y las tasas de incremento mensual, hecho que se estaría explicando por cuanto en estos sistemas de cultivo intensivo con buen recambio de agua, la densidad favorecería el crecimiento de los organismos en cultivo, tal como ha sido reportado por Rivera y Vega (2013), en policultivo de *Trichomycterus punctulatus*, *Dormitator latifrons* y *Oreochromis spp.*, Cerdán y Sánchez (2014), en policultivo de *M. inca*, *Dormitator latifrons* y *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, Acosta y Farfán (2015), en policultivo de *Piaractusb brachypomus* y *Oreochromis spp.* y, López y Lora (2015), en policultivo de *Colossoma macropomum* y *Oreochromis spp.*

Las longitudes y pesos medios finales para *M. rosenbergii* son mayores que aquellas logradas en monocultivo por López y Lora (1996), que encontraron que *M. rosenbergii* tuvo mejor crecimiento en la densidad de 5 camarones/m²: 88,20 mm y 9,77 g con una dieta a base de “langostina”, durante 180 días de cultivo; Zapata (1996), quien logró 27,50 g en seis meses de cultivo, en la densidad de 12,09 camarones/m², suplementándolo con dieta para langostino; Salgado (1996), que alcanzó 135,5 mm y 31,31 g, en ocho meses de cultivo, en la densidad de 6,7 camarones/m², alimentándolo con una dieta de harina de pescado(40 %) y polvillo de arroz (60 %); Julca (2003), que obtuvo 133,240 mm y 28,064 g, alimentándolo con dieta para langostino en tres frecuencias de alimentación, durante seis meses

de cultivo en la densidad de 5 camarones/m²; y, Chávez (2007), que logró 34,98 g de peso, en cinco meses de cultivo, alimentándolo con dieta para langostino y en la densidad de 10 camarones/m². Situación que se explica por los mayores recambios de agua y fundamentalmente por la temperatura del agua que es mayor debido a que Jaén es una zona cálida. Asimismo, supera el crecimiento de *M. inca*: 83,33 mm y 16,12 g, logrado por Cerdán y Sánchez (2013), en policultivo con *Dormitator latifrons* y *Oreochromis aureus* x *O. niloticus* en la densidad total de 6,5 org/m², debido a las razones anteriormente mencionadas.

Por otro lado, supera los resultados de Muñoz (1993), que en policultivo de camarón y tilapia suplementados con estiércol de bovino, obtuvo pesos de 26,5 g para el camarón y 98,30 g para la tilapia en 215 días de cultivo; lo cual se debería al alimento balanceado utilizado en el presente estudio. Igualmente es mayor a Maguiña (2007), quien obtuvo un peso de 7,05 g para *M. rosenbergii* en policultivo con *O. niloticus*, luego de 80 días, no indicando las densidades de ambas especies; lo cual se debería al mayor tiempo de cultivo de la presente experiencia.

En lo que se refiere a *O. niloticus*, las longitudes y pesos medios alcanzados en el presente estudio, son superiores a aquellas logradas para *Oreochromis spp.* por Rivera y Vega (2013): 216,30 mm y 199,20 g, en policultivo con *Trichomycterus punctulatus* y *Dormitator latifrons* en la densidad total de 9 peces/m², durante seis meses; Cerdán y Sánchez (2014): 220,02 mm y 230,97 g, en policultivo con *M. inca* y *D. latifrons* en la densidad total de 4,5 org/m², durante seis meses; López y Lora (2015): 231,30 mm y 285,20 g, en policultivo con *Colossoma macropomum* en la densidad total de 6,50 peces/m², durante cinco meses y por Acosta y Farfán: 230,81 mm y 269,02 g, en policultivo con *P. brachypomus* en la densidad total de 5

peces/m², durante cinco meses. Hecho que se debería a los mayores pesos de siembra en el presente estudio, la menor densidad de siembra utilizada y las mejores condiciones de temperatura para esta especie.

El crecimiento de *M. rosenbergii* y de *O. niloticus* fue significativo durante todo el período de cultivo, indicando que aún no se ha alcanzado el nivel asintótico del mismo.

El análisis de las producciones totales estaría indicando una relación inversa de este parámetro con respecto a la densidad de siembra, lo cual no es así, sino que es a consecuencia del tamaño de los estanques que al ser de mayores dimensiones en las densidades bajas, el número de organismos es mayor y ello repercute en la estimación del rendimiento del estanque. Situación que se supera al estimar las producciones brutas y netas, donde se observa la relación directa de estos parámetros con respecto a la densidad de siembra, lo cual es por efecto del mayor crecimiento que experimentaron los organismos en la densidad más alta y el mayor número de organismos por unidad de área.

