



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DEPARTAMENTO
ACADÉMICO DE PESQUERÍA Y ZOOLOGÍA

**Crecimiento de “pacotana” (*Piaractus brachipomus*
♂ x *Colossoma macropomum* ♀) cultivada en tres
densidades de siembra, bajo la modalidad de
policultivo con “tilapia híbrida” (*Oreochromis*
aureus ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀ var. Chitralada)
en estanques seminaturales**

TESIS

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA – PESQUERÍA

Presentada por:

Br. Hoyos Romero Alahyn Curtiss

Br. Lainas Araujo Edwin Jesús.

LAMBAYEQUE – PERÚ

2016

TESIS

Crecimiento de “pacotana” (*Piaractus brachypomus* ♂ x *Colossoma macropomum* ♀) cultivada en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con “tilapia híbrida” (*Oreochromis aureus* ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀ var. Chitralada) en estanques seminaturales

Presentada por:

Br. Hoyos Romero Alahyn Curtiss

Br. Lainas Araujo Edwin Jesús.

Aprobado por:

Dr. Segundo Juan López Cubas

Presidente

Dr. Wilmer Carbajal Villalta

Secretario

Lic. Jorge Luis Cháname Céspedes

Vocal.

MSc. María Victoria Lora Vargas

Patrocinadora

LAMBAYEQUE – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A nuestra familia Jova del Pilar Romero Bustamante, Luz Orihuela Bances, Laura Araujo Morales, José Mercedes Lainas Larraín, Winston Alfredo Lainas Araujo y Angélica María C. Guevara por su constante dedicación y empuje para la realización de nuestra tesis.

A nuestros profesores por la formación académica recibida durante estos cinco años de estudios.

A la Comisión de Regantes de Ferreñafe por el sostén brindado durante el periodo de ejecución de la tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios nuestro padre celestial por habernos mantenido constantes y permitido concretar nuestros objetivos.

De la misma manera agradecer sincera y profundamente a los docentes Msc. María Victoria Lora Vargas y Dr. Segundo Juan López Cubas, por su apoyo, dedicación, orientación y confianza incondicionales durante nuestra carrera y la ejecución de nuestra tesis.

A nuestros padres, por sus consejos, su coraje, su enseñanza, su ejemplo y habernos dado la más grande herencia que hayamos podido recibir “La Educación”.

A Marco Antonio Montero Tuesta un amigo incondicional el cual estuvo en todo momento brindándonos su ayuda.

ÌNDICE

INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xì
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y METODOS	5
II. RESULTADOS	19
1. Crecimiento de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀	19
2. Crecimiento de <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada	25
3. Producción	31
4. Factor de Conversión y Eficiencia Alimenticia	36
5. Relación Peso – Longitud y Factor de Condición	36
6. Evaluación Económica del Experimento	40
a) Mérito Económico	40
b) Retorno por Sol Invertido	40
7. Características Físico - Químicas del Agua.	40
a) Temperatura	40
b) pH	40
c) Oxígeno Disuelto	40
d) Transparencia	43
IV DISCUSIÓN	45
V CONCLUSIONES	55
VI RECOMENDACIONES	56
VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño Experimental, Denominación de Estanques, Densidad, Longitudes y Pesos medios de siembra, y población total de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, en la modalidad de policultivo en estanques seminaturales, enero – julio 2015.....	11
Tabla 2. Longitudes y pesos medios de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....	20
Tabla 3. Análisis de varianza para determinar el efecto de la densidad, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....	22
Tabla 4. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre longitudes promedio de cada tratamiento de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, bajo la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....	23
Tabla 5. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre pesos promedio de cada tratamiento de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, bajo la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....	24
Tabla 6. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre longitudes (A) y pesos (B) de cada tratamiento de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, bajo la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....	26
Tabla 7. Longitudes y pesos medios de <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, enero – julio 2015.....	28
Tabla 8. Análisis de varianza para determinar el efecto de la densidad, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, enero – julio 2015.....	30

Tabla 9. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre longitudes promedio de cada tratamiento de <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo con <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, enero – julio 2015.....	32
Tabla10. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre pesos promedio de cada tratamiento de <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo con <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, enero – julio 2015.....	33
Tabla11. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre las longitudes (A) y pesos (B) promedio de <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada de cada tratamiento, bajo la modalidad de policultivo con <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, enero – julio 2015.....	34
Tabla12. Producción total (kg), Bruta (kg/ha) y Neta (kg/ha) por tratamiento y total de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, bajo la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero julio 2015.....	37
Tabla13. Cantidad de alimento mensual, factor de conversión alimentici, eficiencia alimentaria por tratamiento de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, bajo la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....	38
Tabla14. Parámetros de la relación peso - longitud, factor de condición alométrico comparativo y prueba de t para el exponente b de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo, enero – julio 2015.....	39
Tabla15. Análisis de covarianza para la relación peso - longitud de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo, enero – julio 2015.....	39
Tabla 16. Merito económico por tratamiento de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo, enero – julio 2015.....	41
Tabla17. Retorno por sol invertido tratamiento de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo, enero – julio 2015.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los Estakes de policultivo de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada en el Centro Poblado Menor “Las Lomas” de Checlefe, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque.....	6
Figura 2. Estanques seminaturales para el policultivo de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada.....	7
Figura 3. Traslado de alevinos en baldes y bolsas plásticas desde el Laboratorio Fish & Aquaculture hasta los estanques de cultivo.....	8
Figura 4. Control biométrico de la sub-muestra de alevinos de peces.....	9
Figura 5. Siembra de alevinos de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada en cada estanque de policultivo, Centro Poblado Menor “Las Lomas”, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque.....	10
Figura 6. Captura con chinchorro de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, para el registro mensual del crecimiento.....	13
Figura 7. Control biométrico del crecimiento en longitud y peso de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada.....	14
Figura 8. Medición de parámetros físico-químicos del agua de los estanques de policultivo de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ “pacotana” y <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada.....	16
Figura 9. Variaciones mensuales de Longitud (A), Peso (B) de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀ “pacotana”, en la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....	21
Figura 10. Variación de incrementos medios mensuales en Longitud (A) y Peso (B) de <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, en la modalidad de policultivo con <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....	27
Figura 11. Variaciones mensuales del Crecimiento en Longitud (A) y Peso (B) de <i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada, en la modalidad de policultivo con <i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀, enero – julio 2015.....	29

Figura 12. Variación de incrementos medios mensuales en Longitud (A) y Peso (B) de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀; en la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....35

Figura 13. Variación de la producción total (kg), Bruta (kg/ha) y Bruta (kg/ha) por tratamiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....37

Figura 14. Variaciones mensuales de la Temperatura (A) y pH (B) del agua de los estanques de policultivo de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....42

Figura 15. Variaciones mensuales de Oxígeno Disuelto (A) y Transparencia (B) del agua de los estanques de policultivo de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.....44

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de *Piaractus brachypomus* ♂ x *Colossoma macropomum* ♀ y *Oreochromis aureus* ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀ var. Chitralada, en la modalidad de policultivo, para lo cual se desarrolló el Diseño Experimental de Estímulo Creciente con tres tratamientos sin repetición, en estanques de 100 m²: 4,5 peces/m² (Estanque 1), 5,0 peces/m² (Estanque 2) y 5,5 peces/m² (Estanque 3). Los peces fueron alimentados con balanceado 45 % de proteína al inicio y 28 % al final del cultivo; se hicieron controles biométricos mensuales del crecimiento y se aplicó análisis de variancia y prueba de Tukey, para evidenciar diferencias significativas; también se hicieron análisis físico-químicos del agua, quincenalmente.

El crecimiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada fue afectado por la densidad de siembra en relación inversa, siendo mejor en la densidad de 4,5 peces/m²: 267,10 mm y 257,01 g y 230,27 mm y 232,84 g, respectivamente; pero el crecimiento de los peces no alcanzó el nivel asintótico al sexto mes de cultivo. La mayor producción bruta correspondió a la densidad de 5 peces/m²: 11 327,90 kg/ha; este tratamiento también presentó el mejor factor de conversión (1,26), la mayor eficiencia alimenticia (81,0 %) y la mejor performance económica. Las características físico-químicas del agua de los estanques se encontraron dentro de los rangos de buen crecimiento de los peces.

Palabras clave: Policultivo, *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, densidad de siembra.

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the effect of planting density on the growth of *Piaractus brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ and *Oreochromis aureus* ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀ var. Chitralada, in the form of polyculture, which was developed for the Experimental Design Stimulus Growing with three treatments without repetition, in ponds of 100 m²: 4.5 fish / m² (Pond 1), 5.0 fish / m² (Pond 2) and 5.5 fish / m² (Pond 3). The fish were fed 45% protein balanced at the beginning and 28% at the end of the crop; monthly growth biometric checks were made and analysis of variance and Tukey test was applied to demonstrate significant differences; physico-chemical water analysis was also made every two weeks.

The growth of *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ and *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ x var. Chitralada was affected by planting density inversely, being better in the density of 4.5 fish / m²: 267.10 mm and 257.01 g and 230.27 mm and 232.84 g, respectively; but the growth of fish asymptotic level not reached the sixth month of cultivation. The higher gross production corresponded to the density of 5 fish / m²: 11,327.96 kg / ha; this treatment also presented the best conversion factor (1.26), the largest feed efficiency (81.0%) and better economic performance. The physico-chemical characteristics water ponds were within the ranges of good fish growth.

Keywords: Policultivo, *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ and *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, planting density.

I. INTRODUCCIÓN

Etimológicamente Acuicultura “es el cultivo del agua” y persigue la administración y producción de los recursos hidrobiológicos que se pueden criar en cautiverio, constituyéndose en una fuente alternativa de proteína para la seguridad alimentaria mundial y a su vez, como una actividad generadora de empleo e ingresos. Es por ello que la actividad acuícola es uno de los sistemas de producción de alimentos que está registrando un crecimiento rápido en todo el mundo y supera lejos a otras actividades productivas.

Dentro de ese conjunto, la piscicultura, definida como aquella actividad dedicada al cultivo de peces bajo el manejo e implementación de buenas prácticas, ha crecido de manera considerable en el departamento de Lambayeque, razón por la cual es fundamental realizar trabajos de investigación en este campo, con la finalidad de definir las mejores técnicas que se ajusten a las condiciones de la región y que brinden un óptimo aprovechamiento de las especies ícticas que se desean cultivar.

Por otro lado en la práctica del cultivo de organismos acuáticos, existen innumerables factores que inciden en la producción del estanque de cultivo, entre los que se encuentran aquellos que afectan el crecimiento de los organismos como: la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, la alimentación, la densidad de confinamiento en los estanques; y otro aspecto relacionado a la modalidad de cultivo.

De manera que se considera que el policultivo es una de las técnicas que

permite el mejor aprovechamiento de la producción natural del estanque, al incluir especies que aprovechan los diferentes niveles de la columna de agua en los cuales se ubican, y que teniendo diferentes hábitos alimenticios, evitan la competencia por el espacio y alimento disponible en el medio acuático. Por ello, De la Lanza *et al.* (1991) (en Navarro, 2002), mencionan que en acuicultura, el policultivo es un sistema muy eficiente para la producción de peces, ya que procura la ocupación de los diferentes nichos ecológicos del estanque con peces de rápido crecimiento, pero que habitan espacios diferentes en una misma masa de agua, lo que repercutirá favorablemente en los rendimientos de producción, así como en el total aprovechamiento del espacio y alimento del cuerpo de agua.

Bajo estas premisas, en la presente investigación se planteó la utilización de “tilapia híbrida” (*O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada), especie que habita los niveles superiores de la columna de agua, es omnívoro y filtrador, así como el híbrido *Piaractus brachypomus* ♂ x *Colossoma macropomum* ♀ “pacotana”, pez que habita los niveles medio y bajos de la columna de agua y es de régimen omnívoro.

En relación a este aspecto, en el departamento de Lambayeque se han realizado experiencias de policultivos por: Acosta y Farfán (2015), que en policultivo de *Piaractus brachypomus* “paco” con *Oreochromis spp.* “tilapia híbrida”, reportaron longitudes de 240,40 mm y pesos de 239,70 g para el carácido, mientras que para el híbrido de tilapia se alcanzaron promedios de 230,16 mm y 269,02 g, luego de ser cultivados por cinco meses en un sistema

intensivo y en la densidad poblacional de 5 peces/m². En esta misma línea, López y Lora (2015), en policultivo de *Colossoma macropomum* y *Oreochromis spp.*, lograron 157,16 mm y 70,31 g, para la primera y 231,30 mm y 285,20 g para la segunda, en la densidad total de 6,5 peces/m², durante cinco meses, suplementados con balanceado de purina. Finalmente, López *et al* (2011), implementaron un policultivo con dos especies introducidas: “tilapia híbrida” (*Oreochromis niloticus* var. Stirling x *Oreochromis aureus*) y “pacotana” (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) y una nativa: “pocoche” (*Dormitator latifrons*), alimentados con dieta balanceada, lograron, luego de seis meses, pesos promedio de: 274,50 g, 293,20 g y 41,02 g, respectivamente, en la densidad total de 3,20 peces/m².

