UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA Y ZOOLOGÍA

CULTIVO SEMI-INTENSIVO DE *Litopenaeus vannamei* "LANGOSTINO BLANCO" UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICACES

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA – PESQUERÍA

AUTORES:

Br. ROLANDO GUSTAVO TIPARRA TORRES
Br. DREIMÉ TORO MONTENEGRO

LAMBAYEQUE - PERÚ
2014

UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA Y ZOOLOGÍA

TESIS

CULTIVO SEMI-INTENSIVO DE *Litopenaeus vannamei* "LANGOSTINO BLANCO" UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICACES

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA – PESQUERÍA

AUTORES:

Br. ROLANDO GUSTAVO TIPARRA TORRES

Br. DREIMÉ TORO MONTENEGRO

LAMBAYEQUE-PERÚ

2014

CULTIVO SEMI-INTENSIVO DE *Litopenaeus vannamei* "LANGOSTINO BLANCO" UTILIZANDO MICROORGANISMOS EFICACES

Br. Rolando Gustavo Tiparra Torres
AUTOR

Br. Dreimé Toro Montenegro
AUTOR

MSc. María Victoria Lora Vargas
ASESORA

PRESENTADA A LA FACULTAD DE CIENCIA BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA- PESQUERÍA.

APROBADO POR:

Dr. Segundo Juan López Cubas
PRESIDENTE DEL JURADO

Lic. Jorge Luis Chanamé Céspedes
SECRETARIO DEL JURADO

Dr. Jorge Aurelio Oliva Núñez
VOCAL DEL JURADO

LAMBAYEQUE - PERU
2014

AGRADECIMIENTO

A través de estas líneas me gustaría expresar mi más profundo y sincero agradecimiento en primer lugar a **Dios** y a la **Virgen María**, que siempre me iluminan para poder seguir adelante.

También quiero dar gracias a mis padres **Angel Tiparra Sampén** e **Hilda Torres Huamán** y a mis hermanos **Karla**, **Miguel**, **José** y **Yovana**, por todo el apoyo incondicional que siempre me brindaron para la realización de este gran paso.

A cada uno de mis profesores que con su confianza, apoyo, dedicación y tiempo me ayudaron en mi formaron como profesional, en especial a mi asesora, la **MSc. Victoria Lora Vargas** por haber compartido conmigo sus enseñanzas y sobre todo su amistad.

A todos mis amigos que hicieron de mi carrera universitaria un trayecto de vivencias inolvidable, a **Dreime** por haber sido un excelente compañero de tesis.

Agradezco también a los Biólogos, **Jorge Palacios Gonzales** dueño de la Langostinera MACORI, por habernos permitido realizar este trabajo en las instalaciones de su empresa, de igual manera a mi compañero y amigo **Carlos Távara Palacios** por todo el apoyo brindado durante todo este tiempo.

Rolando Tiparra.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a **Dios** y a la **Virgen María** por tantas bendiciones que me dan, y por guiarme siempre por el camino del bien cada día.

También se lo dedico con mucho amor y cariño a mis padres **Angel** e **Hilda**, por su apoyo, consejos, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar nunca en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento y por todo el esfuerzo que siempre dieron para darme la educación que ahora tengo.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y apoyándome para poderme realizar como persona y profesional, ellos que junto a mis padres son mi motivación, inspiración, felicidad y orgullo máximo que tengo en esta vida.

A mis abuelos **María Rosa Sampén Quesquén** y **José del Carmen Torres Chuzón** que desde allá en el cielo sé que interceden por toda mi familia y por mi ante el todo poderoso para poder salir adelante y estar siempre juntos, por escuchar siempre mis oraciones y por cuidarnos siempre.

Rolando Tiparra.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a **Dios**, por protegerme y mantenerme con vida para culminar una etapa más de este largo caminar hacia la realización como profesional y persona.

A mis padres y hermanos, quienes son el apoyo más importante, indispensable e incondicional a los largo de mi formación académica y humana.

A la MSc. **María Victoria Lora Vargas**, un agradecimiento especial, por todo su apoyo, consejos y su valioso tiempo brindado para que hoy se plasmen las metas que un día fueron trazadas.

A los profesores que me supieron encaminar con sus grandes enseñanzas y experiencias para poder superar con éxito mi paso por la universidad, en especial a los del departamento de Biología Pesquera.

A todos mis amigos que tuve el gusto de conocerlos, con los cuales he compartido gratos momentos, en particular a Rolando Gustavo.

Al Biólogo-empresario **Jorge Palacios Gonzales** y a **Carlos Távara Palacios** por su valioso apoyo para la realización de ésta investigación.

Dreime Toro.

DEDICATORIA

La presente investigación donde están plasmados los esfuerzos, sueños, y metas se lo dedico con mucho aprecio, admiración y cariño a mis padres **Pablo** y **Emérita**, porque me dieron la vida y siempre dan lo mejor de sí para poder cristalizar cada reto que me propongo

A mis demás familiares, que de una u otra manera colaboraron en la realización de mi trabajo, y una vez más a la maestra **María Victoria Lora Vargas** quien me supo guiar para culminar tan importante etapa de mi vida.

A ustedes con la consideración que se merecen.

Dreime Toro.

UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
DOB-VRACAD
22 OCT 2014
HEMEROTECA

CONTENIDO

Página

INDICE DE TABLAS.....ix

INDICE DE FIGURAS.....xi

RESUMEN xiv

ABSTRACT xv

I. INTRODUCCION 1

II. MATERIAL Y MÉTODOS..... 6

III. RESULTADOS..... 25

1. Crecimiento de *L. vannamei.* 25

2. Rendimiento de producción. 30

3. Suministro de alimento y conversión alimenticia..... 35

4. Sobrevivencia. 35

5. Parámetros de calidad del agua y suelo. 35

5.1 Oxígeno disuelto..... 35

5.2 Temperatura del agua. 37

5.3 Salinidad..... 37

5.4 Transparencia del agua. 37

5.5 Potencial de hidrogeniones (pH). 40

5.6 Amonio no ionizado. 40

5.7 Nitritos. 40

5.8 Materia Orgánica. 40

6. Evaluación económica del proyecto..... 43

6.1. Ingreso neto..... 43

6.2. Relación beneficio – costo..... 43

6.3. Mérito económico. 43

6.4. Retorno por dólar invertido. 43

IV. DISCUSIÓN..... 46

V. CONCLUSIONES 59

VI. RECOMENDACIONES..... 60

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61
VIII. ANEXOS 66
8.1. Mecanismo de acción del probiótico en el estanque de cultivo de *L. vannamei* 66
8.2. Efectos del probiótico mezclado con el alimento, en el intestino de *L. vannamei* 67
8.3. Principio de dominancia del probiótico sobre los microorganismos patógenos presentes en el estanque de cultivo de *L. vannamei.* 68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental, población total, pesos medios de siembra, densidad y días de cultivo por estanques de *L. vannamei,* utilizando microorganismos eficaces, en cultivo semi-intensivo en la Langostinera Macori S.R.L. – Tumbes, setiembre 2013 enero 2014.....**09**

Tabla 2. Pesos medios de siembra y semanales, en las repeticiones de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.....**25**

Tabla 3. Análisis de varianza para determinar diferencias significativas en el crecimiento en peso, entre tratamientos y repeticiones, de *L. vannamei* cultivados en sistema semi-intensivo, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.....**26**

Tabla 4. Pesos medios de siembra y semanales de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**27**

Tabla 5. Análisis de varianza para determinar el efecto de los microorganismos eficaces, tiempo e interacción sobre el crecimiento en peso de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**28**

Tabla 6. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre los pesos medios de cada tratamiento de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**30**

Tabla 7. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas semana a semana entre los pesos medios, en cada tratamiento, de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.....**31**

Tabla 8. Incrementos semanales en peso de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**32**

Tabla 9. Alimento suministrado semanal (kg) y factor de conversión alimenticia de *L. vannamei,* cultivados en un sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**35**

Tabla 10. Sobrevivencia y mortalidad de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**35**

Tabla 11. Egresos, ingresos e ingreso neto en dólares por hectárea, de la producción de *Litopenaeus vannamei,* cultivados en un sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la langostinera MACORI S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **43**

Tabla 12. Costo y beneficio total en dólares por hectárea y relación beneficio-costo (RBC), de la producción de *L. vannamei*, en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **44**

Tabla 13. Mérito económico (ME) de la producción de *L. vannamei*, en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **44**

Tabla 14. Retorno por dólar invertido en la producción de *L. vannamei*, en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **44**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estanques semi-naturales de la Langostinera Macori S.R.L. – Tumbes, donde se desarrolló el cultivo de *L. vannamei.* **07**

Figura 2. Ubicación de Langostinera Macori S.R.L. en el sector El Alcalde, Estero Río Chico, provincia y departamento de Tumbes. **08**

Figura 3. Estación de bombeo, ubicada en el Estero Río Chico, abastecedor de agua para los estanques de cultivo de *L. vannamei* en la Langostinera Macori S.R.L. **09**