Por otro lado, las mejores producciones netas y brutas del presente estudio son mayores que aquella obtenida por García - Pérez y Alston (2000): 3 718 kg/ha, en policultivo de *M. rosenbergii* (7 camarones/m²) y *O. niloticus* (1 pez/m²); sin embargo, al analizar las producciones de cada componente del policultivo, se observa que la producción de camarón de estos autores (931 kg/ha), es menor a la del presente estudio; en cambio en tilapia ocurre lo contrario, la producción de estos autores (2 788 kg/ha), supera a este trabajo; hecho que se explica por el mayor crecimiento y densidad de siembra en el caso del camarón en el presente

experimento y por la mayor densidad de tilapia utilizada por los autores antes mencionados. De la misma manera, son mayores a las producciones brutas de *M. rosenbergii*, obtenidas en monocultivo, por López y Lora (1996): 581,00 kg/ha, Zapata (1996): 830,00 kg/ha, Julca (2003): 1 032,80 kg/ha y Chávez (2007): 2 113,42 kg/ha. Asimismo, superan el rango de producción establecido por New and Singholka (1985) de 2 500 a 4 000 kg/ha/año.

El factor de conversión alimenticio fue ligeramente menor en la densidad de 5 camarones/m², donde los camarones fueron más pequeños, lo cual nos estaría indicando que en las densidades mayores donde hubo mejor crecimiento, se habría entregado un exceso de alimento. Los valores obtenidos en el presente estudio son mejores que los obtenidos por López y Lora (1996): 2,15, Zapata (1996): 1,78, Julca (2003): 1,74, para la misma dieta de langostino y de Salgado (1996): 3,45, para una dieta diferente; hecho que se explica por el mayor crecimiento logrado en este estudio debido a los factores ya mencionados, además, con respecto al último de los autores por la mejor calidad del alimento. Sin embargo, son mayores al valor logrado por Chávez (2007): 0,88, lo cual tendría su explicación en los mayores caudales de recambio de agua realizados por esta autora, lo que se habría traducido en una mayor disponibilidad de oxígeno, incidiendo lógicamente en un mejor aprovechamiento del alimento.

Las mortalidades de *M. rosenbergii* se incrementaron con el aumento de la densidad de siembra, lo cual se debería a la mayor competencia por el espacio en las densidades más altas, pues se trata de una especie territorial. Sus valores porcentuales son mayores que las de Salgado (1996): 21,5 % y Julca (2003): 26,4 %, similares a la de López y Lora (1996): 40 % e inferiores a la de Zapata (1996):

67 %; sin embargo, se encontraron por encima de la mortalidad adecuada para esta especie, que según New and Singholka (1985) es de 50 %.

Las ecuaciones peso-longitud estimadas para cada especie y en cada tratamiento, manifestaron diferencias significativas entre sus parámetros señalando el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de los peces, reforzando el análisis de variancia y dándole mayor consistencia.

La tipificación de crecimiento isométrico par ambas especies en los tres tratamientos, estaría contradiciendo el efecto de la densidad de siembra; sin embargo, a través del análisis de covariancia se determinó que sus valores son estadísticamente diferentes, en especial en el caso de *M. rosenbergii*.

El mejor factor de condición alométrico comparativo se evidenció en la densidad menor para ambas especies, no coincidiendo con el mayor crecimiento observado; sin embargo, la mejor condición fisiológica no siempre corresponde a los organismos más gordos.

El mejor rendimiento económico a favor de la densidad menor, estaría influenciado por el tamaño del estanque de este tratamiento, que al ser cuatro más grande que el estanque donde la densidad fue más alta, trajo como consecuencia una población de organismos mayor y por lo tanto una producción total más elevada a pesar de tener el crecimiento más bajo.

Los parámetros físico-químicos del agua de los estanques de policultivo fueron muy similares, no interfiriendo en el factor motivo del experimento.

La temperatura del agua de los estanques se encontró entre 20 °C y 28 °C, considerado como adecuado para piscicultura tropical por Boyd (1990); asimismo,

se ubicó muy cerca del límite inferior del rango óptimo de 28 °C y 31 °C, para el crecimiento de *M. rosenbergii*, establecido por New and Singholka (1985); igualmente, se ubicó entre 20°C y 30°C, considerado por Huet (1998), como adecuado para el cultivo de tilapia.