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se creyó pertinente ejecutar el presente proyecto de investigación, titulado: Crecimiento de “pacotana” (*Piaractus brachypomus* ♂ x *Colossoma macropomum* ♀) cultivada en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con “tilapia híbrida” (*Oreochromis aureus* ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀ var. Chitralada) en estanques seminaturales, el cual tuvo como objetivos: Determinar y comparar el crecimiento de *Piaractus brachypomus* ♂ x *Colossoma macropomum* ♀ “pacotana” y *Oreochromis aureus* ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀ var. Chitralada “tilapia híbrida” en diferentes densidades de policultivo y seleccionar el tratamiento que brinde el mejor rendimiento; para ello se planteó el problema: ¿Cómo afecta la densidad de siembra al crecimiento de “pacotana” (*P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀) y “tilapia híbrida” (*O. aureus* ♂ x *O.*

niloticus ♀ var. Chitralada) en la modalidad de policultivo en estanques seminaturales?, formulándose la hipótesis, si el crecimiento de los peces es afectado por la densidad de confinamiento en relación inversa, entonces el crecimiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ “pacotana” y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada “tilapia híbrida” en estanques seminaturales, será mayor en la densidad más baja; desarrollándose para su contrastación el Diseño Experimental de Estimulo Creciente.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se ejecutó entre los meses de enero a julio de 2015, en el Centro Poblado Menor “Las Lomas” de Checlefe, el cual pertenece al distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque; y se encuentra ubicado a 6° 36´ 2,6” LS y 79° 49´ 21,4” LW, a una altitud de 31 msnm, en el km 6,2 Carretera 107 (Ferreñafe – Punto cuatro) (Fig. 1). Para tal fin se acondicionó tres estanques con un área de 100 m² y una profundidad media de 1m cada uno, llenándolos hasta alcanzar una columna de agua de 0,80 m (Fig. 2). Dichos estanques de cultivo se abastecieron con agua de regadío procedente del canal “Checlefe derecho”, que es una de las ramas del canal “Taimy”.

Las poblaciones de peces estuvieron conformadas por alevinos de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ “pacotana” y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada “tilapia híbrida”, los mismos que se obtuvieron del laboratorio particular “Fish & Aquaculture” ubicado en el distrito de Zaragoza, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín; se consideró una muestra de 600 alevinos de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ “pacotana” y 900 ejemplares de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada “tilapia híbrida”, los que fueron transportados hasta el Centro Poblado “Las Lomas” en bolsas plásticas con oxígeno dentro de baldes plásticos de 18 L (Fig. 3); de cada grupo de peces se extrajo una sub-muestra para su correspondiente control biométrico, registrándose para *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ un peso promedio de 0,60 g y una longitud media de

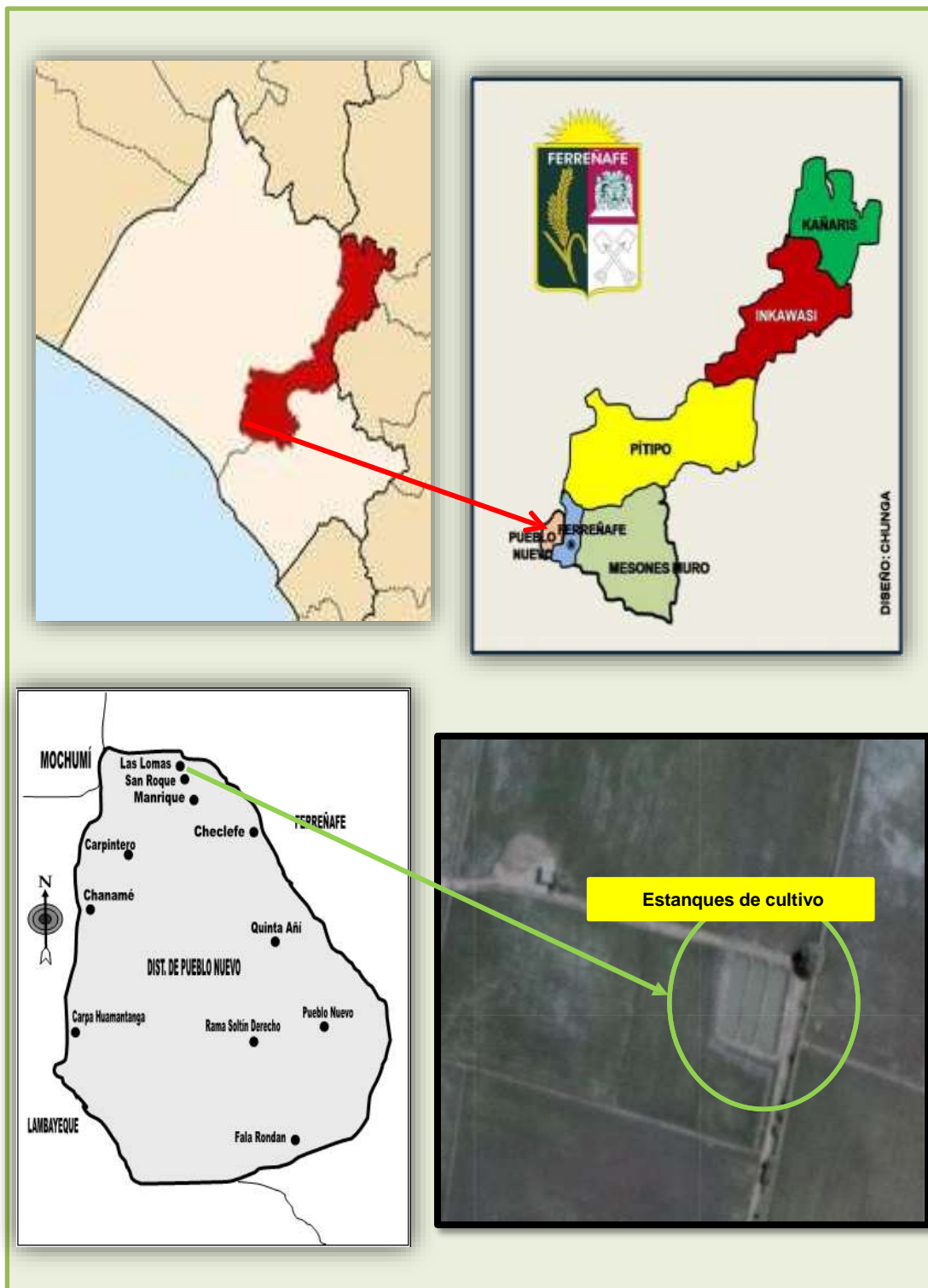


Figura 1. Ubicación de los Estaqués de policultivo de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada en el Centro Poblado Menor “Las Lomas” de Checlefe, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque.

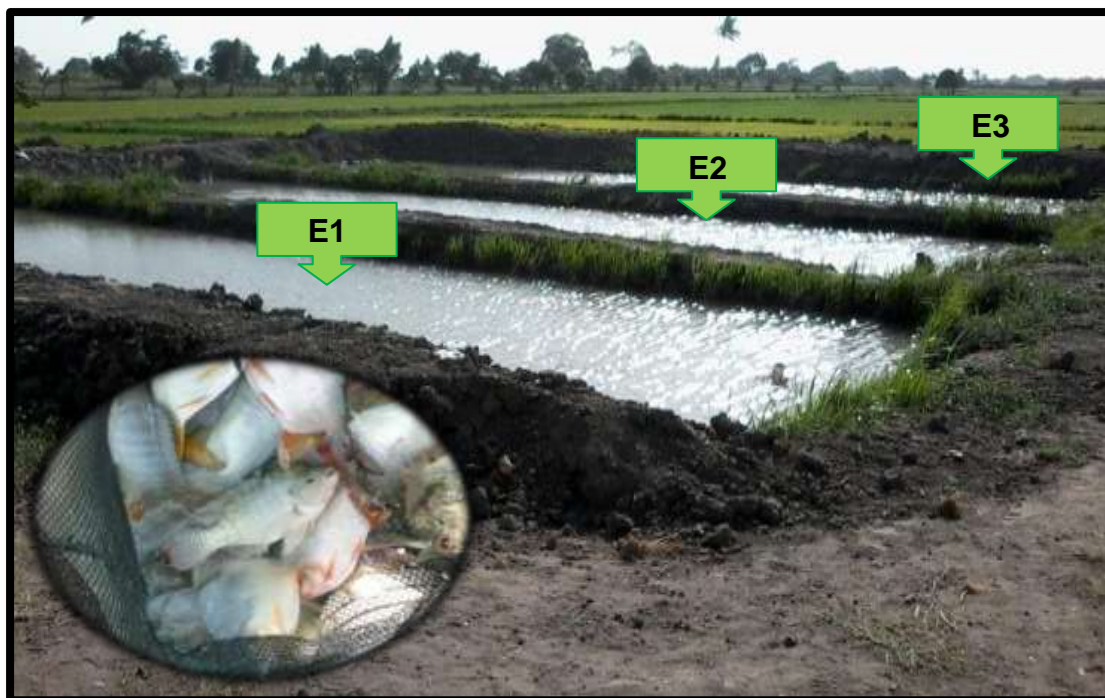


Figura 2. Estanques seminaturales para el policultivo de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada



Figura 3. Traslado de alevinos en baldes y bolsas plásticas desde el Laboratorio Fish & Aquaculture hasta los estanques de cultivo.

34,40 mm, así mismo los alevinos de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada llegaron con un peso y longitud media de 0,34 g y 25,08 mm (E1), 0,30 g y 25,00 mm (E2) 0,33 g y 24,98 mm (E3). Posteriormente los peces se distribuyeron en cada uno de los tres estanques (Fig. 4).

La siembra de los peces se realizó de forma escalonada, primero se colocaron los ejemplares de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada y 30 días después se procedió a sembrar los alevinos de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ (Fig. 5).

Para la verificación de la hipótesis planteada en el presente proyecto, se utilizó el Diseño Experimental de Estímulo Creciente con tres tratamientos sin repetición (Tabla 1), variándose la densidad poblacional en cada uno de los estanques: 4,5 peces/m² (Estanque1), 5,0 peces/m² (Estanque 2) y 5,5 peces/m² (Estanque 3). La densidad de “pacotana” se alteró de 1,5 peces/m² (Estanque 1), 2 peces/m² (Estanque 2) y 2,5 peces/m² (Estanque 2); mientras que la densidad de “tilapia híbrida” se mantuvo en 3 peces/m², en todos los tratamientos.

En el Estanque 1 se sembraron un total de 450 peces, en el Estanque 2 se colocaron 500 peces y 550 peces se confinaron en el Estanque 3, siendo las poblaciones de “pacotana” de 150, 200 y 250 peces, respectivamente; las poblaciones de “tilapia híbrida” fueron de 300 peces en cada estanque de cultivo.



Figura 4. Control biométrico de la sub-muestra de alevinos de peces.



Figura 5. Siembra de alevines de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada en cada estanque de policultivo, Centro Poblado Menor “Las Lomas”, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque.

Tabla 1. Diseño Experimental, Denominación de Estanques, Densidad, Longitudes y Pesos medios de siembra, y población total de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, en la modalidad de policultivo en estanques seminaturales, enero – julio 2015.

ESTANQUES	PACOTANA			TILAPIA HÍBRIDA			Densidad Total (peces/m ²)	Población total
	Densidad (peces/m ²)	Lt (mm)	Pt (g)	Densidad (peces/m ²)	Lt (mm)	Pt (g)		
E1	1,50	34,38	0,59	3,00	25,08	0,34	4,50	450
E2	2,00	34,40	0,60	3,00	25,00	0,30	5,00	500
E3	2,50	34,41	0,58	3,00	24,98	0,33	5,50	550

Lt: Longitud total
 Pt: Peso total
 mm: milímetros
 g: gramos

La alimentación de los peces se realizó empleando alimento balanceado de las marcas Aquatech y Purina (Purutilapia). Durante el primer mes se alimentó a los peces con Aquatech de 45% de proteína: los 15 primeros días con balanceado en polvo a razón del 20% de la biomasa y los 15 días restantes con granulado (1,5 mm) a razón del 15%. Luego en el segundo y tercer mes se empleó Purutilapia de 40% de proteína a razón del 6% y 4% de la biomasa. El cuarto mes se suministró Purutilapia de 32% de proteína a razón del 3% de la biomasa; para luego en el quinto y sexto mes proporcionar Purutilapia de 28% de proteína, a razón del 2,5% y 1,5% de la biomasa, respectivamente. La entrega del alimento se hizo al boleó en triple horario: 9:00, 12:00 y 16:00 horas.

Para llevar a cabo el control del crecimiento de los individuos en estudio, se tomó una muestra homogénea mensual de cada estanque, de 25 ejemplares de “pacotana” y 30 peces “tilapia híbrida”, empleando un chinchorro de malla anchovetera de 10 m de largo y 1,5 m de altura (Fig. 6). Se registró longitud total en milímetros (mm) y peso total en gramos (g), con la ayuda de un ictiómetro y una balanza analítica Henkel de 0,1 g de sensibilidad, respectivamente (Fig. 7).

Para el control de los parámetros físico – químicos, diariamente se midió la temperatura ambiental y la del agua de los estanques, con un termómetro



Figura 6. Captura con chinchorro de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, para el registro mensual del crecimiento.