Figura 4. Ingreso (A) y salida (B) del agua de los estanques de cultivo, protegidos con sus respectivas mallas. **10**

Figura 5. Transporte de las post-larvas de *L. vannamei* procedentes del Laboratorio PROMARISCO del grupo PESCANOVA, ubicado en la provincia de Salinas –Ecuador.....**10**

Figura 6. Cajas de cartón conteniendo las bolsas de polietileno con post larvas de L. vannamei, previo a la siembra en los estanques de cultivo (A) y aclimación (B). **12**

Figura 7. EM·CAMARÓN TP®, Cepa madre de Microorganismos Eficaces en su forma latente, adquirido de la empresa BIOEM. **12**

Figura 8. Diagrama de flujo para la activación (EMA) y extendido (EME) de la cepa madre del probiótico y dosis de aplicación en el alimento y agua de los estanques de cultivo. **13**

Figura 9. Preparación de EMA en baldes de 50 litros y sellados herméticamente para permitir la fermentación.....**14**

Figura 10. Preparación de EME en tanques de 1 200 y 2 500 litros: llenado con agua de los estanques (A), aplicación de EMA (B) y sellado del tanque (C). **14**

Figura 11. Control de factores para el vaciado de EME: pH (A), intensidad de luz (B) y entrada de agua (C). **16**

Figura 12. Alimento balanceado NICOVITA empleado durante el cultivo. **16**

Figura 13. Aplicación de EMA en el alimento balanceado, haciendo uso de una mezcladora mecánica.....**17**

Figura 14. Alimentación en bandejas circulares (A) y al boleo (B).....**17**

Figura 15. Control de crecimiento de las post larvas de *L. vannamei* capturados con un chayo (A), por el método volumétrico en una probeta graduada (B). **19**

Figura 16. Control biométrico de *L. vannamei*: captura con atarraya (A), especímenes capturados (B) y medición con ictiómetro graduado con equivalencia en gramos (C). **19**

Figura 17. Medición de parámetros físico-químicos del agua de los estanques de cultivo: oxígeno y temperatura (A), transparencia (B), salinidad (C), pH (D), nitritos y amonio(E). **20**

Figura 18. Puntos de muestreo y toma de muestras de fondo de los estanques para determinar materia orgánica. **20**

Figura 19. Cosecha: descarga del agua de los estanques previa instalación del cubo de cosecha (A), acondicionamiento de foco para atraer a los camarones (B), preparación de metabisultifo de sodio (C) y transporte de langostinos en dinos (D). **22**

Figura 20. Variaciones semanales de los pesos medios de siembra y semanales de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **27**

Figura 21. Variaciones semanales de los pesos medios de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **29**

Figura 22. Variaciones semanales de incrementos en pesos medios de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **34**

Figura 23. Producciones total, bruta y neta de los estanques de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **34**

Figura 24. Oxígeno disuelto del agua de los estanque de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **38**

Figura 25. Temperatura del agua de los estanque de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **38**

Figura 26. Salinidad del agua de los estanques de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **39**

Figura 27. Transparencia del agua de los estanques de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. ..... **39**

Figura 28. Potencial de Hidrogeniones (pH) del agua de los estanques de cultivo de *L. vannamei*, en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**41**

Figura 29. Amonio no ionizado del agua de los estanques de cultivo *L. vannamei*, en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**41**

Figura 30. Nitritos del agua de los estanques de cultivo de *L. vannamei*, en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**42**

Figura 31. Materia orgánica (%) del suelo de los estanque de *L. vannamei*, en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .....**42**

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre el crecimiento y rendimiento de *Litopenaeus vannamei* "langostino blanco" cultivados en sistema semi-intensivo; para ello se desarrolló el diseño experimental clásico: sin aplicación de EM (E1 y E2: Testigos) y con aplicación de EM (E3 y E4: Experimentales). Se aplicó EM en el alimento de los langostinos (diariamente) y en el agua (semanalmente) de los estanques, en los cuales se sembraron Post-larvas de 0,02 g, en una densidad de 15 PLs/m^2. El control del crecimiento se realizó semanalmente tomando muestras de 200 organismos de cada estanque. Para determinar diferencias significativas en el crecimiento se aplicó el análisis de varianza y la prueba de Tukey. Se registraron los parámetros físico-químicos del agua y se determinó la materia orgánica al inicio y término del cultivo. Los resultados mostraron diferencias significativas del crecimiento en peso entre tratamientos pero no entre repeticiones, a favor de los organismos cultivados con EM (15,25 g). Las producciones bruta y neta fueron superiores en los estanques tratados con EM: 1 001,31 kg/ha, 999,97 kg/ha (E3) y 1 028,90 kg/ha, 1 027,58 kg/ha (E4), respectivamente. Los parámetros físico-químicos del agua: oxígeno, temperatura, transparencia y pH, se encontraron dentro del rango para un buen crecimiento de la especie cultivada. La materia orgánica disminuyó al final del cultivo en los estanques tratados con EM.

Palabras clave: Camaronicultura, *Litopenaeus vannamei*, microorganismos eficaces, cultivo semi-intensivo

ABSTRACT

The research was to determine the effect of effective microorganisms (EM) on the growth and performance of *Litopenaeus vannamei* "white shrimp" grown in semi-intensive system; developed for this classic experimental design: without application of EM (E1 and E2: Witnesses) and application of EM (E3 and E4: Experimental). EM was used in the food of shrimps (daily) and water (weekly) ponds, where Post-larvae 0.02 g, were seeded at a density of 15 PL / m^2. The growth control was performed weekly sampling of 200 organisms for each pond. To determine significant differences in growth analysis of variance and Tukey's test was applied. Physico-chemical water parameters were recorded and organic matter at the beginning and end of the culture was determined. The results showed significant differences in growth in weight between treatments but not between repetitions, in favor of the cultured organisms with MS (15.25 g). The gross and net yields were higher in ponds treated with EM: 1 001.31 kg / ha, 999,97 kg / ha (E3) and 1 028.90 kg / ha 1 027.58 kg / ha (E4) , respectively. The physicochemical parameters of the water: oxygen, temperature, transparency and pH were within the range for good growth of the cultivated species. The organic matter decreased the end of culture in the ponds treated with EM.

Keywords: Shrimp Farming, *Litopenaeus vannamei*, effective microorganisms, semi-intensive culture.

I. INTRODUCCION

El cultivo de langostino constituye una de las actividades en acuicultura que ha tenido más rápido crecimiento a nivel mundial en los últimos años, constituyéndose en un gran promotor de divisas y empleo.

En el continente americano, el cultivo del langostino blanco se extiende desde la parte norte del golfo de California hasta Caleta la Cruz en Tumbes, por lo general en zonas tropicales, donde esta especie puede cultivarse según lo afirma Hendrickx (1996) y Jiang *et al.* (2000); asimismo, teniendo en cuenta las condiciones de vida para la acuicultura de *Litopenaeus vannamei,* en el Perú, el desarrollo de esta actividad solo ha sido posible en las ciudades de Piura y Tumbes, donde la temperatura y demás requerimientos ambientales son óptimas para su buen crecimiento.

Actualmente la industria de la acuicultura se enfrenta a numerosos retos como: aumento de los costos de producción, enfermedades, impactos ambientales y la composición e inocuidad de sus productos; los cuales no son ajenos al rubro de la camaronicultura que ha ido aumentando con los avances tecnológicos en el manejo de la calidad de agua, alimentación y disminución de desechos propios de esta actividad. Razón por la cual en los últimos años, existe un gran interés en el uso de tecnologías limpias como las bacterias probióticas en acuicultura para mejorar entre otros aspectos, la resistencia a enfermedades, calidad de agua y suelo, así como el crecimiento de los organismos en cultivo.

En la actualidad hay un número creciente de productos probióticos que están siendo ofrecidos para satisfacer la demanda de prácticas ambientalmente amigables para el desarrollo de la acuicultura, entre ellos la tecnología de los Microorganismos eficaces (EM); y a la vez hay diversos estudios de su aplicación en campo realizados en otros países, con resultados algunas veces poco convincentes, por lo que es importante contrastar a través de la experimentación y bajo las mismas condiciones, por primera vez en Perú, el uso de los EM, que permitan afirmar fehacientemente, si la aplicación de microorganismos eficaces mejoran el crecimiento y por ende el rendimiento de *L. vannamei* en un cultivo semi-intensivo.

Experiencias con el uso de la tecnología EM® en la camaronicultura han demostrado que su implementación en países productores como Costa Rica, Colombia, Ecuador y Honduras mejoraron la calidad del agua y redujeron los tiempos de cultivo (Tejada *et al.* 2002; Ortega y Encalada 2003).