La transparencia del agua de los estanques observó valores por encima de 30 cm hasta el cuarto mes de cultivo, señalándola buena calidad del agua en cuanto a este parámetro; sin embargo, decayó hasta menos de 20 cm el último mes y fue consecuencia del desarrollo de la productividad natural.

Las concentraciones de pH señalaron que se trata de aguas alcalinas y se encontraron dentro del rango óptimo para la producción de peces que según Boyd (1990) y ALICORP S.A. (2000) está entre 6,5 – 9. Por otro lado, también se ubicaron en el rango de buen crecimiento de *M. rosenbergii*: 7 y 8,5 (New and Singholka, 1985).

La concentración de oxígeno disuelto en el agua estuvo por encima del valor de 5 mg/L, que de acuerdo a Boyd (1990), es el nivel adecuado para piscicultura tropical.

El anhídrido carbónico libre estuvo ausente en el agua de los estanques de cultivo, lo cual fue un buen indicador de la calidad del agua en cuanto a este parámetro, siendo que para piscicultura de aguas cálidas se recomienda que esté por debajo de 10mg/L (Boyd, 1990).

La dureza del agua de los estanques de cultivo se encontró dentro de los niveles adecuados para el desarrollo de *M. rosenbergii*, que según New and Singholka (1984), está entre 40 y 150 mg/L de CaCO₃; igualmente, para tilapia ALICORP S.A. (2000), sugiere como rango óptimo: 50 a 350 mg/L de CaCO₃. De acuerdo a

Vásquez y col. (en Stickney, 1994), se tipifican como moderadamente duras (20 - 200 mg/L de Ca CO_3).

Los niveles altos de alcalinidad del agua fueron indicadoras de su riqueza en reservas alcalinas y de su alta productividad (Huet, 1998), ubicándose dentro del rango óptimo de 30 a 200 mg/L (Stickney, 1994).

Los valores de amonio total fueron mínimos e indicadores de la buena calidad del agua de cultivo, pues de acuerdo a Kubitza (2006), debe mantenerse en niveles menores a 0,2 mg/L y en un rango menor a 0.48 mg/L señalado por

Los nitritos también se encontraron en niveles mínimos y se encontraron debajo de 0,3 mg/L, que es el nivel adecuado para el buen desarrollo de los organismos en cultivo (Kubitza, 2006) y de 0.57 mg/L según Vinatea (2001).

Finalmente, los nitratos se presentaron en pequeñas cantidades, siendo sus niveles adecuados para el cultivo, pues fueron mucho menores que 50 mg/L (Kubitza, 2006).

V. CONCLUSIONES

1. El crecimiento de *M. rosenbergii* y *O. niloticus* fue afectado favorablemente por la densidad de siembra, siendo mayor en la densidad más alta.
2. Las ecuaciones peso-longitud reflejaron el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de los pesos.
3. Las características físico-químicas del agua de los estanques de cultivo se ubicaron dentro del rango de buen crecimiento de los organismos en cultivo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar experiencias de policultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, manteniendo la densidad del primero en 11 camarones/m² y aumentar la densidad de tilapia por encima de 0,1/m².
2. Realizar experiencias de policultivo de *M. rosenbergii* y *O. niloticus*, en el cual la tilapia sea el elemento principal y el camarón el elemento secundario.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, D., & Farfán, R. (2015). *Policultivo en dos densidades de siembra de Piaractus brachipomus "Paco" y Oreochromis spp. (O. niloticus Var. Stirling x O. aureus) "Tilapia híbrida" en estanques seminaturales*, Tesis. Título profesional de licenciado en Biología-Pesquería. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque-Perú.
- Alceste, C. (2002). Aquaculture in the Third Millennium. *Aquaculture Magazine*, 28(4), 53-58.
- ALICORP S.A. (2000). *Empresa procesadora de alimentos balanceados*.
- Bardach, J., Ryther, H., & Wclarney, O. (1972). *Aquaculture: the farming and husbandry of freshwater and marine organisms*. New York: Jhon Wiley and Sons.
- Boyd, C. E. (1990). Water Quality in Ponds for Aquaculture. *Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Auburn, Alabama*.
- Cerdán, M., & Sánchez, L. (2014). *Crecimiento de Macrobrachium inca "Camarón de río" en cuatro densidades de siembra en policultivo con Dormitator latifrons "Pocoche" y Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus "Tilapia híbrida" en estanques seminaturales*, Tesis Lic. Blgo. Pesq. . Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque-Perú.
- Chávez, L. (2007). *Cultivo piloto comercial de Macrobrachium rosenbergii "Camarón de Malasia"*, Tesis. Título profesional de Licenciado en Biología-Pesquera. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque-Perú.
- FAO. (2011). *Orientaciones técnicas para la pesca responsable*. Roma: FAO. Recuperado el octubre de 2015
- FAO. (2015). *FAO: Departamento de Pesca y Acuicultura*. (FAO, Editor) Recuperado el 13 de octubre de 2015, de <http://www.fao.org/fishery/aquaculture/es>