Figura 7. Control biométrico del crecimiento en longitud y peso de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada.

protegido (-10 °C a 120 °C), en tres horarios: 8:00, 13:00 y 17:00 horas. Las mediciones de pH se efectuaron quincenalmente con la ayuda de un potenciómetro Hanna HI 98103 B. La transparencia en la columna de agua fue medida semanalmente, utilizándose para tal fin, un Disco de Secchi graduado en centímetros. La concentración de oxígeno disuelto, se registró cada quince días, empleándose para su determinación la metodología propuesta por Boyd (1990) (Fig. 8).

Al término del periodo de cultivo, para determinar el efecto de los tratamientos así como del tiempo sobre el crecimiento de los peces, se aplicó el análisis de variancia (Ostle, 1994), para un modelo factorial de dos factores fijos:

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

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.

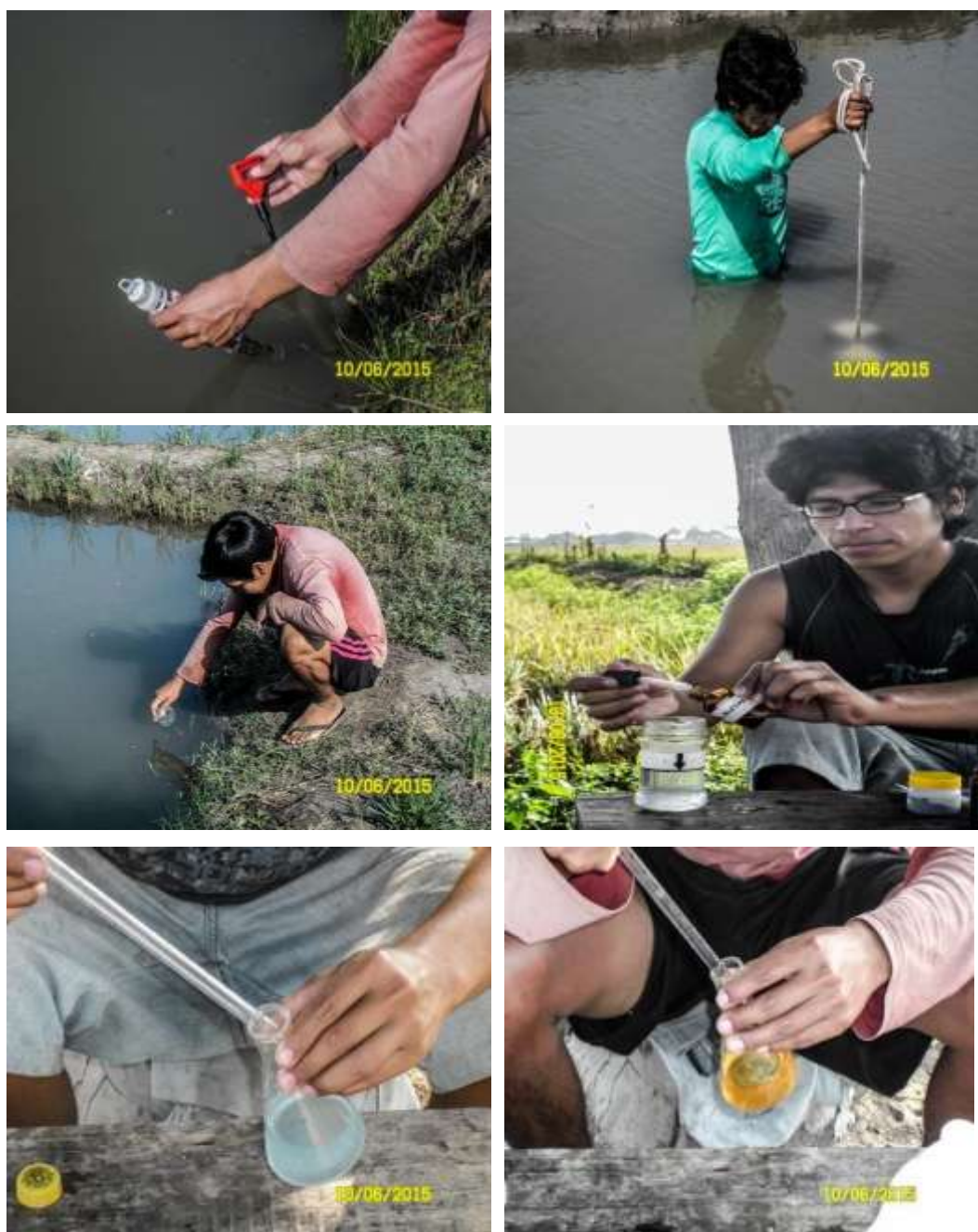


Figura 8. Medición de parámetros físico-químicos del agua de los estanques de policultivo de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ “pacotana” y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: El factor densidad de siembra, el tiempo y su interacción no afectan el crecimiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ “pacotana” y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada “tilapia híbrida”.

Ha: El factor densidad de siembra, el tiempo y su interacción, si afectan el crecimiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ “pacotana” y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada “tilapia híbrida”.

Tomando las decisiones de acuerdo a:

Aceptar Ho si P es mayor que 0,05.

Aceptar Ha si P es menor que 0,05.

Luego, a fin de conocer a favor de que tratamiento se presentaron las diferencias significativas en cuanto al crecimiento, se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

Por otro lado, se estimaron los parámetros de la ecuación peso-longitud para cada tratamiento y se compararon mediante el análisis de covarianza (Zar, 1999). Asimismo, se aplicó la prueba de t para el exponente b (Snedecor and Cochran, 1967), para establecer si estadísticamente es diferente de tres y así poder establecer el tipo de crecimiento.

El análisis económico se realizó a través del cálculo del Mérito Económico y Retorno por Sol Invertido.

Los datos obtenidos de longitud y peso de los muestreos fueron procesados en una computadora marca TOSHIBA con procesador Intel COREL I5, en donde haciendo uso de los programas MINITAP 16 y EXCEL 2010 se llevó a cabo los test estadísticos mencionados, con un nivel de significancia de 0,05.

III. RESULTADOS

1. Crecimiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀.

Al finalizar el estudio, luego de 150 días de cultivo, *P. brachypomus* ♂ x *Colossoma macropomum* ♀ registró el mejor crecimiento en el Estanque 1, el cual poseía la densidad total más baja (4,5 peces/m²), siendo su densidad de 1,5 peces/m²: 267,10 mm y 257,01 g (Tabla 2). Gráficamente se puede observar que las diferencias en el crecimiento entre tratamientos, empezaron a marcarse a partir del segundo mes de cultivo (Fig. 9), manteniéndose favorables para el tratamiento antes mencionado hasta la culminación del experimento.

Mediante el análisis de varianza aplicado para longitud y peso, se estableció diferencias significativas entre sus valores en los tres tratamientos y que efectivamente el crecimiento estuvo influenciado por el factor densidad de siembra, el tiempo y la interacción de los mismos (Tabla 3).

La prueba de Tukey demostró que el crecimiento en longitud (Tabla 4) y peso (Tabla 5), no difiere entre las densidades totales de 4,5 y 5,0 peces/m², salvo en los meses 3 y 4, en cambio, ambos tratamientos superan el crecimiento de los peces en la densidad total de 5,5 peces/m² a partir del tercer mes de cultivo hasta el final.

Al evaluar el crecimiento mensual mediante la prueba de Tukey, se

Tabla 2. Longitudes y pesos medios de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Estanque 1			
Tiempo	n	Longitud (mm)	Peso Pt
Inicio	150	34,38 ± 2,37	0,59 ± 0,1
Mes 1	25	82,88 ± 7,95	7,79 ± 2,41
Mes 2	25	147,60 ± 15,64	46,88 ± 13,94
Mes 3	25	211,96 ± 15,71	164,17 ± 38,87
Mes 4	25	248,72 ± 17,94	226,06 ± 49,43
Mes 5	25	267,10 ± 17,40	257,01 ± 46,20
Estanque 2			
Inicio	200	34,40 ± 2,38	0,60 ± 0,11
Mes 1	25	85,28 ± 12,41	8,76 ± 3,68
Mes 2	25	139,28 ± 17,60	40,54 ± 14,09
Mes 3	25	193,48 ± 12,92	117,36 ± 26,04
Mes 4	25	238,72 ± 14,64	204,93 ± 40,85
Mes 5	25	261,34 ± 14,28	248,71 ± 38,45
Estanque 3			
Inicio	250	34,41 ± 2,37	0,58 ± 0,10
Mes 1	25	75,48 ± 4,90	6,00 ± 1,47
Mes 2	25	132,92 ± 9,04	33,70 ± 6,18
Mes 3	25	188,84 ± 15,30	110,84 ± 27,73
Mes 4	25	226,56 ± 10,27	172,09 ± 26,28
Mes 5	25	245,80 ± 9,79	202,72 ± 25,45

mm: milímetros

g: gramos

n: Número de individuos de la muestra.

±: Valor de desviación estándar.

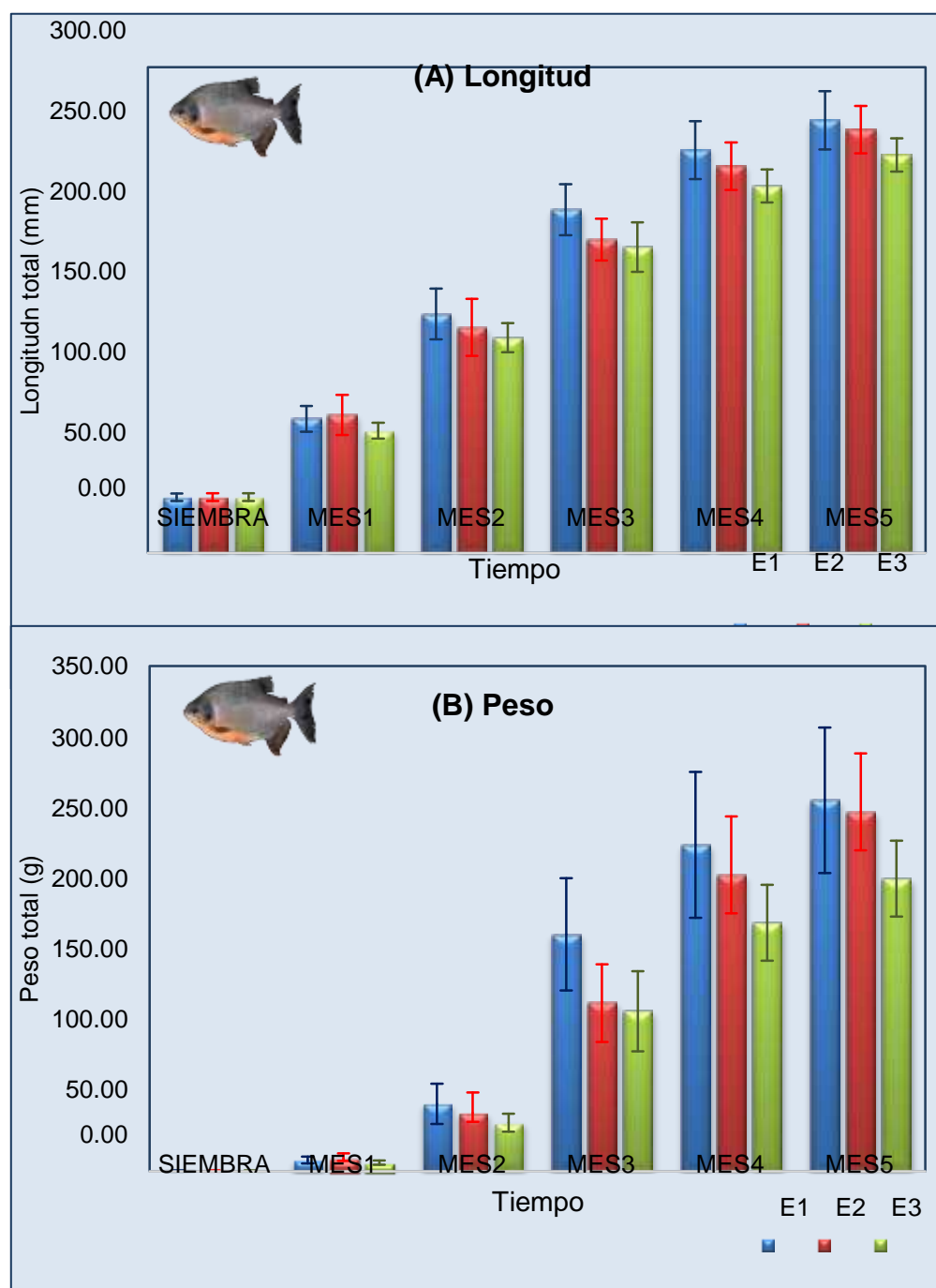


Figura 9. Variaciones mensuales de Longitud (A), Peso (B) de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ “pacotana”, en la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Tabla 3. Análisis de varianza para determinar el efecto de la densidad, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Fuentes de variación	Longitud		Peso	
	F	P	F	P
Densidad	52,64	0,00*	44,31	0,00*
Tiempo	2113,58	0,00*	832,43	0,00*
Interacción	2,68	0,01*	6,56	0,00*

Fc: Valor de prueba de F.