Guillén (2005), trabajó con dos estanques de 1,3 ha, con 14 ind/m^2, en donde aplicó EM activo una vez por semana a razón de 50 L/ha, alimentando con una sola dosis, las dos primeras semanas con balanceado de 35 % de proteína, luego 28 % hasta la octava semana, terminando con 22 % de proteína; después de 127 días de cultivo obtuvo un peso final de 12,38 g y 11,90 g, factor de conversión de 1,2 y 1,4, sobrevivencias de 39,34 % y 49,65 %, producciones de 794 kg/ha y 867 kg/ha, siendo los parámetros físico-químicos: temperatura 28 °C, pH (8,2 y 8,8), amonio y nitritos (0,02 y 0,06), respectivamente. En la misma línea, Novillo (2005), realizó un estudio en la

camaronera "el Cisne", Jambelí – Ecuador, en donde aplicó microorganismos eficaces (Tratamiento A) y *Saccharomyces cereviceae* (Tratamiento B), tanto al agua como al alimento; en el agua, para el tratamiento A, se dosificó 50 L/ha/día y para el tratamiento B, 20 L/ha/día; asimismo, en el alimento, las soluciones liquidas de los tratamientos A y B, se administraron al 30 % en volumen con respecto al peso del alimento balanceado; las post larvas fueron sembradas primeramente en jaulas de 24,5 m^2 y 13 días después se transfirieron a estanques de 8 ha con densidades de 10 ind/m^2, alimentando con alimento balanceado de 35 % de proteína durante todo el cultivo, obteniendo luego de 119 días los siguientes resultados: para el tratamiento A un peso final de 13,6 g, incremento semanal promedio de 1,31 g, sobrevivencia de 71,21 %, factor de conversión 0,95 y producción final de 968 kg/ha; mientras que para el tratamiento B, obtuvo un peso final de 12,05 g, incremento semanal promedio de 1,02 g, sobrevivencia de 94,09 %, factor de conversión 1,04 y producción final de 1 132,0 kg/ha; también se analizó materia orgánica (MO) del fondo del estanque al inicio y término del experimento, encontrando valores de MO al inicio de 2,8 y 2,6 % para los tratamientos A y B, respectivamente, obteniendo al final del cultivo 3,5 % de MO para ambos tratamientos.

En el mismo sentido, Granillo (2007), reportó que en la camaronera "Puna Uno", Machala – Ecuador, aplicó microorganismo eficaces (EM®) en el agua y alimento, con una dosis de 200 L/ha/ semana y 200 ml/kg de alimento, en estanque de 5 ha y además utilizó un estanque control de 2,5 ha; las densidades de siembra para ambos casos fue de 10 ind/ m^2, alimentando con balanceado comercial, sin especificar el nivel proteico; luego de 128 días de

cultivo, para el estanque experimental obtuvo un incremento semanal promedio de 1,21 g, peso final de 18,6 g, sobrevivencia de 61,8 %, factor de conversión de 0,9 y producción de 1 148 kg/ha; en cambio, para el estanque control obtuvo un incremento promedio semanal de 1,18 g, peso final de 18,4 g, sobrevivencia de 63,16 %, factor de conversión de 1,27, produciendo 1 161 kg/ ha; siendo los parámetros físico – químicos: temperatura del agua 24,5 °C, salinidad 39 ups, oxígeno 8,5 mg/L, pH 7,8, transparencia 43 cm; registrando que la MO para el experimental, al inicio y final del cultivo fue de 2,5 y 3,39 %, respectivamente y para el control 2,27 y 3,8 %.

Por otro lado, Asunción (2008), ejecutó un trabajo en la camaronera "Bonavi", en la Isla Jambelí – Ecuador, en donde aplicó un probiótico a base de bacterias acido lácticas (BAL), mezclado con el alimento balanceado, diariamente todo el ciclo de cultivo, en dosis de 137,5 ml/kg de alimento, considerando un estanque control y un experimental, sembrando 13 ind/m^2; obteniendo luego de 137 días los siguientes resultados: para el estanque experimental un incremento de peso promedio semanal de 0,81 g, peso final de 14,6 g, sobrevivencia del 48,30 %, factor de conversión de 0,9 y producción final de 747 kg/ha, mientras que para el estanque control logró un incremento de peso promedio semanal de 0,73 g, peso final de 13,5 g, sobrevivencia de 36,20 %, factor de conversión de 0,94, y 635 kg/ha de producción final. Los parámetros físico - químicos registrados, fueron temperatura del agua: 22,7 °C, salinidad: 33,6 ups, oxígeno: 9,2 mg/L y pH: 7,75.

Teniendo en cuenta la utilización de los Probióticos, en especial los microorganismos eficaces en otros países y el poco interés sobre éstos en el cultivo de langostino en nuestro país, se ejecutó el presente trabajo de investigación titulado: Cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei* "langostino blanco" utilizando microorganismo eficaces, cuyos objetivos fueron: Determinar y comparar el crecimiento y supervivencia de *L. vannamei* utilizando microorganismos eficaces (EM) y en cultivo tradicional, seleccionar el tratamiento que brinde el mejor crecimiento y rendimiento de *L. vannamei*; para lo cual se formuló el problema: ¿Cómo afecta el uso de microorganismos eficaces (EM) el crecimiento de *L. vannamei* "langostino blanco" en cultivo semi-intensivo?, planteándose la siguiente hipótesis: Conociéndose que los microorganismos eficaces mejoran las condiciones del ambiente acuático, entonces se espera obtener un mayor crecimiento y rendimiento de *L. vannamei* "langostino blanco", en los estanques con suministro de microorganismos eficaces (EM), la que fue contrastada a través del Diseño Experimental Clásico.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

El cultivo de *L. vannamei* se desarrolló durante los meses de septiembre 2013 a enero 2014, en cuatro estanques semi-naturales (Figura 1): 2,6 ha (Estanque 1), 4,0 ha (Estanque 2), 8,0 ha (Estanque 3) y 2,8 ha (Estanque 4); de propiedad de la Empresa Langostinera Macori S.R.L. – Campo La Turula, ubicada en el sector El Alcalde, Estero Río Chico, Departamento y Provincia de Tumbes, en las coordenadas 3°30´30.61" S y 80°27´08.37" O. (Figura 2).

La hipótesis se contrastó mediante el Diseño Experimental Clásico con dos repeticiones: sin aplicación de EM (Testigo: Estanques 1 y 2) y con aplicación de EM (Estanques 3 y 4), el cual se presenta en la Tabla 1, donde también se indica la densidad de siembra, población total, pesos medios de siembra y días de cultivo.

El agua para los estanques de cultivo se captó del Estero Río Chico, durante las mareas altas, por un tiempo de cuatro horas, dos veces por día, haciendo uso de una electrobomba centrifuga marca VOGES de 15 HP (Figura 3), abasteciendo primero un reservorio y luego a cada uno de los estanques, instalando previamente una malla mosquitera (0,8 mm de luz de malla) recubierta con malla anchovetera (13 mm de luz de malla) en el tubo de ingreso para evitar la entrada de competidores y depredadores a los estanques; asimismo, en la salida (monje) se colocó malla anchovetera, para impedir la fuga de langostinos (Figura 4 A y B).

El número total de post-larvas de langostinos adquiridas para el presente

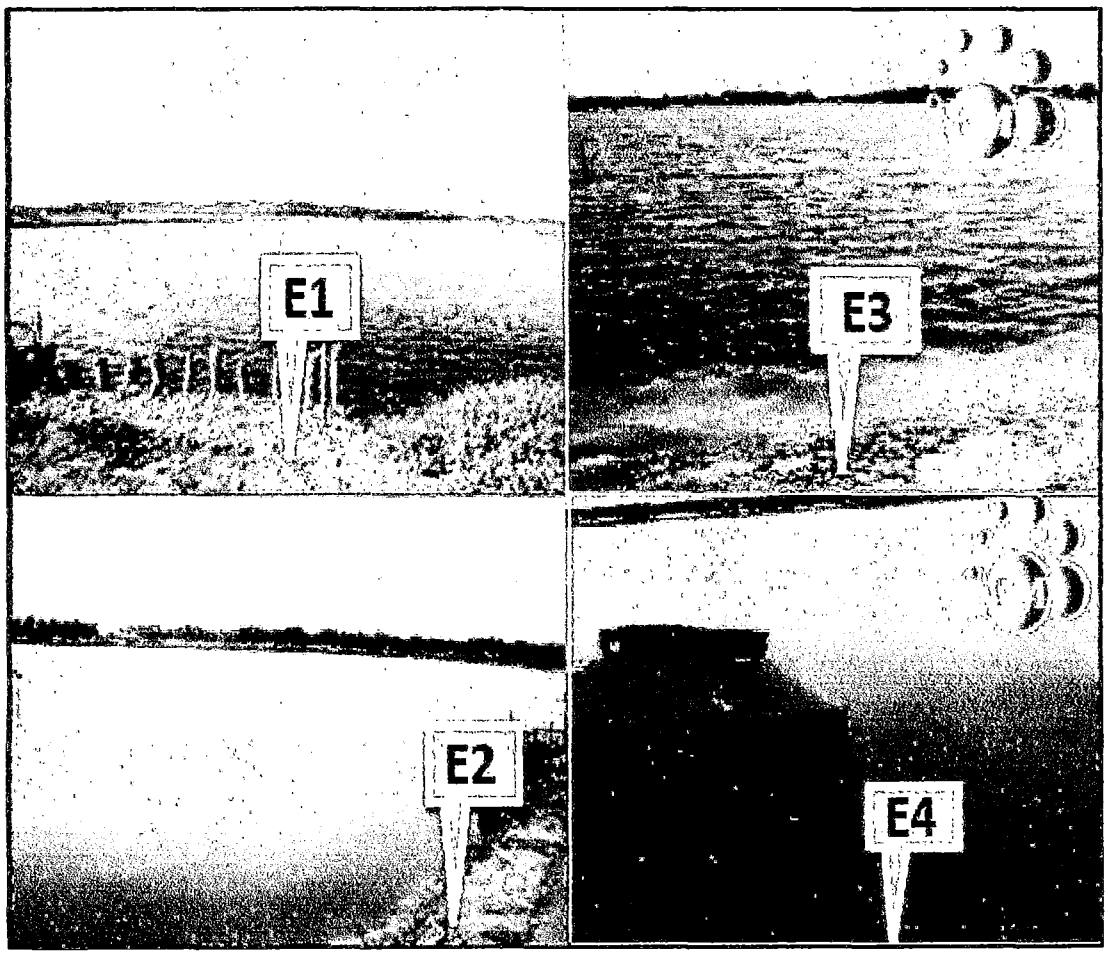


Figura 1. Estanques semi-naturales de la Langostinera Macori S.R.L. – Tumbes, donde se desarrolló el cultivo de *L. vannamei*.