- FAO, FIDA, & PMA. (2015). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos*. Roma: FAO.
- García-Pérez, A., & Alston, D. (September de 2000). Growth, Survival, Yield, and Size Distributions of Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* and Tilapia *Oreochromis niloticus* in Polyculture and Monoculture Systems in Puerto Rico. *Journal of the world aquaculture society*, 31(3), 446-451.
- Gastelú, J. C. (2012). El cultivo del camarón de agua dulce en Perú - Hatchery. *AquaTIC*, 42.
- Huet, M. (1998). *Tratado de Piscicultura* (4ta ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Julca, M. P. (2003). *Crecimiento de Macrobrachium rosenbergii "camarón gigante" con tres frecuencias de alimentación cultivado en estanques seminaturales*. Tesis, UNPRG, Lambayeque.
- Kubitza, F. (2006). *Sistemas de recirculación cerrada*. Obtenido de http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/03Otros_Sistemas/_archivos/000004_Sistemas%20de%20recirculaci%C3%B3n%20cerrada.pdf.
- Landau, M. (1992). *Introduction to aquaculture*. John Wiley and Sons.
- Lazard, J., & Dabbadie, L. (2002). *Freshwater aquaculture and polyculture*. Obtenido de <http://eolss.net>
- López, J., & Lora, V. (1996). *Crecimiento de Macrobrachium rosenbergii "camarón gigante" en cinco densidades poblacionales y suplementado con Langostina*. UNPRG, Lambayeque.
- López, J., & Lora, V. (2015). *Policultivo en tres densidades de siembra de Colossoma macropomum "Gamitana" y Oreochromis spp. (O. niloticus Var. Stirling x O. aureus) Tilapia híbrida en un sistema intensivo, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque-Perú*.

- Maguiña, A. A. (2007). *Efecto de la densidad de siembra y adición de substrato en el crecimiento y la supervivencia del "camarón gigante de Malasia" Macrobrachium rosenbergii en policultivo con "tilapia roja" Oreochromis niloticus*. Tesis, UNMSM, Lima.
- Muñoz C, G., & Garduño L, M. (1993). cultivo de *Macrobrachium rosenberii* y *Oreochromis hornorum* con fertilización orgánica e inorgánica y alimentación complementaria. *Veterinaria México*, 149.
- New, M. B. (2002). *Farming freshwater prawns. A manual for the culture of the giant river prawn Macrobrachium rosenbergii*. Roma: FAO.
- New, M. B., & Singholka, S. (1985). Freshwater prawn farming: A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24(3), 434-437.
- Rivera, P., & Vega, J. (2013). *Crecimiento de Trichomycterus punctulatus "Life", Dormitator latifrons "Pocoche" y Oreochromis niloticus x O. aureus "Tilapia híbrida" en policultivo en dos densidades de siembra en estanques seminaturales*. Tesis Lic. Biología-Pesquera, UNPRG Lambayeque-Perú.
- Salgado, I. (1996). *Efecto de dos dietas con diferente fuente proteica animal en la fase de engorde de Macrobrachium rosenbergii*. Universidad Nacional de Piura.
- Snedecor, G., & Cochram, W. (1967). *Statistical methods* (6 ed.). Ames, Iowa: Iowa State University Press.
- Sokal, R., & Rohlf, J. (1979). *Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Madrid, España: H. Blume Ediciones.
- Steel, R., & Torrie, J. (1988). *Bioestadística: Principios y Procedimientos* (2 ed.). Mexico: Mc. Graw Hill.
- Stickney, R. (1994). Principles of Aquaculture. *John Wiley*, 502.

Vinatea, L. Princípios químicos da qualidade da água. En: Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura. 2a Ed. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, Pp 1-166. 2003.

Zapata, M. (1996). *Crianza del camarón de agua Macrobrachium rosenbergii en la Sub-región de Tumbes*. Proyecto especial Puyango-Tumbes, Ministerio de la Presidencia-INADE, Tumbes.

Zar, J. (1996). *Análisis Bioestadístico* (3 ed.). Estados Unidos: Prentice Hall.

Zimmermann, S., & New, M. B. (2000). *Grow-out systems polyculture and integrated culture*.