*: Valor significativo $P < 0,05$.

Tabla 4. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre longitudes promedio de cada tratamiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Longitudes medias				
Tiempo	E1	E2	Residuo	DMS
Mes 1	82,88	85,28	2,40	9,65
Mes 2	147,60	139,28	8,32	9,65
Mes 3	211,96	193,48	18,48*	9,65
Mes 4	248,72	238,72	10,00*	9,65
Mes 5	267,10	261,34	5,76	9,65
	E1	E3		
Mes 1	82,88	75,48	7,40	9,65
Mes 2	147,60	132,92	14,68*	9,65
Mes 3	211,96	188,84	23,12*	9,65
Mes 4	248,72	226,56	22,16*	9,65
Mes 5	267,10	245,80	21,30*	9,65
	E2	E3		
Mes 1	85,28	75,48	8,51	9,65
Mes 2	139,28	132,92	6,36	9,65
Mes 3	193,48	188,84	4,64	9,65
Mes 4	238,72	226,56	12,16*	9,65
Mes 5	261,34	245,80	15,54*	9,65

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey.

*: Valor Significativo al 0,05.

Tabla 5. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre pesos promedio de cada tratamiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Pesos medios				
Tiempo	E1	E2	Residuo	DMS
Mes 1	7,79	8,76	0,97	20,96
Mes 2	46,88	40,54	6,34	20,96
Mes 3	164,17	117,36	46,81*	20,96
Mes 4	226,06	204,93	21,13*	20,96
Mes 5	257,01	248,71	8,29	20,96
	E1	E3		
Mes 1	7,79	6,00	1,79	20,96
Mes 2	46,88	33,70	13,18	20,96
Mes 3	164,17	110,84	53,33*	20,96
Mes 4	226,06	172,09	53,97*	20,96
Mes 5	257,01	202,72	54,29*	20,96
	E2	E3		
Mes 1	8,76	6,00	2,76	20,96
Mes 2	40,54	33,70	6,84	20,96
Mes 3	117,36	110,84	6,52	20,96
Mes 4	204,93	172,09	32,84*	20,96
Mes 5	248,71	202,72	46,00*	20,96

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

concluyó que tanto en longitud (Tabla 6 A) como en peso (Tabla 6 B), este fue significativo durante todos los meses de cultivo para los tres tratamientos.

Las tasas de crecimiento mensual mostraron un comportamiento similar en las tres densidades de siembra, en donde los incrementos mensuales en longitud y peso fueron aumentando hasta el tercer mes del periodo experimental, para luego ir decreciendo hasta el término del cultivo; presentándose los mayores incrementos en el Estanque 1 (4,5 peces/m²) (Fig. 10).

2. Crecimiento de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada

Esta especie fue cultivada por un periodo de seis meses, observándose al finalizar el mismo, que se evidenciaron diferencias en el crecimiento de los peces entre los tres tratamientos (Tabla 7), correspondiendo a la densidad total de 4,5 peces/m² (Estanque 1), la mejor longitud y peso promedio: 230,27 mm y 232,84 g. Estas diferencias en el crecimiento a favor de la menor densidad de confinamiento, se empezaron a establecer a partir del segundo mes de cultivo (Fig. 11), manteniéndose así hasta culminar el trabajo de investigación.

El análisis de varianza (Tabla 8) determinó que el crecimiento en peso de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada se vio afectado por los factores densidad, tiempo y la interacción de ambos; sin embargo, el crecimiento en longitud solo fue influido por la densidad y el tiempo, pero no por su interacción.

Tabla 6. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre longitudes (A) y pesos (B) de cada tratamiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

A					B				
Longitud					Peso				
Tiempo	E1		Residuo	DMS	Tiempo	E1		Residuo	DMS
Mes 1- Mes 2	82,88	147,60	64,72*	9,81	Mes 1- Mes 2	7,79	46,88	39,08*	22,92
Mes 2- Mes 3	147,60	211,96	64,36*	9,81	Mes 2- Mes 3	46,88	164,17	117,29*	22,92
Mes 3- Mes 4	211,96	248,72	36,76*	9,81	Mes 3- Mes 4	164,17	226,06	61,89*	22,92
Mes 4- Mes 5	248,72	267,10	18,38*	9,81	Mes 4- Mes 5	226,06	257,01	30,95*	22,92

E2					E2				
Mes 1- Mes 2	85,28	139,28	54,00*	9,81	Mes 1- Mes 2	8,76	40,54	31,77*	22,92
Mes 2- Mes 3	139,28	193,48	54,20*	9,81	Mes 2- Mes 3	40,54	117,36	76,82*	22,92
Mes 3- Mes 4	193,48	238,72	45,24*	9,81	Mes 3- Mes 4	117,36	204,93	87,57*	22,92
Mes 4- Mes 5	238,72	261,34	22,62*	9,81	Mes 4- Mes 5	204,93	248,71	43,79*	22,92

E3					E3				
Mes 1- Mes 2	75,48	132,92	57,44*	9,81	Mes 1- Mes 2	6,00	33,70	27,70*	22,92
Mes 2- Mes 3	132,92	188,84	55,92*	9,81	Mes 2- Mes 3	33,70	110,84	77,14*	22,92
Mes 3- Mes 4	188,84	226,56	37,72*	9,81	Mes 3- Mes 4	110,84	172,09	61,26*	22,92
Mes 4- Mes 5	226,56	245,80	19,24*	9,81	Mes 4- Mes 5	172,09	202,72	30,63*	22,92

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey.

*: Valor significativo al 0,05.

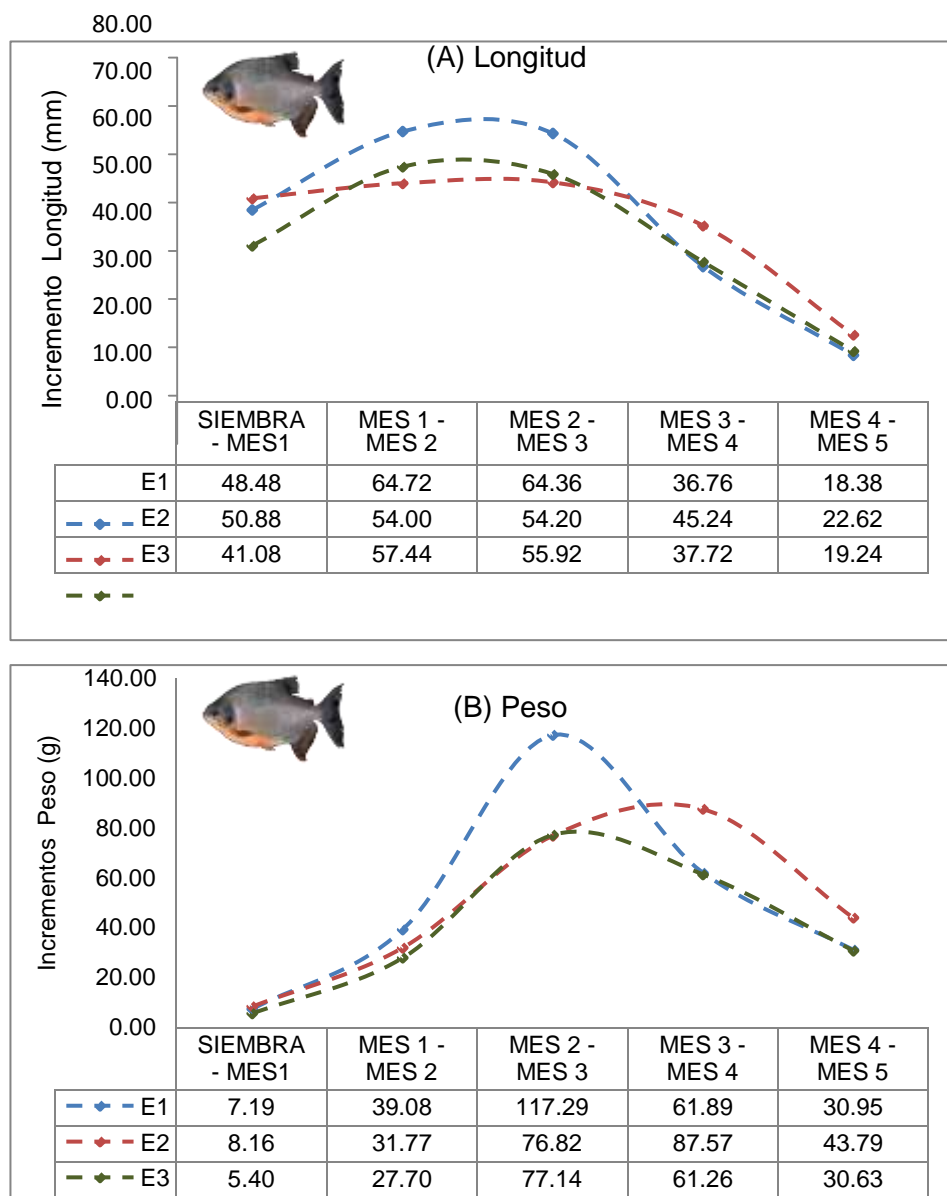


Figura 10. Variación de incrementos medios mensuales en Longitud (A) y Peso (B) de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, en la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Tabla 7. Longitudes y pesos medios de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, enero – julio 2015.

Estanque 1			
Tiempo	n	Longitud (mm)	Peso (g)
Inicio	300	25,08 ± 2,67	0,34 ± 0,02
Mes 1	30	68,53 ± 4,23	6,36 ± 1,31
Mes 2	30	107,57 ± 8,07	24,59 ± 5,98
Mes 3	30	146,10 ± 14,07	65,52 ± 18,33
Mes 4	30	182,53 ± 19,52	138,58 ± 50,43
Mes 5	30	214,73 ± 14,01	202,00 ± 40,29
Mes 6	30	230,27 ± 13,10	232,84 ± 38,71
Estanque 2			
Inicio	300	25,00 ± 2,68	0,30 ± 0,02
Mes 1	30	66,97 ± 4,74	5,86 ± 1,34
Mes 2	30	104,33 ± 9,68	21,04 ± 5,90
Mes 3	30	141,97 ± 12,33	56,30 ± 14,49
Mes 4	30	167,10 ± 16,37	100,14 ± 34,61
Mes 5	30	204,27 ± 18,63	174,64 ± 54,33
Mes 6	30	223,49 ± 18,86	211,79 ± 54,11
Estanque 3			
Inicio	300	24,98 ± 2,63	0,33 ± 0,02
Mes 1	30	59,07 ± 7,40	4,06 ± 1,53
Mes 2	30	100,10 ± 8,43	18,00 ± 4,70
Mes 3	30	137,27 ± 10,45	51,88 ± 12,40
Mes 4	30	165,17 ± 11,47	97,86 ± 24,76
Mes 5	30	200,93 ± 3,21	158,73 ± 32,62
Mes 6	30	217,58 ± 14,02	188,49 ± 32,91

mm: milímetros

g: gramos

n: Número de individuos de la muestra.

±: Valor de desviación estándar.

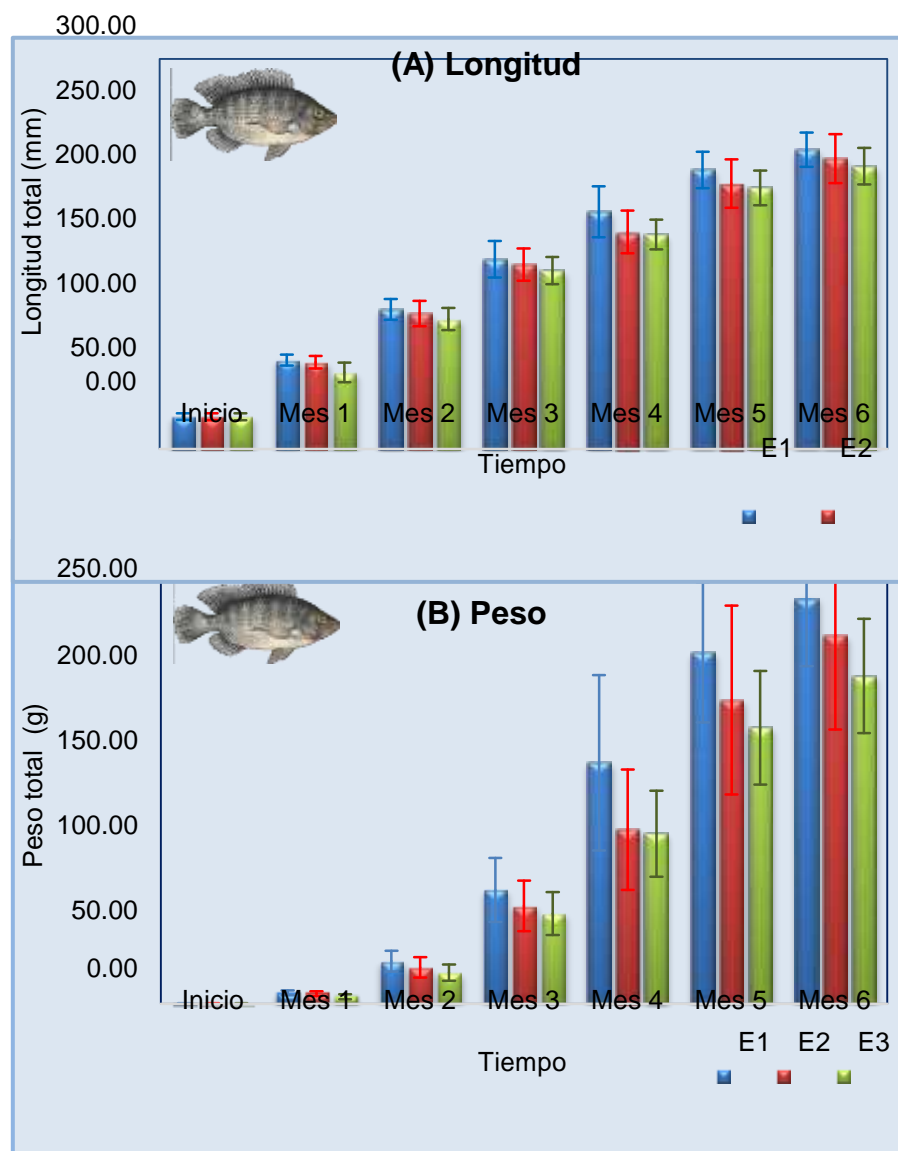


Figura 11. Variaciones mensuales del Crecimiento en Longitud (A) y Peso (B) de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, en la modalidad de policultivo con *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, enero – julio 2015.