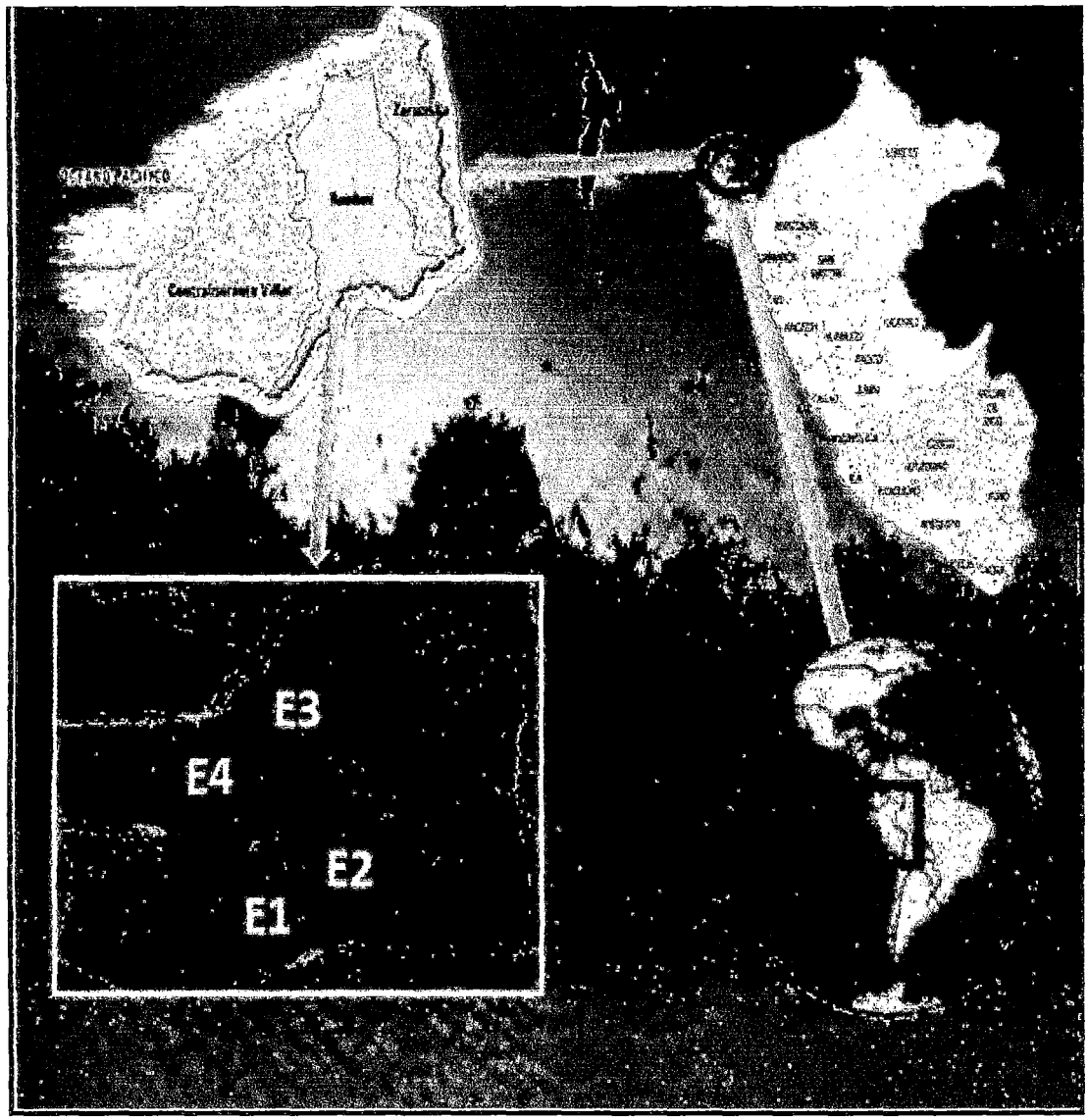


Figura 2. Ubicación de Langostinera Macori S.R.L. en el sector El Alcalde, Estero Río Chico, provincia y departamento de Tumbes.

Tabla 1. Diseño experimental, población total, pesos medios de siembra, densidad y días de cultivo por estanques de *L. vannamei,* utilizando microorganismos eficaces, en cultivo semi-intensivo en la Langostinera Macori S.R.L. – Tumbes, setiembre 2013-enero 2014.

Estanques	Tratamientos	Área (ha)	Densidad de siembra (PLs/m^2)	Población total	Peso medio de siembra (g)	Días de cultivo
E-1	**Sin - EM**	**2,6**	**15**	**390 000**	**0,02**	**112**
E-2	Sin - EM	4,0	15	600 000	0,02	112
E-3	Con - EM	8,0	15	1 200 000	0,02	112
E-4	Con - EM	2,8	15	420 000	0,02	112

PLs: Post – larvas
g : gramos.

Figura 3. Estación de bombeo, ubicada en el Estero Río Chico, abastecedor de agua para los estanques de cultivo de *L. vannamei* en la Langostinera Macori S.R.L.

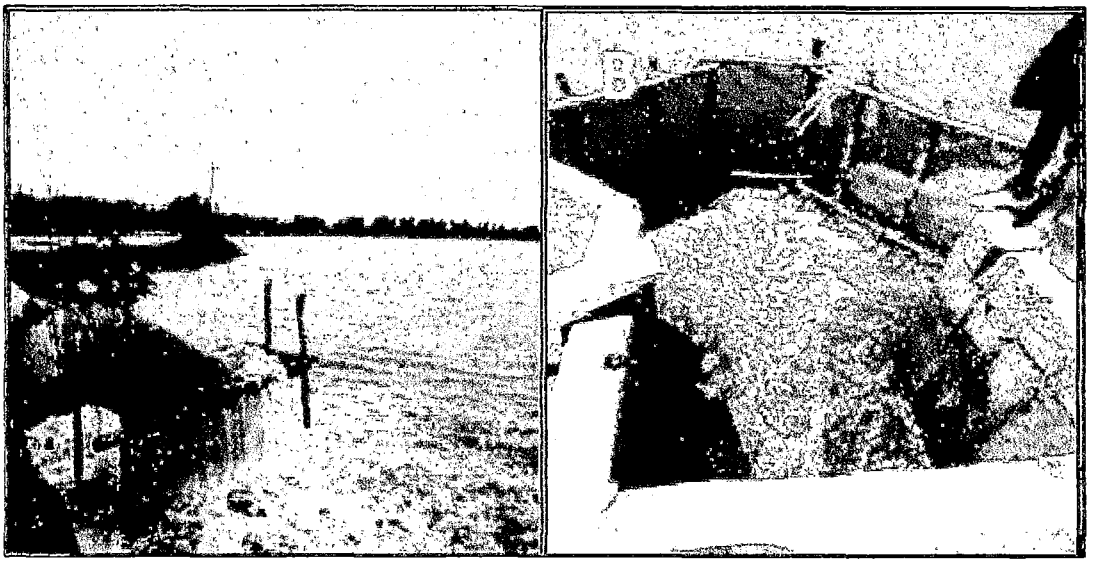


Figura 4. Ingreso (A) y salida (B) del agua de los estanques de cultivo, protegidos con sus respectivas mallas.

Figura 5. Transporte de las post-larvas de *L. vannamei* procedentes del Laboratorio PROMARISCO del grupo PESCANOVA, ubicado en la provincia de Salinas – Ecuador.

estudio fue de 2 610 000 PLs, procedentes del Laboratorio PROMARISCO del grupo PESCANOVA, ubicado en la provincia de Salinas – Ecuador, las cuales fueron trasladadas en bolsas de polietileno con suministro de oxígeno, colocadas en cajas de cartón (Figura 5); previamente a la siembra en los estanques se procedió a la aclimación de las post-larvas (Figura 6 A y B).

El probiótico que contenía la cepa madre de Microorganismos Eficaces en su forma latente, fue el EM·CAMARÓN TP® de presentación líquida, el mismo que se adquirió de la empresa BIOEM (Figura 7). Para su aplicación a los estanques de cultivo, previamente se realizaron dos procesos consecutivos: primero el activado para obtener el EMA (EM-activado) y luego el extendido para lograr el EME (EM-extendido), utilizando en ambos la melaza como fuente de energía para los microorganismos (Figura 8). La dosificación general recomendada de los ingredientes para la obtención del EMA fue: 2 litros de EM·CAMARÓN TP®, 20 kg de melaza y 1 000 litros de agua de estanque (volumen final) y para el EME: 50 litros de EMA, 1/2 litro de EM·CAMARÓN TP®, 20 kg de melaza y 1 000 litros de agua (volumen final).

Para fines de la investigación se preparó EMA en baldes de 50 litros (volumen final), basándose en la formulación antes señalada, añadiendo 100 ml de EM·CAMARÓNTP® y un kg de melaza, tapándose herméticamente y sellando con cinta de embalaje, con el fin de mantener condiciones anaeróbicas (Figura 9); de esta manera se elaboraron 230 litros de EMA semanalmente durante todo el proceso de cultivo, controlándose el pH con un potenciómetro marca WpH 600, el cual presentó valores igual o menor a 3,8 para utilizarlo en la

Figura 6. Cajas de cartón conteniendo las bolsas de polietileno con post larvas de *L. vannamei,* previo a la siembra en los estanques de cultivo (A) y aclimación (B).

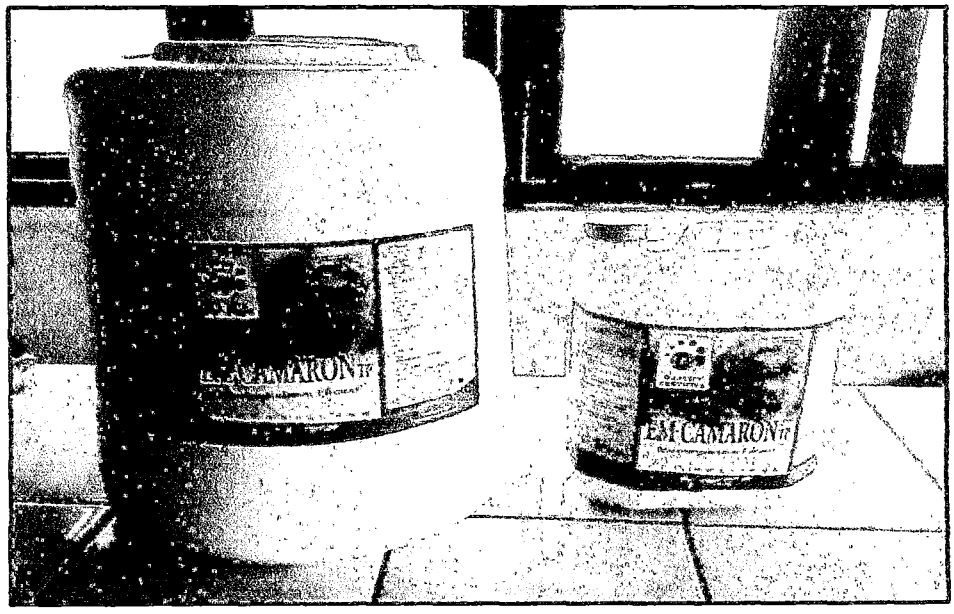


Figura 7. EM·CAMARÓN TP®, cepa madre de Microorganismos Eficaces en su forma latente, adquirido de la empresa BIOEM.

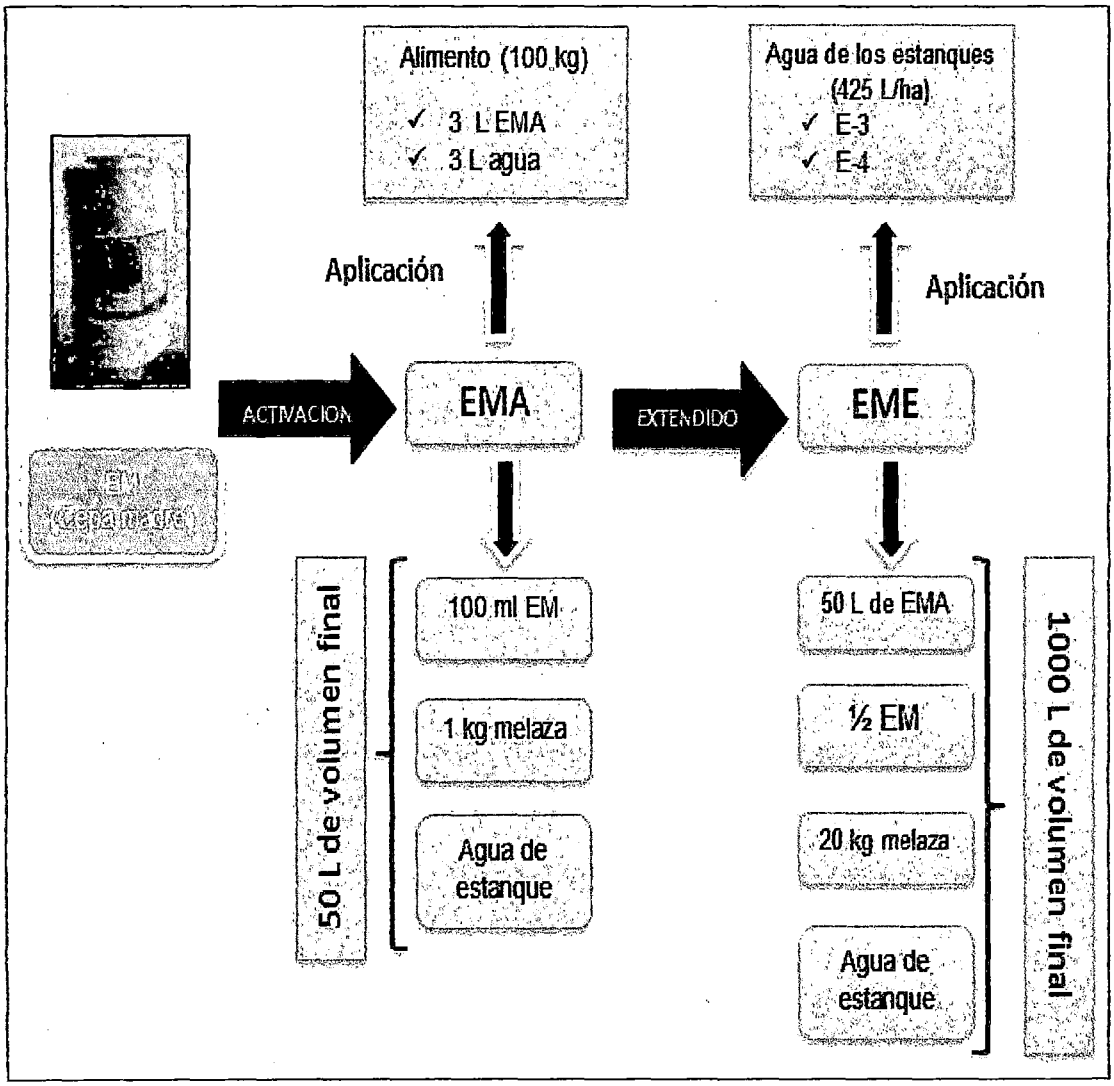


Figura 8. Diagrama de flujo para la activación (EMA) y extendido (EME) de la cepa madre del probiótico y dosis de aplicación en el alimento y agua de los estanques de cultivo.

Figura 9. Preparación de EMA en baldes de 50 litros y sellados herméticamente para permitir la fermentación.

Figura 10. Preparación de EME en tanques de 1 200 y 2 500 litros: llenado con agua de los estanques (A), aplicación de EMA (B) y sellado del tanque (C).

preparación del EME así como para mezclarlo con el alimento balanceado de 28 % de proteína, que se otorgó a los langostinos. La melaza utilizada en los dos procesos, fue diluida manualmente a fin de evitar la formación de grumos. La dosificación semanal de EME para el agua, fue de 425 litros por hectárea y en el momento de su aplicación su pH se encontró en un intervalo de 3.5 a 3.8; de manera que para el Estanque 3 y 4, se aplicaron 3 400 y 1 200 litros de EME, respectivamente, con la periodicidad antes señalada. Para la preparación de éstos volúmenes, se utilizaron tanques botella marca ETERNIT de 2 500 y 1 200 litros de capacidad los cuales fueron llenados con una bomba MPOWER-1,5 HP (Figura 10 A, B y C). El vaciado semanal de EME en los estanques de cultivo se realizó directamente de los tanques, en horas de poca intensidad de luz (por las mañanas o al finalizar la tarde) y en lo posible con el viento a favor, desde la ubicación del tanque de preparación; en ciertas ocasiones se aprovechó la entrada del agua en las horas de bombeo, logrando de esta manera una distribución más uniforme en el estanque (Figura 11 A, B y C).