Tabla 8. Análisis de varianza para determinar el efecto de la densidad, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo con *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, enero – julio 2015.

Fuentes de variación	Longitud		Peso	
	F	P	F	P
Densidad	36,87	0,00*	32,54	0,00*
Tiempo	2003,47	0,00*	706,14	0,00*
Interacción	1,35	0,20	3,80	0,00*

Fc: Valor de F calculado.

*: Valor significativo $P < 0,05$.

Según la prueba de Tukey, el crecimiento en longitud (Tabla 9) y peso (Tabla 10) de los peces en la densidad de 4,5 peces/m² (Estanque 1), superó a la densidad de 5 peces/m² (Estanque 2) en los meses 4 y 5 y a la densidad de 5,5 peces/m² durante todo el proceso de cultivo; además, entre estos dos últimos tratamientos no hubo diferencias significativas en el crecimiento.

En cuanto al crecimiento mes a mes, la prueba de Tukey determinó que en longitud (Tabla 11 A), el crecimiento fue significativo durante todos los meses de cultivo y en peso (Tabla 11 B), el crecimiento significativo ocurrió a partir del tercer mes de cultivo, en los tres tratamientos.

Los incrementos mensuales en el crecimiento permitieron establecer que, en longitud, sus valores, de manera general, observaron la tendencia a disminuir conforme avanzó el período de cultivo; sin embargo, en peso, se incrementaron hasta el quinto mes de cultivo, para luego decaer ostensiblemente en el sexto mes. Las mejores tasas de incremento se presentaron en la densidad poblacional de 4,5 peces/m² (Fig. 12).

3. Producción

La producción total obtenida para cada estanque de cultivo fue de: Estanque 1: 108,40 kg, correspondiendo 38,55 kg de “pacotana” y 69,85 kg de “tilapia híbrida”, para el Estanque 2: 113,28 kg, siendo 49,74 kg de “pacotana” y 63,54 kg de “tilapia híbrida” y finalmente para el Estanque 3: 107,23 kg, de los cuales 50,68 kg fueron de “pacotana” y 56,55 de “tilapia híbrida”. (Tabla 12).

Tabla 9. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre longitudes promedio de cada tratamiento de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo con *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, enero – julio 2015.

Longitudes medias				
Tiempo	E1	E2	Residuo	DMS
Mes 1	68,53	66,97	1,57	8,21
Mes 2	107,57	104,33	3,23	8,21
Mes 3	146,10	141,97	4,13	8,21
Mes 4	182,53	167,10	15,43*	8,21
Mes 5	214,73	204,27	10,47*	8,21
Mes 6	230,27	223,49	6,78	8,21
	E1	E3		
Mes 1	68,53	59,07	9,47*	8,21
Mes 2	107,57	100,10	7,47	8,21
Mes 3	146,10	137,27	8,83*	8,21
Mes 4	182,53	165,17	17,37*	8,21
Mes 5	214,73	200,93	13,80*	8,21
Mes 6	230,27	217,58	12,69*	8,21
	E2	E3		
Mes 1	66,97	59,07	7,90	8,21
Mes 2	104,33	100,10	4,23	8,21
Mes 3	141,97	137,27	4,70	8,21
Mes 4	167,10	165,17	1,93	8,21
Mes 5	204,27	200,93	3,34	8,21
Mes 6	223,49	217,58	5,90	8,21

DMS: Diferencia Mínima Significativa de Tukey.

*: Valor Significativo al 0,05.

Tabla 10. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre pesos promedio de cada tratamiento de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo con *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, enero – julio 2015.

Tiempo	Pesos medios			DMS
	E1	E2	Residuo	
Mes 1	6,36	5,86	0,50	19,18
Mes 2	24,59	21,04	3,55	19,18
Mes 3	65,52	56,30	9,22	19,18
Mes 4	138,58	100,14	38,44*	19,18
Mes 5	202,00	174,64	27,36*	19,18
Mes 6	232,84	211,79	21,05*	19,18
	E1	E3		
Mes 1	6,36	4,06	2,30	19,18
Mes 2	24,59	18,00	6,59	19,18
Mes 3	65,52	51,88	13,65	19,18
Mes 4	138,58	97,86	40,73*	19,18
Mes 5	202,00	158,73	43,27*	19,18
Mes 6	232,84	188,49	44,35*	19,18
	E2	E3		
Mes 1	5,86	4,06	1,80	19,18
Mes 2	21,04	18,00	3,04	19,18
Mes 3	56,30	51,88	4,43	19,18
Mes 4	100,14	97,86	2,29	19,18
Mes 5	174,64	158,73	15,91	19,18
Mes 6	211,79	188,49	23,30*	19,18

DMS: Diferencia Mínima Significativa de Tukey.

*: Valor Significativo al 0,05.

Tabla 11. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre las longitudes (A) y pesos (B) promedio de *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada de cada tratamiento, bajo la modalidad de policultivo con *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, enero – julio 2015.

Longitud media				
Tiempo	E1		Residuo	DMS
	Menor	Mayor		
Mes 1 – Mes 2	68,53	107,57	39,03*	10,11
Mes 2 – Mes 3	107,57	146,10	38,53*	10,11
Mes 3 – Mes 4	146,10	182,53	36,43*	10,11
Mes 4 – Mes 5	182,53	214,73	32,20*	10,11
Mes 5 – Mes 6	214,73	230,27	15,54*	10,11
	E2			
Mes 1 – Mes 2	66,97	104,33	37,37*	10,11
Mes 2 – Mes 3	104,33	141,97	37,63*	10,11
Mes 3 – Mes 4	141,97	167,10	25,13*	10,11
Mes 4 – Mes 5	167,10	204,27	37,17*	10,11
Mes 5 – Mes 6	204,27	223,49	19,22*	10,11
	E3			
Mes 1 – Mes 2	59,07	100,10	41,03*	10,11
Mes 2 – Mes 3	100,10	137,27	37,17*	10,11
Mes 3 – Mes 4	137,27	165,17	27,90*	10,11
Mes 4 – Mes 5	165,17	200,93	35,76*	10,11
Mes 5 – Mes 6	200,93	217,58	16,65*	10,11

Peso medio				
Tiempo	E1		Residuo	DMS
	Menor	Mayor		
Mes 1 – Mes 2	6,36	24,59	18,23	23,63
Mes 2 – Mes 3	24,59	65,52	40,93*	23,63
Mes 3 – Mes 4	65,52	138,58	73,06*	23,63
Mes 4 – Mes 5	138,58	202,00	63,41*	23,63
Mes 5 – Mes 6	202,00	232,84	30,84*	23,63
	E2			
Mes 1 – Mes 2	5,86	21,04	15,19	23,63
Mes 2 – Mes 3	21,04	56,30	35,26*	23,63
Mes 3 – Mes 4	56,30	100,14	43,84*	23,63
Mes 4 – Mes 5	100,14	174,64	74,50*	23,63
Mes 5 – Mes 6	174,64	211,79	37,15*	23,63
	E3			
Mes 1 – Mes 2	4,06	18,00	13,94	23,63
Mes 2 – Mes 3	18,00	51,88	33,87*	23,63
Mes 3 – Mes 4	51,88	97,86	45,98*	23,63
Mes 4 – Mes 5	97,86	158,73	60,87*	23,63
Mes 5 – Mes 6	158,73	188,49	29,77*	23,63

DMS: Diferencia Mínima Significativa de Tukey. *: Valor Significativo al 0,05.

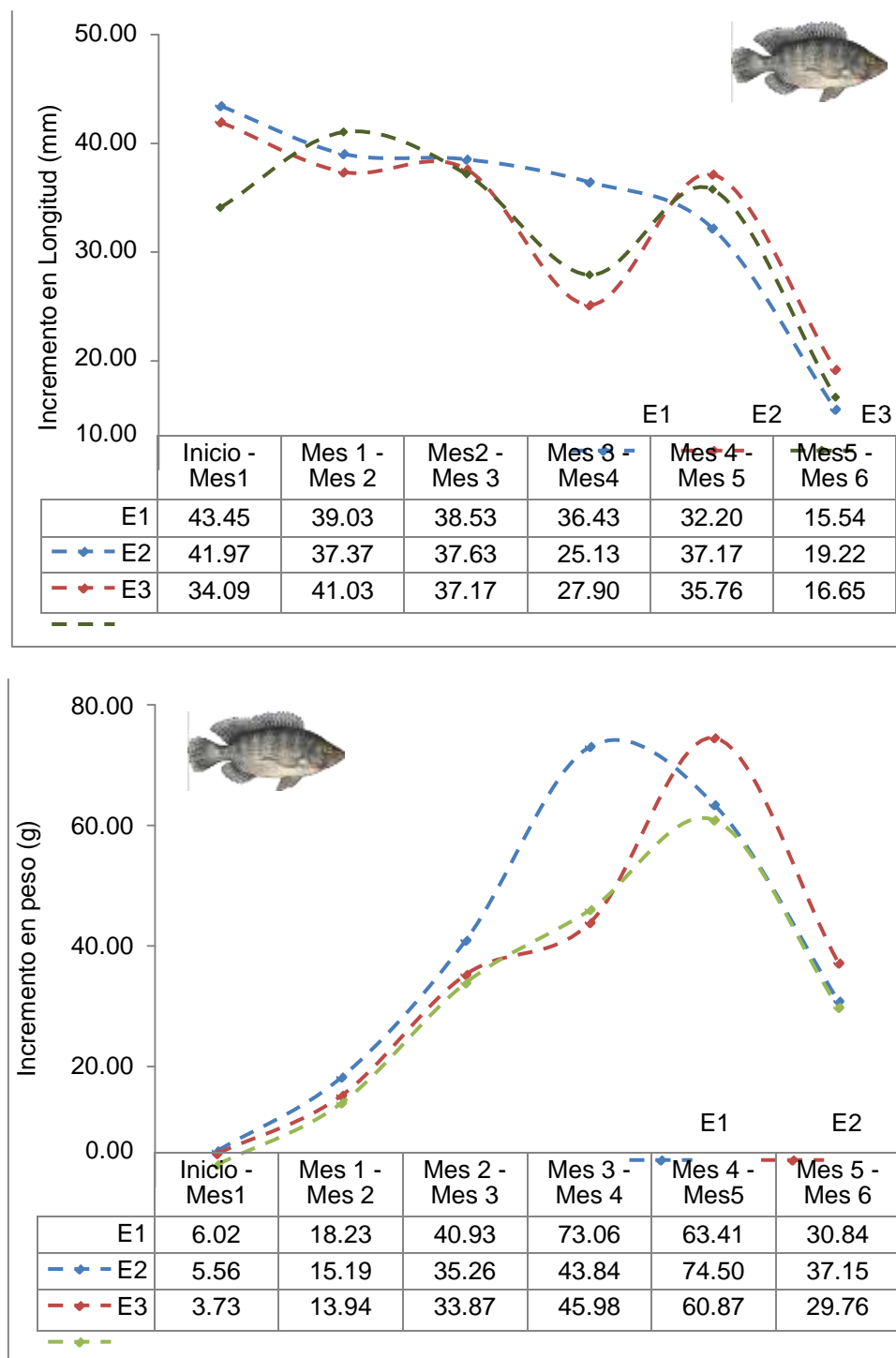


Figura 12. Variación de incrementos medios mensuales en Longitud (A) y Peso (B) de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀; en la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Las producciones brutas y netas logradas fueron de 10 840,35 y 10 820,95 kg/ha para la densidad de 4,5 peces /m² (Estanque 1), 11 327,90 y 11 307,20 kg/ha para la densidad de 5,0 peces /m² (Estanque 2) y finalmente, 10 722,70 y 10 698,60 kg/ha para la densidad de 5,5 peces/m² (Estanque 3) (Tabla 12 y Fig. 13).