La alimentación se realizó cumplido los primeros 17 días después de la siembra, tiempo en el cual las post larvas sólo aprovecharon el alimento natural de los estanques. El proceso se inició con alimento NICOVITA al 35 % de proteína (calibre del pellet: 1,0 - 2,0 mm) hasta que estos alcanzaron un peso promedio de 5 g; a partir del cual se proporcionó NICOVITA al 28 % de proteína (calibre del pellet: 2,5 mm) hasta que culminó el experimento (Figura 12), dieta que en el caso de los Estanques 3 y 4, se mezcló con tres litros de EMA y tres litros de agua, por cada 100 kg de alimento balanceado un día antes de la entrega, haciendo uso de una mezcladora mecánica (Figura 13).

Figura 11. Control de factores para el vaciado de EME: pH (A), intensidad de luz (B) y entrada de agua (C).

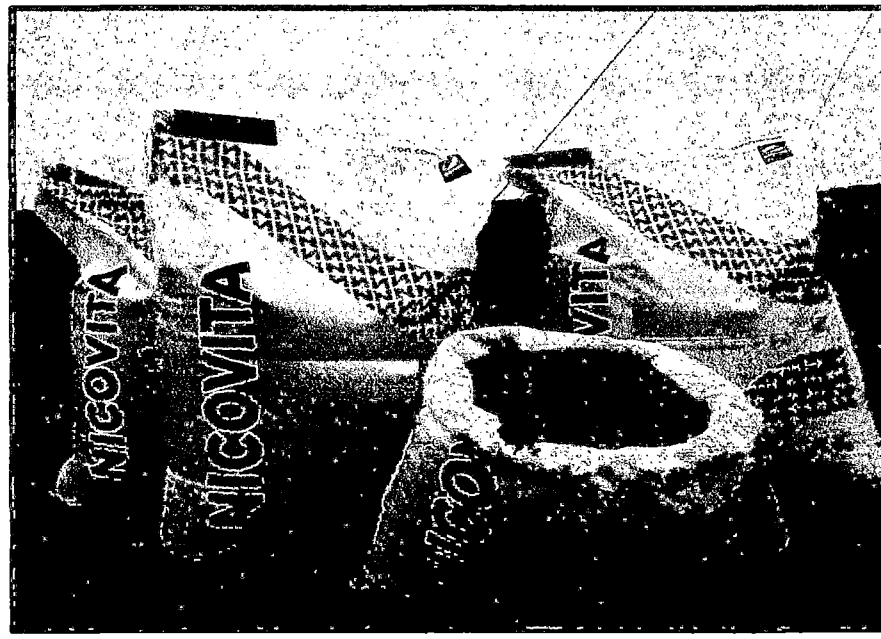


Figura 12. Alimento balanceado NICOVITA empleado durante el cultivo.

Figura 13. Aplicación de EMA en el alimento balanceado, haciendo uso de una mezcladora mecánica.

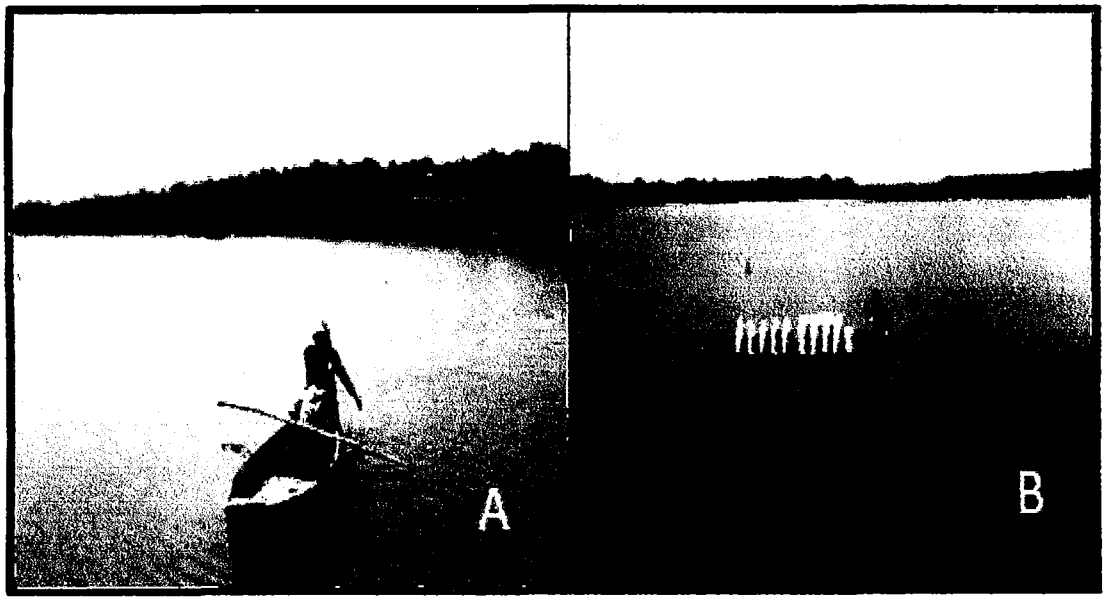


Figura 14. Alimentación realizado en bandejas circulares (A) y al boleo (B).

El suministro de alimento se realizó en dos formas: en bandejas circulares (12 bandejas/ha) de 50 cm de diámetro y construidos con malla plástica de 0,80 mm de abertura, y al boleo; alimentándolos a las 08:00 h, de lunes a sábado (Figura 14 A y B); y estuvo basado en el uso de tablas de alimentación de la empresa langostinera en relación a la edad y peso de los organismos, así como también a la observación diaria y muestreos semanales.

El control del crecimiento se realizó semanalmente, obteniendo la muestra con un chayo de malla fina de 1,5 mm hasta la tercera semana, registrándose el peso mediante el método volumétrico con una probeta de 100 ml (Figura 15 A y B). A partir de la cuarta semana la obtención de la muestra se hizo con atarraya, capturándose los ejemplares al azar en cada estanque, haciéndose el registro biométrico con un ictiómetro graduado con equivalencia en gramos (Figura 16 A, B y C). En ambos casos, el tamaño de la muestra fue de 200 organismos por estanque.

La temperatura superficial del agua y oxígeno disuelto se midieron a las 03:00 y 15:00 h (diariamente) utilizando un multiparámetros digital YSI 550; el registro de salinidad con un refractómetro Vital Sine SR6 y la transparencia con un disco de Secchi graduado en centímetros, a las 11:00 h, el pH con Potenciómetro WpH600 con rango de 0-14, el amonio y nitritos con test de análisis marca Nutrafin (colorimetría), semanalmente (Figura 17 A, B, C, D y E).

Se realizó análisis de materia orgánica del suelo de los estanques al inicio y término del cultivo (Figura 18). Para obtener las muestras se utilizó una pala, removiendo y desechando la primera capa (10 cm) y luego se recolectó una

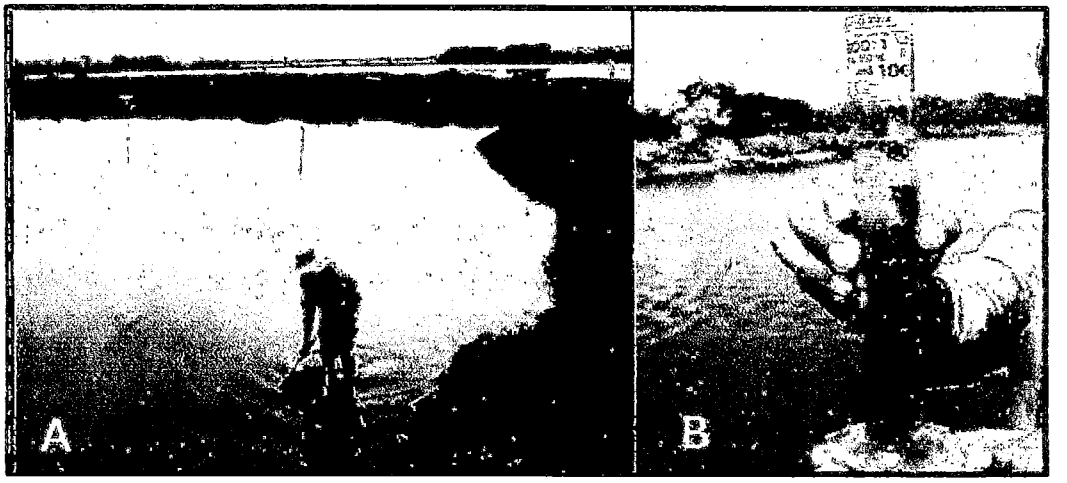


Figura 15. Control de crecimiento de las post larvas de *L. vannamei* capturados con un chayo (A), por el método volumétrico en una probeta graduada (B).

Figura 16. Control biométrico de *L. vannamei*: captura con atarraya (A), especímenes capturados (B) y medición con ictiómetro graduado con equivalencia en gramos (C).