4. Factor de Conversión y Eficiencia Alimenticia

Los mejores valores de conversión y eficiencia alimenticia correspondieron a la densidad de 5,0 peces/m²: 1,26 y 81,00%, respectivamente (Tabla 13). “Pacotana” ostentó el menor factor de conversión y el mayor valor de eficiencia alimenticia en los tres tratamientos (Tabla 13).

5. Relación Peso – Longitud y Factor de Condición

Se calcularon las ecuaciones peso-longitud para cada especie y en cada tratamiento (Tabla 14) y al compararlas mediante el análisis de covarianza (Tabla 15), se evidenciaron diferencias significativas entre regresiones y orígenes, para “tilapia híbrida”; en cambio, para la “pacotana” no hubieron diferencias significativas entre sus parámetros.

La prueba de t para el exponente b, señaló que en ambas especies su valor no difiere de 3 en los tres tratamientos (Tabla 14), de ahí que su crecimiento fue tipificado como Isométrico en todos los casos.

El factor de condición alométrico comparativo presentó su valor más alto en la densidad de 4,5 peces/m², en ambas especies (Tabla 14).

Tabla 12. Producción total (kg), Bruta (kg/ha) y Neta (kg/ha) por tratamiento y total de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

PRODUCCIÓN			
ESTANQUES	Total (kg)	Bruta (kg/ha)	Neta (kg/ha)
Pacotana			
1	38,55	3 855,15	3 846,15
2	49,74	4 974,20	4 962,20
3	50,68	5 068,00	5 053,50
TOTAL	138,97	13 897,35	13 861,85
Tilapia			
1	69,85	6 985,20	6 974,80
2	63,54	6 353,70	6 345,00
3	56,55	5 654,70	5 645,10
TOTAL	189,94	18 993,55	18 964,90

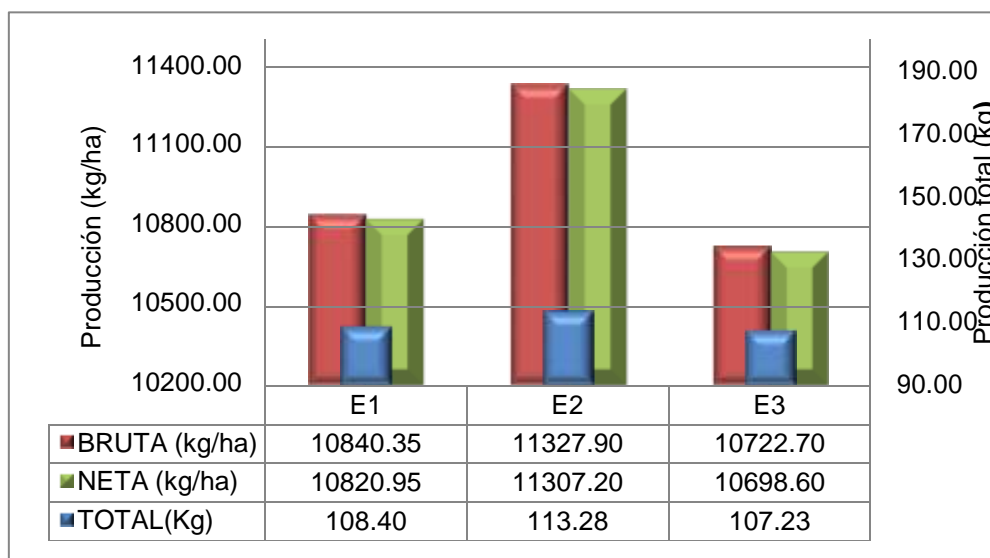


Figura 13. Variación de la producción total (kg), Bruta (kg/ha) y Bruta (kg/ha) por tratamiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Tabla 13. Cantidad de alimento mensual, factor de conversión alimenticia y eficiencia alimentaria por tratamiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀, bajo la modalidad de policultivo con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

Tiempo	Estanque 1			Estanque 2			Estanque 3		
	Pacotana	Tilapia	Total	Pacotana	Tilapia	Total	Pacotana	Tilapia	Total
Mes 1	0,00	1,30	1,30	0,00	1,29	1,29	0,00	1,13	1,13
Mes 2	0,38	5,48	5,86	0,52	4,23	4,75	0,63	3,92	4,55
Mes 3	1,90	12,61	14,50	2,84	10,73	13,57	2,70	10,70	13,40
Mes 4	8,72	22,70	31,42	9,88	19,51	29,39	10,42	19,16	29,58
Mes 5	21,40	32,22	53,62	19,65	24,53	44,18	23,72	23,85	47,57
Mes 6	17,28	31,40	48,68	22,25	28,43	50,69	22,69	31,55	54,24
TOTAL (kg)	49,68	105,71	155,39	55,14	88,72	143,87	60,16	90,31	150,47
FCA	1,29	1,51	1,40	1,11	1,40	1,26	1,19	1,60	1,40
EA(%)	77,00	66,00	72,00	89,00	72,00	81,00	83,00	63,00	73,00

FCA: Factor de conversión alimenticia.

EA: Eficiencia Alimenticia.

kg: Kilogramos.

Tabla 14. Parámetros de la relación peso - longitud, factor de condición alométrico comparativo y prueba de t para el exponente b de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo, enero – julio 2015.

<i>P. brachypomus</i> ♂ x <i>C. macropomum</i> ♀									
TRATAMIENTO	n	Lt (mm)	Pt	r	a(1)	a(2)	b	t _c	t _t
4,50 peces/m ²	150	158,29	111,65	0,997	1,00E-05	2,15E-05	3,016	0,160	1,64
5,00 peces/m ²	200	183,62	124,06	0,998	1,00E-05	1,52E-05	3,054	0,189	1,64
5,50 peces/m ²	250	173,92	105,07	0,998	1,00E-05	1,51E-05	3,047	0,198	1,64
<i>O. aureus</i> ♂ x <i>O. niloticus</i> ♀ var. Chitralada									
4,50 peces/m ²	300	158,29	111,65	0,998	2,00E-05	2,29E-05	3,032	0,160	1,64
5,00 peces/m ²	300	151,35	94,96	0,997	2,00E-05	2,24E-05	3,042	0,202	1,64
5,50 peces/m ²	300	146,69	86,50	0,998	2,00E-05	2,24E-05	3,039	0,188	1,64

n: Número de ejemplares; Lt: Longitud total (mm); Pt: Peso total (g); r: Coeficiente de correlación
a(1): Factor de condición alométrico; a(2) : Factor de condición alométrico comparativo;
b: Coeficiente exponencial de regresión; t_c: Valor de t calculado; t_t: Valor de t en tablas.

Tabla 15. Análisis de covarianza para la relación peso - longitud de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, en tres densidades de siembra, bajo la modalidad de policultivo, enero – julio 2015.

Fuente de variación	PACOTANA		TILAPIA	
	Fc	Ft	Fc	Ft
FR	0,26	2,39	6,11*	2,39
Fb	0,16	3,01	0,07	3,01
Fa	0,35	3,01	12,19*	3,01

F: Valor de prueba de F, *: valor significativo >0,05.

6. Evaluación Económica del Experimento

a) Merito Económico

El mejor valor del mérito económico se obtuvo en el Estanque 2 (5,0 peces/m²): S/. 2, 80 (Tabla 16).

b) Retorno por sol Invertido

El mayor valor del retorno por sol invertido se encontró en Estanque 2 (5,0 peces/m²): S/. 2,27 (Tabla17).

7. Características Físico - Químicas del Agua

a) Temperatura

La temperatura del agua superficial de los estanques de cultivo fue alta los tres primeros meses de cultivo y con valores similares, incrementándose desde 28,51 °C el primer mes hasta 31,04 °C el tercer mes de cultivo, para de ahí disminuir gradualmente hasta 26,70 °C en el sexto mes (Fig. 14 A). La misma tendencia observó la temperatura ambiental pero con valores un poco más bajos (Fig. 14 A).

b) pH

Los valores de pH del agua superaron el nivel de 7, presentando la característica de incrementarse desde el inicio al final del proceso de cultivo. En general, varió de 7,82 a 8,85 (Fig. 14 B).

c) Oxígeno Disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en el agua disminuyó su

Tabla 16. Merito económico por tratamiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo, enero – julio 2015.

TRATAMIENTO	Alimento total (kg)	Costo de alimento (S/.)	Ganancia de peso (kg)	Merito económico (S/.)
E1(4,5 peces/m ²)	155,75	375,97	108,40	3,47
E2(5,0 peces/m ²)	144,35	317,70	113,28	2,80
E3(5,5 peces/m ²)	151,07	312,50	107,23	2,91

Tabla 17. Retorno por sol invertido tratamiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, bajo la modalidad de policultivo, enero – julio 2015.

Tratamiento	Ingreso Bruto (S/.)	Costo de Alimento (S/.)	Costo de alevinos (S/.)	Ingreso Neto (S/.)	Retorno por sol invertido (S/.)
E1(4,5 peces/m ²)	1084,04	375,97	76,10	631,97	1,68
E2(5,0 peces/m ²)	1132,79	317,70	92,60	722,49	2,27
E3(5,5 peces/m ²)	1072,27	312,50	109,10	650,67	2,08

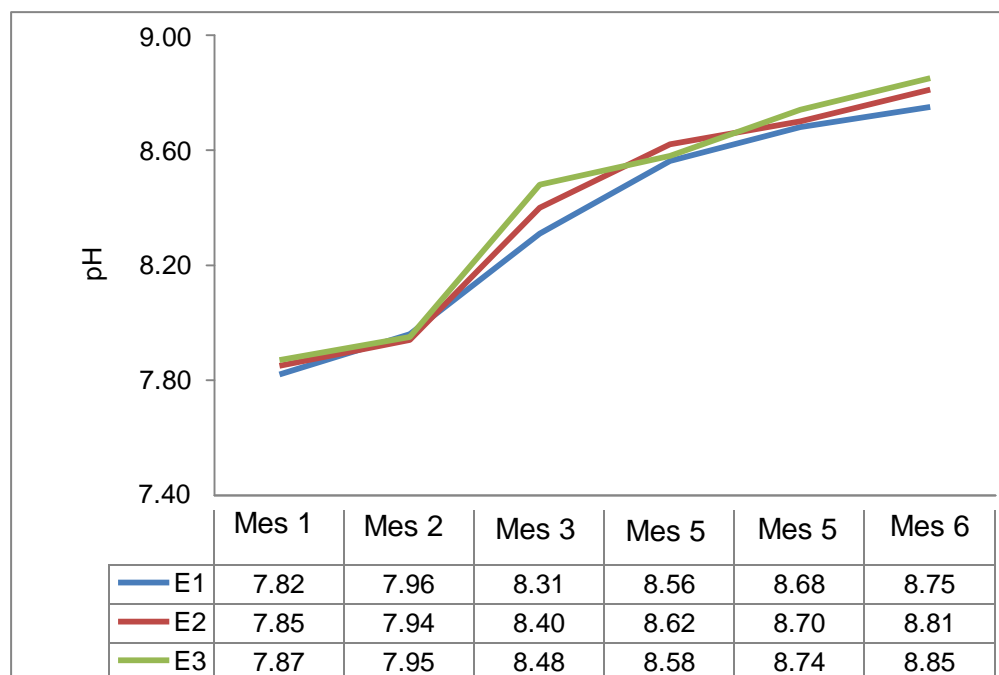
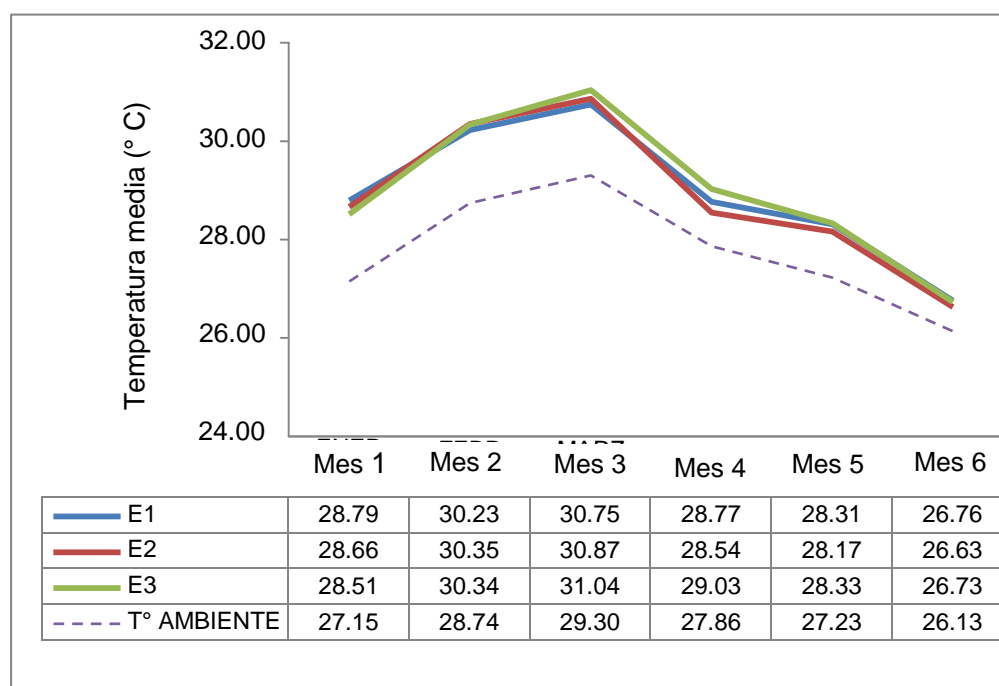


Figura 14. Variaciones mensuales de la Temperatura (A) y pH (B) del agua de los estanques de policultivo de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

valor desde el inicio hasta el final del cultivo, siendo de 5,75 mg/L (primer mes) y 3,00 mg/L (sexto mes). También observó la tendencia a disminuir, ligeramente, con el aumento de la densidad (Figura 15 A).

d) Transparencia

La transparencia del agua de los estanques de cultivo presentó la característica de disminuir progresivamente su valor, desde el inicio al final de la experiencia de cultivo; disminuyendo también con el aumento de la densidad poblacional, Así, disminuyó desde 35 cm en el primer mes a 18 cm el sexto mes en el Estanque 1, de 30,50 cm a 15,50 cm en el Estanque 2 y de 28,00 cm a 14,50 cm en el Estanque 3 (Figura 15 B).

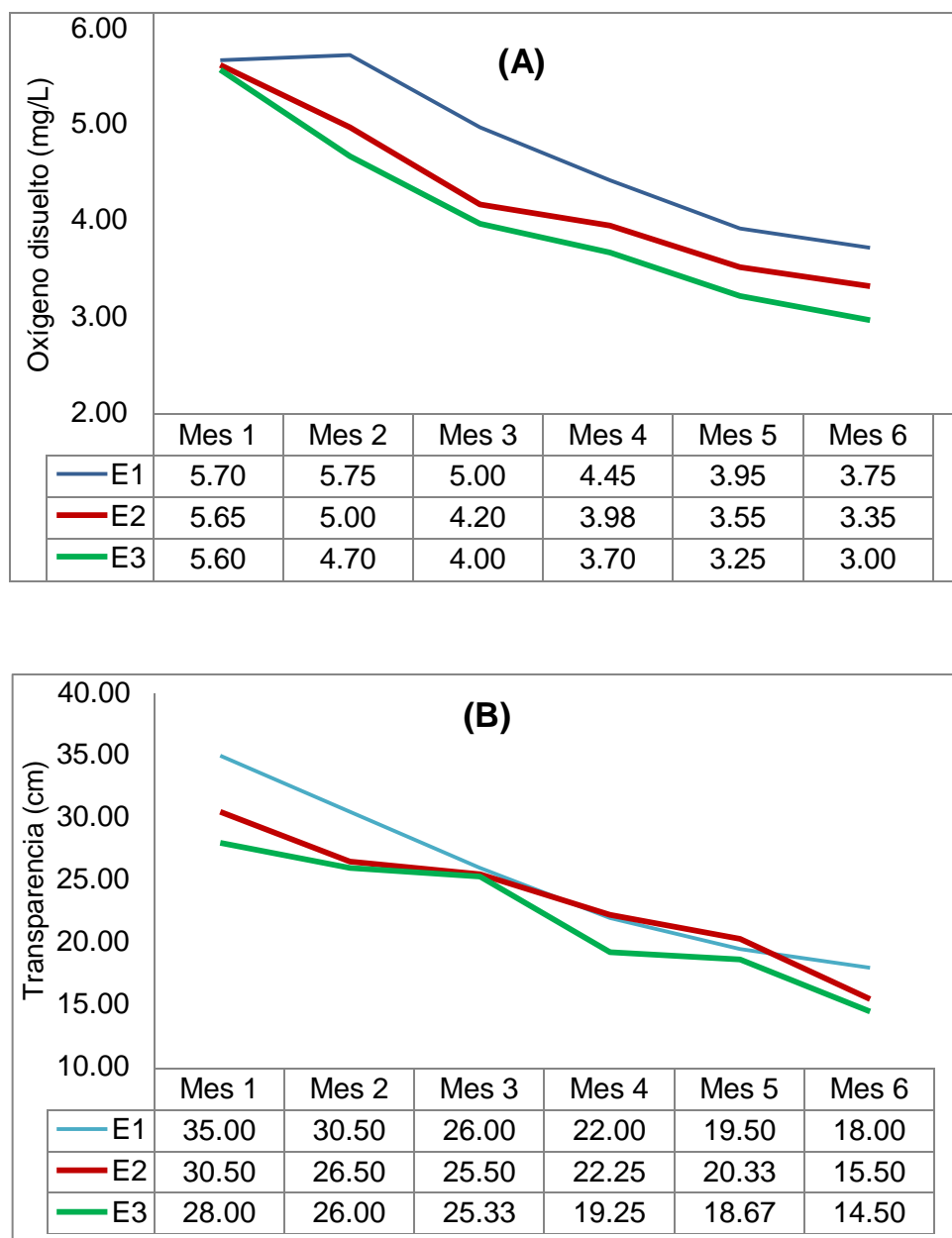


Figura 15. Variaciones mensuales de Oxígeno Disuelto (A) y Transparencia (B) del agua de los estanques de policultivo de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ con *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada, enero – julio 2015.

IV. DISCUSIÓN

Al culminar el experimento, los resultados obtenidos mostraron un mayor crecimiento para *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ y *O. aureus* ♂ x *O. niloticus* ♀ var. Chitralada cultivadas en la menor densidad de siembra, permitiendo aceptar la hipótesis planteada en este trabajo de investigación, lo cual fue respaldado por el análisis de varianza que determinó la existencia de diferencias significativas para ambas especies entre los tres tratamientos, así como por la prueba de Tukey y las tasas de incremento mensual; hecho que se explica porque se trata de un cultivo intensivo con poco recambio de agua, debido a la insuficiente disponibilidad del líquido elemento. Estos resultados se contraponen a lo reportado por Acosta y Farfán (2015), en policultivo de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.*, López y Lora (2015), en policultivo de *C. macropomum* y *Oreochromis spp.*, Racchumi (2013), en cultivo de *Oreochromis spp.* y López y Lora (2014), en cultivo de *Dormitator latifrons*; quienes sostienen que en sistemas de cultivo intensivo con recambio continuo de agua, el crecimiento se ve favorecido por el incremento de la densidad de siembra.

El crecimiento de *P. brachypomus* ♂ x *C. macropomum* ♀ “pacotana” obtenido en el presente estudio, es inferior al reporte de López y otros (2012), que para el híbrido (*C. macropomum* x *P. brachypomus*) alcanzaron el peso de 293,20 g, en policultivo con “tilapia híbrida” (*O. niloticus* var, *Stirling* x *O. aureus*) y *D.*

latifrons “pocoche”, en la densidad total de 3,20 peces/m², durante seis meses y con dieta balanceada; lo cual tendría su explicación en la menor densidad de siembra, mayor tiempo de cultivo y a los recambios diarios de agua, Sin embargo, supera a Acosta y Farfán (2015), quienes lograron 228,65 mm y 208,80 g para *P. brachypomus* “paco” en policultivo con *Oreochromis spp.* “tilapia híbrida”, en la densidad de 5 peces/m²; explicándose esta diferencia por la mayor densidad de siembra utilizada por estos autores y probablemente porque “pacotana”, siendo un híbrido, tendría un mayor crecimiento. Igualmente, es superior al reporte de López y Lora (2015), quienes en policultivo de *C. macropomum* con *Oreochromis spp.*, por un periodo de cuatro meses mediante un sistema intensivo, con densidades totales de 5,50, 6,00 y 6,50 peces /m², obtuvieron gamitanas de 70,31 g en la densidad mayor; lo que se explica por la densidad más alta y al menor tiempo de cultivo utilizado por estos autores.

Por otro lado, los resultados del crecimiento de “pacotana” en el presente estudio, son superados por los trabajos realizados por Tafur *et,al* (2009), que en policultivos de *Chaetobranchus semifasciatus* “bujurqui-tucunaré” con *P. brachypomus*, por un lado, con *C. macropomum*, por otro, y con ambas a la vez, partiendo con pesos iniciales de 6,50 g, 25,80 g y 25,30 g, después de seis meses y en densidad total de 1 pez/m², registraron pesos finales de 153,50 g, 450,40 g y 434,00 g, para cada especie en el orden mencionado; Negret (1993), en policultivo de *C. macropomum* (5,00 g de peso inicial) y *O. niloticus*, (20,00 g de peso inicial), durante 117 días y con una dieta de 25%

de proteína, logró un peso final en gamitana de 745,00 g, en la densidad de 1 pez/m², La diferencia de pesos obtenidos en los trabajos mencionados se debieron principalmente al peso de inicio de sus experimentos y a la mayor duración de los mismos.

Al comparar el experimento con experiencias en monocultivo, el resultado fue menor a los obtenidos por Rebaza (2000), quien luego de cultivar por 30 días alevinos de *P. brachypomus* con peso inicial de 3,80 g, en densidades de 10, 15 y 20 alevinos/m², obtuvo pesos de 21,94, 20,79, y 23,49 g, respectivamente; Deza (2002), que trabajó un cultivo de *P. brachypomus* en tres densidades de siembra diferentes (5, 10 y 15 peces/m²), durante un periodo de 240 días, logrando pesos de 505,70, 457,23 y 420,00 g, respectivamente, habiendo empezado el cultivo con pesos promedio de 10,40 g; Silva y Guevara (2002), en monocultivo del híbrido *C. macropomum* x *P. brachypomus* alimentados con dos dietas diferentes (T1: alimento para pacotana 28% y T2: alimento para tilapia 24%), a una densidad de 0,5 peces/m² y con peso inicial de 123,00 g, luego de 105 días de cultivo lograron pesos de 1200,00 (T1) y 1300,00 (T2) g, todos estos resultados son superiores a los obtenidos en el presente trabajo experimental debido en primer lugar al mayor peso de siembra y en segundo lugar, al tiempo de cultivo, Sin embargo, superan el resultado obtenido, al sexto mes de cultivo, por Antón y Del Carpio (2016), quienes en cultivo intensivo de “pacotana” en jaulas flotantes, lograron el peso de 122,40 g, en la densidad de siembra de 100 peces/m³; lo cual se explica por la mayor densidad poblacional empleada.

Al comparar el crecimiento del híbrido de tilapia cultivado en esta experiencia con los resultados reportados por otros autores, se observa que dichos resultados son menores a lo publicado por Negret (1993), quien obtuvo 463,00 g para *O. niloticus*, bajo las condiciones de cultivo antes mencionadas. En otra experiencia, López *et al* (2012), reportaron 274,50 g para el híbrido de tilapia (*O. niloticus* var, Stirling x *O. aureus*), en policultivo con “pacotana” y “pocoche”. De igual forma, Acosta y Farfán (2015), obtuvieron un crecimiento en peso de 269,02 g para *Oreochromis spp*, cultivada junto a *P. brachypomus*, López y Lora (2015), al culminar el experimento de policultivo de *C. macropomum* con *Oreochromis spp* alcanzaron pesos de 285,20 g para la segunda especie, en la densidad de 6,50 peces/m², Los resultados al finalizar los experimentos son mayores a los obtenidos en esta investigación, debido al mayor peso de siembra y menor densidad utilizadas en la primera y segunda investigación respectivamente, y al recambio de agua continuo en los dos últimos trabajos.

Teniendo en cuenta experiencias relacionadas con policultivo pero con otras especies, se observa que los resultados son similares a lo reportado por Cerdan y Sánchez (2014), quienes ejecutaron un policultivo de *Macrobrachium inca*, junto con *D. latifrons* y *O. nilotius* x *O. aureus* (1 tilapia/m²), reportando un peso de 230,97 g para tilapia, luego de seis meses y en la densidad poblacional total de 4,5 peces/m², Por el contrario, superan los reportes publicados por: López y Lora (1989a), trabajando un policultivo

suplementado con polvillo de arroz; después de 180 días establecieron el mejor crecimiento para “tilapia híbrida” (197,30 mm y 129,40 g) en la densidad total de 3 peces/m² y densidades individuales de 1 pez/m², cultivada junto a *Trichomycterus punctulatus* y *Mugil cephalus*; López y Lora (1989b), esta vez empleando purina como suplemento alimenticio durante seis meses, alcanzaron 153,13 g para *O. niloticus* x *O. hornorum* en policultivo con *T. punctulatus* y *M. cephalus*, a una densidad total de 3 peces/m² (densidad individual: 1 pez/m²); López y Lora (1990), alimentando con el índice de 2,5% de polvillo de arroz durante seis meses, obtuvieron el mejor crecimiento para “tilapia híbrida” (163,50 mm y 66,92 g), trabajando en policultivo con *T. punctulatus* y *M. cephalus*, a densidades individuales de 1 pez/m²; y, Rivera y Vega (2013), quienes lograron 199,20 g para *O. niloticus* x *O. aureus*, en la densidad total de 9 peces/m², después de seis meses y en la modalidad de policultivo con *T. punctulatus* y *D. latifrons*; estas notorias diferencias obtenidas para el crecimiento del híbrido de tilapia, se deben a la dieta balanceada de buen nivel proteico suministrada en este trabajo de investigación y al efecto de la densidad cuando se compara con el último trabajo experimental citado.

La evaluación del crecimiento mensual mediante la prueba de Tukey, demostró que el crecimiento de ambas especies es significativo hasta el final del período de cultivo, señalando que aún no han alcanzado el nivel asintótico de su crecimiento, en los tres tratamientos.