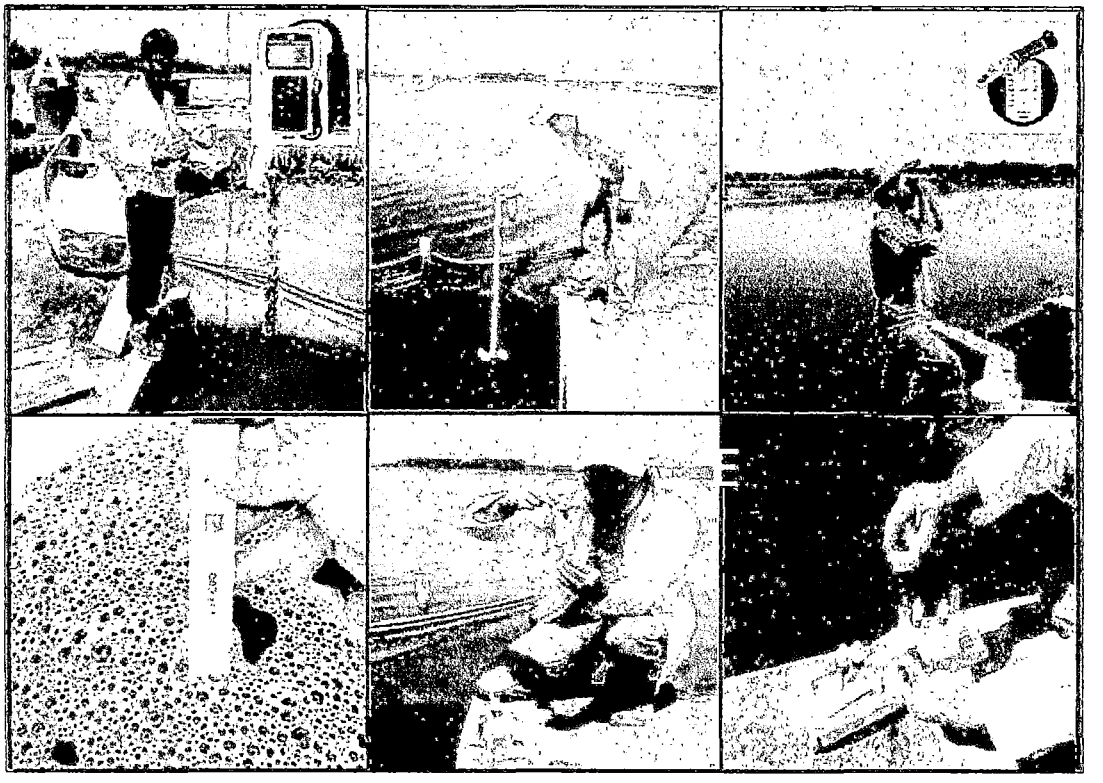


Figura 17. Medición de parámetros físico-químicos del agua de los estanques de cultivo: oxígeno y temperatura (A), transparencia (B), salinidad (C), pH (D), nitritos y amonio (E).

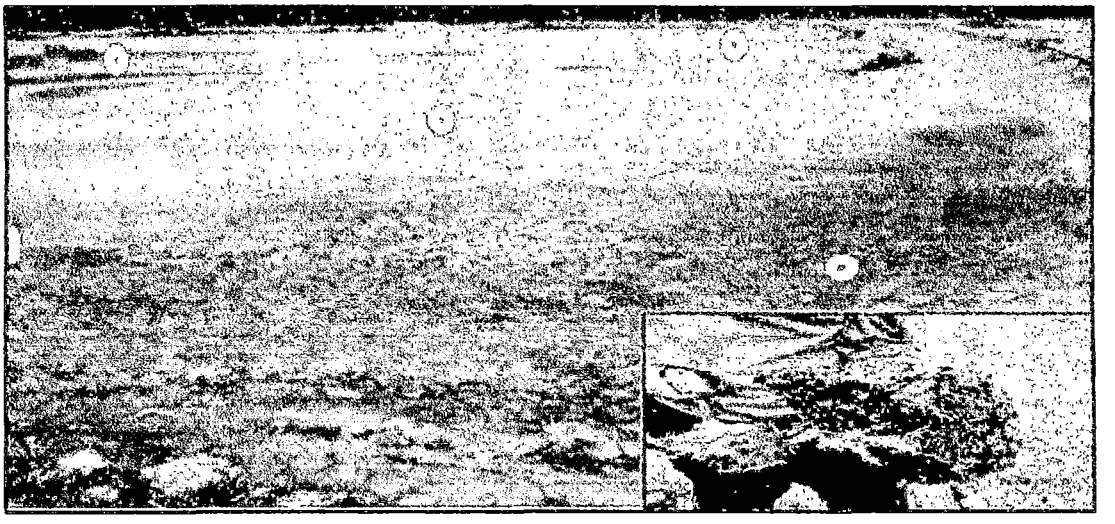


Figura 18. Puntos de muestreo y toma de muestras de fondo de los estanques para determinar el porcentaje de materia orgánica.

sub-muestra (500 g); procedimiento que se repitió en cinco puntos de muestreo (Figura 18), de manera que se recolectó una muestra representativa del fondo de cada uno de los estanques. Las sub-muestras se mezclaron para obtener una muestra homogénea para cada estanque, las cuales fueron colocadas en bolsas ziploc, etiquetadas y remitidas para su análisis al laboratorio BIODES, ubicado en la ciudad de Tumbes, donde se determinó el porcentaje de materia orgánica.

Al final del cultivo, se cosecharon los langostinos, y para su comercialización en el mercado internacional tuvieron una presentación de entero en el caso de los Estanques 3 y 4 utilizándose hielo en escamas y metabisulfito de sodio (7,5 kg/dino), el cual sirvió como preservante durante la cosecha en el campo; los langostinos de los estanques 1 y 2 se destinaron para cola, utilizando solo hielo; el producto cosechado fue transportado a la Planta de Congelados Pacífico S.A. en dinos con capacidad para 500 kg (Figura 19 A, B, C y D).

Se aplicó el análisis de varianza para un modelo encajado (Sokal and Rholf, 1995), para determinar si los valores observados en el crecimiento en peso, difieren estadísticamente entre tratamientos y repeticiones:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde;

Y_{ijk} : una medición cualquiera.

U : peso medio verdadero.

A_i : efecto del factor microorganismos eficaces sobre el crecimiento.

B_j : efecto de las repeticiones dentro de los tratamientos.

E_{ijk} : error experimental.

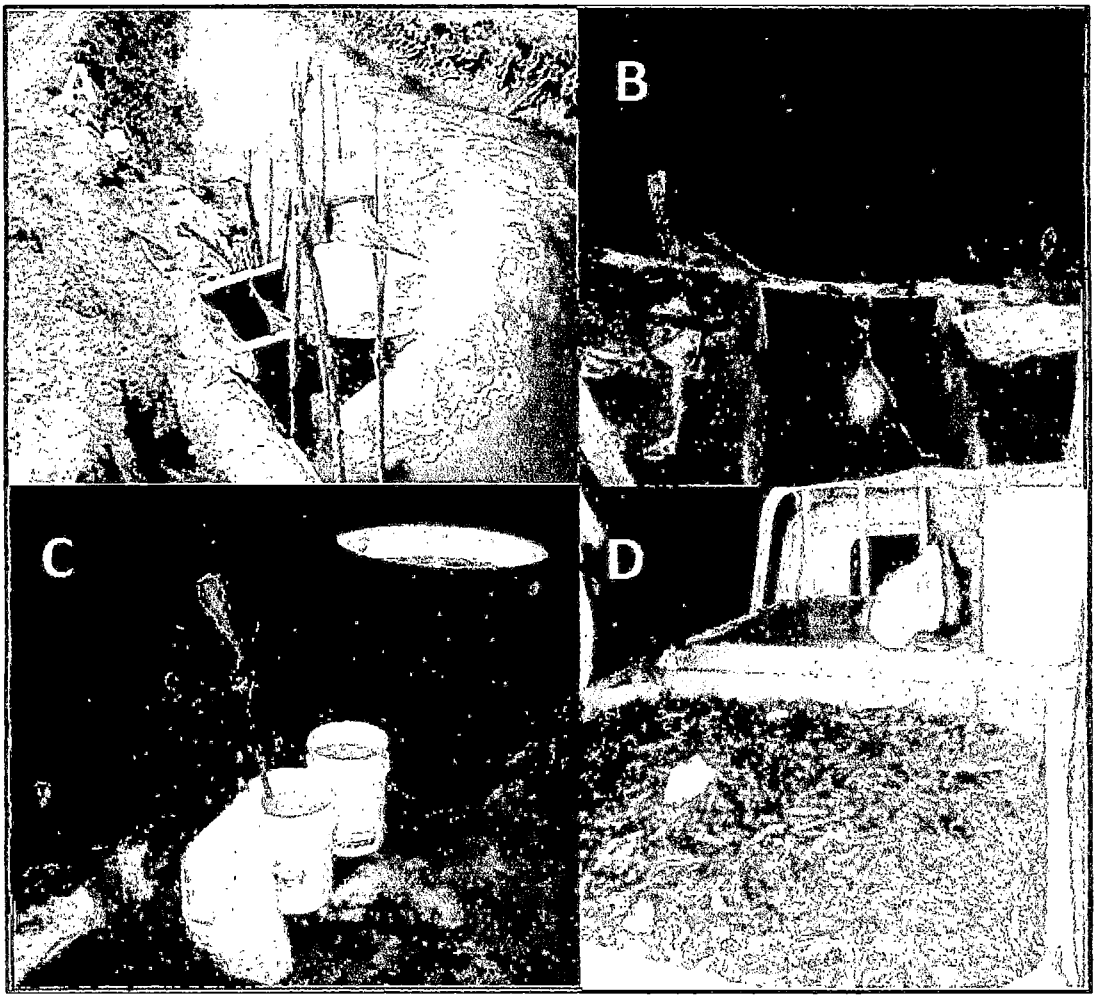


Figura 19. Cosecha: descarga del agua de los estanques previa instalación del cubo de cosecha (A), acondicionamiento de foco para atraer a los camarones (B), preparación de metabisultifo de sodio (C) y transporte de langostinos en dinos (D).