Los mayores rendimientos en cuanto a producción total, bruta y neta se hallaron en la densidad de 5,0 peces/m², lo cual se explica porque teniendo mayor número de peces en este tratamiento con respecto a la densidad de 4,5 peces/m², sus pesos finales, siendo inferiores, no estuvieron muy distantes como ocurrió con la densidad mayor de 5,5 peces/m², que teniendo mayor número de peces no presentó los mejores rendimientos; característica que no concuerda con los trabajos de López y otros (2011), Rivera y Vega (2013); y Acosta y Farfán (2015), que lograron mayores producciones en los tratamientos con mayor densidad.

En cuanto al factor de conversión alimenticio, este fue mejor para la densidad de 5 peces/m², tratamiento en el cual se obtuvo la mayor producción total. Su valor es más alto que aquel obtenido por Acosta y Farfán (2015), que en policultivo de *P. brachypomus* “paco” con *Oreochromis spp*, “tilapia híbrida”, reportaron un factor de conversión alimentaria de 1,01 para la densidad total de 5 peces /m²; asimismo, superan a López y Lora (2015), que en policultivo de *C. macropomum* con *Oreochromis spp*, lograron 0,95 en la densidad total de 5,5 peces /m², Esto se explica porque en las dos experiencias anteriores hubo recambio de agua continuo, lo cual mejoró la calidad de la misma, sobre todo del contenido de oxígeno disuelto, ocasionando un mejor aprovechamiento del alimento que se tradujo en una mayor eficiencia alimenticia, que en el primer caso fue de 103,75 y para el segundo 105,26, Por otro lado, este mejor factor de conversión alimenticio se ubicó por debajo del rango internacional mencionado por Negret (1993): 1,30 a 1,70,

Finalmente, el factor de conversión alimenticio de “pacotana” se encontró por debajo del rango de 1,5 a 2,0 considerado por Eufracio y Palomino (2004) para *C. macropomum*; en cambio, para tilapia, su valor se encuadró en el rango de 1,2 a 1,5 establecido por Pineda (2012).

En el presente trabajo de investigación no se observó mortalidad alguna en ninguno de los tratamientos y para ninguna de las especies en cultivo; por lo que la sobrevivencia obtenida fue del 100%, lo cual supera a otros trabajos realizados en la Región Lambayeque como el de Acosta y Farfán (2015), cuyas mortalidades registradas fluctuaron entre 7,50% y 8,50%, y Rivera y Vega (2013), que tuvieron mortalidades de 10% y 12%; en ambas experiencias, la disminución de las poblaciones de peces, fue producto de la acción depredadora de aves como: *Nictocorax sp* y *Alcedo sp*, las cuales fueron debidamente controladas en el presente estudio.

El análisis de covarianza para la relación peso longitud, evidenció diferencias significativas entre regresiones y orígenes en “tilapia híbrida”, evidenciando el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y corroborando el análisis de variancia; sin embargo, esto no fue así para “pacotana”, que no presentó diferencias significativas entre sus parámetros, Esta característica coincide con lo reportado por López y Lora (2015), quienes encontraron diferencias significativas entre los parámetros de la relación peso longitud para *Oreochromis spp.*, pero no para *C. macropomum*, en policultivo de estas dos especies en diferentes densidades, donde se observaron diferencias

significativas en el crecimiento por efecto de la densidad en ambos organismos.

La tipificación de crecimiento Isométrico para ambas especies en los tres tratamientos, coincide con el análisis de covarianza, que señaló que no hay diferencias significativas entre las pendientes (b) de las ecuaciones peso-longitud de ambas especies, entre tratamientos; sin embargo, ello no corrobora el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento, evidenciado por el análisis de varianza.

En relación al factor de condición alométrico comparativo, su mejor valor se presentó para la densidad de siembra donde los peces observaron el mejor crecimiento, reafirmando así el efecto de este factor sobre el crecimiento, en ambas especies.

La evaluación económica del experimento, determinó que el mejor mérito económico y retorno por sol invertido correspondió a la densidad de 5 peces/m², tratamiento en el cual se presentó el mayor rendimiento de producción, el mejor factor de conversión y la mayor eficiencia alimenticia.

Con respecto a los parámetros físicos – químicos del agua, se puede afirmar que se mantuvieron muy cercanos entre los tres tratamientos, siendo más o menos uniformes.

Las variaciones de temperatura registradas fueron causadas por las fluctuaciones estacionales verano – otoño, registrándose lecturas de 31°C y 26°C respectivamente, valores considerados como óptimos para el crecimiento de peces de aguas tropicales según (Parker y Davis, 1981, en Vinatea, 2006); asimismo, se ubican entre 20 y 30 °C, que según Huet (1998), es adecuado para tilapia y entre 25 y 30 °C, que de acuerdo a Eufracio y Palomino (2004), es ideal para el buen crecimiento de *C. macropomum*.

Los valores de pH tuvieron un comportamiento similar en los tres tratamientos, aumentando progresivamente a lo largo del cultivo y con una tendencia hacia la alcalinidad, encontrándose valores desde 7,82 hasta 8,85; los cuales se encontraron dentro del rango óptimo para el cultivo de peces: 6,5 - 9 (Boyd 1990); igualmente estuvieron dentro del rango de 6 a 9, considerado para tilapia por Saavedra (2006) y más o menos dentro de los valores de 7 y 8, que es el adecuado para *C. macropomum* según Eufracio y Palomino (2004).

La concentración de oxígeno disuelto en los estanques de cultivo fue decreciendo paulatinamente conforme transcurrió la investigación, lo cual se debió al mayor consumo que hicieron los peces al incrementar su masa corporal; asimismo, su disminución con el aumento de la densidad de siembra estaría relacionado con el mayor consumo del mismo al aumentar la población del estanque de cultivo; características que también han sido reportadas por Acosta y Farfán (2015), en policultivo de *P. brachypomus* con *Oreochromis spp.*. Sin embargo, sus valores se encontraron mayormente por encima del

nivel óptimo de 5 mg/L, recomendado por Boyd (1990), debiendo tener en cuenta que los valores se registraron en las primeras horas del día, donde las concentraciones de este parámetro son mínimas.

La transparencia del agua disminuyó gradualmente desde el inicio al final del proceso de cultivo en los tres tratamientos y obedeció al proceso de maduración de los estanques de cultivo, que incrementaron su producción natural con el paso del tiempo.

V. CONCLUSIONES

1. El crecimiento de *Piaractus brachipomus* ♂ x *Colossoma macropomum* ♀ “pacotana” y *Oreochromis aureus* ♂ x *Oreochromis niloticus* ♀ var, Chitralada “tilapia hibrida” se vio afectado de manera inversa por la densidad de siembra, siendo este mayor en la densidad menor de 4,5 peces/m².
2. Existió una relación directa entre el rendimiento de producción, el factor de conversión, la eficiencia alimenticia y el rendimiento económico.
3. La relación peso-longitud y el factor de conversión evidenciaron el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de los peces.
4. Los parámetros físicos – químicos, se mantuvieron dentro del rango considerado como aceptable para la acuicultura de las dos especies consideradas en esta investigación.

VI. RECOMENDACIONES

Continuar con las experiencias de policultivo de estas dos especies fijando la densidad en 5 peces/m² (2 pacotanas/m² y 3 tilapias/m²), incluyendo una tercera especie de fondo como *Plecostomus* sp. o *Trichomycterus punctulatus*, cuyas densidades se deben variar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, D. y R. Farfán (2015). Policultivo en Dos Densidades de Siembra de *Piaractus brachypomus* “paco” y *Oreochromis spp.* (*O. nilótica* var *Stirling* x *O. aureus*) “Tilapia híbrida” en Estanques Seminaturales, Tesis. Título Profesional de Licenciado en Biología – Pesquería, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – Perú, 50 pp.
- Anton, J. y C. Del Carpio (2016). Cultivo intensivo de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* “pacotana” en tres densidades de siembra en el sistema de jaulas flotantes en el reservorio “Cartagena”. Tesis. Título Profesional de Licenciado en Biología – Pesquería, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – Perú, 50 pp.
- Boyd, C. (1990). Water quality in ponds for aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University Alabama, 482 pp.
- Cerdán, M. y L. Sánchez (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 Ruiz Gallo”, Lambayeque – Perú, 53 pp.
- Eufracio, P. y A. Palomino (2004). Manual de Cultivo de Gamitana, Fondo de Desarrollo Pesquero, Lima – Perú, 101 pp.
- Deza, S., S. Quiroz, M. Rebaza y C. Rebaza (2002). Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) “paco” en estanques seminaturales de Pucallpa, Folia Amazónica Vol. 13 (1-2) - 2002 IIAP 49, 16pp.
- Huet, M. (1998). Tratado de Piscicultura, 4ta, Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España, 735 pp,
- López, J. y V. Lora (1989 a). Policultivo en cinco densidades de siembra de “Lisa” *Mugil cephalus*, “Life” *Trichomycterus punctulatus* y “Tilapia híbrida” (*Oreochromis niloticus* hembra x *O. hornorum* macho)

- suplementado con polvillo de arroz, Univ. Nac. "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 25 pp.
- López, J. y V. Lora (1989 b). Policultivo en cinco densidades de siembra de "Lisa" *Mugil cephalus*, "Life" *Trichomycterus punctulatus* y "Tilapia hibrida" (*Oreochromis niloticus* hembra x *O. hornorum* macho) suplementado con purina, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 38 pp.
- López, J. y V. Lora (1990). Policultivo de "Lisa" *Mugil cephalus*, "Life" *Trichomycterus punctulatus* y "Tilapia hibrida" (*Oreochromis niloticus* hembra x *O. hornorum* macho) suplementado con cuatro índices alimentarios de polvillo de arroz, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 47 pp.
- López, J. y V. Lora (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 Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú, 31 pp.
- López, J. y V. Lora, J. Barturen, M. Correa, M. Fernández, I. Guevara, L. Juarez y F. Solis (2011). Crecimiento de "Tilapia hibrida" (*Oreochromis niloticus* var. *Stirly* x *Oreochromis aureus*), "Pacotana" (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) y "Pocoche" (*Dormitator latifrons*) en policultivo en diferentes densidades de siembra, en estanques seminaturales, Univ. Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque, Perú, 43 pp.
- Navarro, A. (2002). Ensayo de dos Modalidades de Policultivo empleado Bagre (*Ictalurus punctatus*) Tilapia Hibrida (*Oreochromis niloticus* vs. *Oreochromis mossambicus*) y Langostino (*Macrobrachium tenellum*) en Estanques Semirusticos caso Jocotepec, Jalisco, Tesis Maestro en Acuicultura, Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Marinas, México, 46 pp.
- Negret, E. (1993). El Estado Actual de la Acuicultura en Colombia y Perfiles de Nutrición y Alimentación, Bogotá-Colombia. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB487S/AB487S05.htm>

- Ostle, B. (1994). Estadística aplicada: técnicas de la estadística moderna, cuándo y dónde aplicarla, Edit. Limusa; México 629 pp.
- Pineda, M. (2012). Serie Alimento para Tilapias Calculando el alimento para mis tilapias usando el FCA. Disponible en: <http://pisciculturaglobal.com/2012/09/serie-alimento-para-tilapias-calculando.html>
- Racchumí, M. (2013). Crecimiento de *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* “Tilapia híbrida” en dos densidades de siembra en un sistema de cultivo intensivo en estanques artificiales, Tesis Licenciado en Biología-Pesquería, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú, 42 pp.
- Rebaza, C., E. Villafana, M. Rebaza y C. Deza (2000). Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* “Paco” en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales, Folia amazónica vol. 13 (1-2)-2002, 128 pp.
- Rivera, P. y J. Vega. (2013). Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* “Life”, “Pocoche” y *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* “Tilapia híbrida” en policultivo en dos densidades de siembra en estanques seminaturales, Tes. Lic. Biología-Pesquería, U.N.P.R.G. Lambayeque-Perú, 42 pp.
- Saavedra, M. (2006). Manejo del cultivo de tilapia, Managua-Nicaragua, Disponible en: <http://www,crc,uri,edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA,pdf>
- Silva-Acuna, A. y M. Guevara (2002). Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Zootecnia Tropical., 20(4):449-459.
- Snedecor, G. and W. Cochram (1967). Statistical methods, 6th. Edic. Iowa State University Press, Ames – Iowa, 593 pp.
- Steel, R. y J. Torrie (1988). Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2da. Edición. Mc.Graw Hill. Mexico, 622pp.
- Tafur, J., F. Alcántara, M. Del Águila, R. Cubas, L. Mori-Pinedo y F. Chu-Koo, (2009). “Paco” *Piaractus brachypomus* y “Gamitana” *Colossoma*

macropomum criados en Policultivo con el Bujurqui-Tucunare *Chaetobranchus semifasciatus* (Cichlidae), Universidad Nacional de la Amazonia Peruana-Iquitos. 72 pp.

Vinatea, L. (2006) Principios químicos de calidad de agua en Acuicultura, Segunda Edición. México, D.F.: UAM, Unidad Xochimilco, 123 pp.

Zar J. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. 4ª edición. New Jersey. 663 pp.