Posteriormente se estimó el promedio en peso de cada tratamiento y se aplicó el análisis de varianza para un modelo factorial de dos factores fijos (Ostle, 1994):

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

Dónde;

Y_{ijk} : una medición cualquiera.

U : peso medio verdadero.

A_i : efecto del factor microorganismos eficaces 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.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho : el factor microorganismos eficaces y las repeticiones para el primer modelo y factor microorganismos eficaces, el tiempo y su interacción, para el segundo modelo, no afectan el crecimiento de *L. vannamei.*

Ha : el factor microorganismos eficaces y las repeticiones para el primer modelo y factor microorganismos eficaces, el tiempo y su interacción, para el segundo modelo, si afectan el crecimiento de *L. vannamei.*

Las decisiones se tomaron de acuerdo a lo siguiente:

Aceptar Ho si F calculado es menor o igual que F tabulado

Aceptar Ha si F calculado es mayor que F tabulado.

A través de la prueba de Tukey, se evidenció a favor de qué tratamiento se presentaron las diferencias significativas en el crecimiento.

La evaluación económica del experimento para cada tratamiento se realizaron teniendo en cuenta los costos operativos e ingresos del proceso de cultivo datos que fueron proporcionados por la oficina de administración y contabilidad de la empresa Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, los mismos que fueron extrapolados a la hectárea y determinados en moneda internacional (dólar), para obtener de acuerdo a las formulas establecidas, los siguientes indicadores:

1. Ingresos netos (IN):

   IN= Ingreso bruto (sumatoria de ingresos) – costo total de la operación (sumatoria de egresos).

2. Relación beneficio - costo (RBC):

   RBC= Beneficio total (ingreso bruto)/ costo total de la operación.

3. Merito económico (ME):

   ME= Costo alimento / Ganancia en peso de los langostinos.

4. Retorno por dólar invertido (RDI):

   RDI= Ingreso neto / costo del alimento.

Los análisis estadísticos fueron procesados con una computadora Lenovo Core I 5, utilizando el Programa Excel 2013. Con un nivel de significancia del 0,05.

HEMEROTECA-U.N.P.R.G.

III. RESULTADOS

1. Crecimiento de *L. vannamei.*

Concluido el proceso de cultivo, se observó que los valores numéricos del crecimiento en peso de *L. vannamei,* varió entre el testigo y el tratamiento así como entre las repeticiones, siendo los individuos de los estanques tratados con microorganismos eficaces los que obtuvieron el mayor crecimiento en ambas repeticiones (Tabla 2). Asimismo, la Figura 19 demostró que el crecimiento de los langostinos que recibieron tratamiento con microorganismos eficaces (EM), fue superior a los que fueron cultivados tradicionalmente (testigo), desde la quinta semana de cultivo. Se observa también, que el crecimiento fue semejante entre repeticiones, tanto en el testigo como en el tratamiento.

Se determinó, a través del análisis de varianza (Tabla 3), que las diferencias del crecimiento en peso difieren estadísticamente entre los tratamientos, pero no entre las repeticiones.

Al no encontrarse diferencias estadísticas entre las repeticiones, se promedió los pesos para cada tratamiento (Tabla 4), observándose que los langostinos a los que se les suministró microorganismos eficaces, obtuvieron un mayor crecimiento (15,25 g) con respecto a los que no fueron tratados con EM (12,35 g), a partir de la quinta semana de cultivo (Figura 21). Posteriormente se realizó un análisis de varianza con el fin de determinar el efecto de los microorganismos eficaces, el tiempo y la interacción de ambos sobre el

Tabla 2. Pesos medios de siembra y semanales, en las repeticiones de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Tiempo	TESTIGO		EM	
	E1	E2	E3	E4
	Pt	Pt	Pt	Pt
S	0,02	0,02	0,02	0,02
M1	0,20	0,15	0,18	0,16
M2	0,62	0,56	0,62	0,59
M3	1,00	0.90	0,95	0,85
M4	1,90	1,43	1,81	1,46
M5	2,32	2,21	2,90	2,40
M6	3,05	2,77	3,80	3,50
M7	4,04	3,80	4,81	4,30
M8	4,81	4,60	5,50	5,10
M9	5,62	5,13	6,00	6,14
M10	6,43	6,08	7,20	7,13
M11	7,52	7,24	8,11	8,54
M12	8,40	7,82	9,22	9,80
M13	9,50	8,91	10,56	11,20
M14	10,22	9,43	11,90	12,60
M15	11,45	10,75	13,40	14,10
M16	12,69	12,00	14,90	15,60

S: siembra
M: muestreo semanal
Pt: peso total en gramos (g)
E: Estanque.

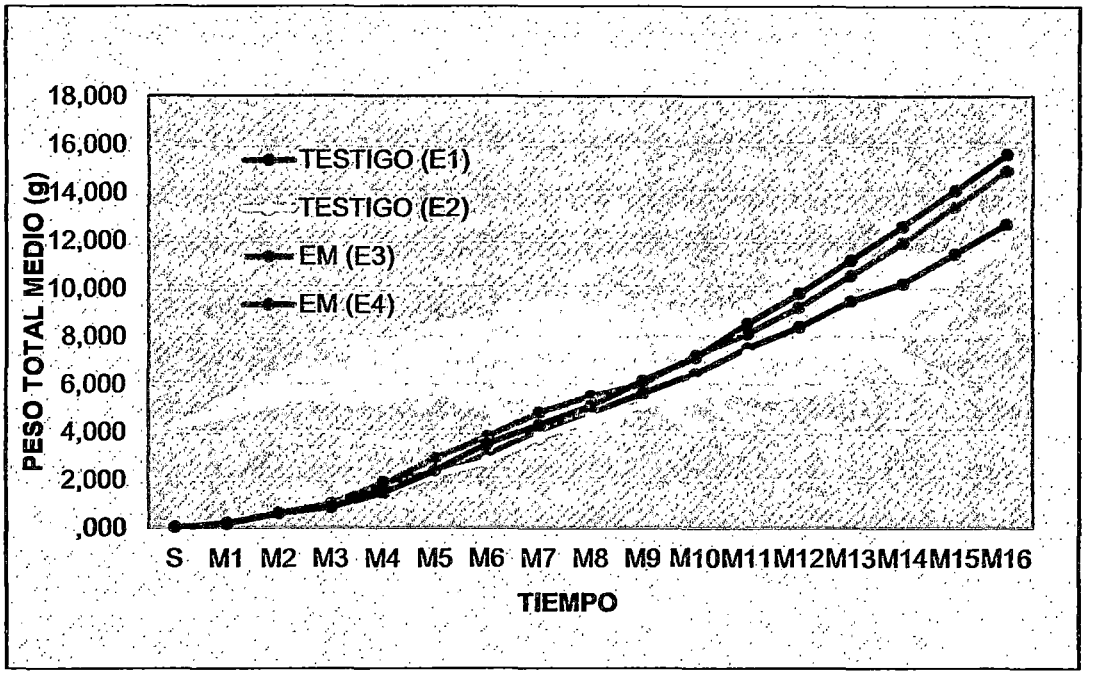


Figura 20. Variaciones semanales de los pesos medios de siembra y semanales de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Tabla 3. Análisis de varianza para determinar diferencias significativas en el crecimiento en peso, entre tratamientos y repeticiones, de *L. vannamei* cultivados en sistema semi-intensivo, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Fuente de variación	Fc	Ft
Tratamientos	79,97*	18,51*
Repeticiones	1,98	3,18

Fc: valor de F calculado
Ft: valor de F tabulado
*: Valor significativo al 0,05.

Tabla 4. Pesos medios de siembra y semanales de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

TIEMPO	TESTIGO	EM
	Pt	Pt
S	0,02	0,02
M1	0,18	0,17
M2	0,59	0,61
M3	0,95	0,90
M4	1,67	1,64
M5	2,27	2,65
M6	2,91	3,65
M7	3,92	4,56
M8	4,71	5,30
M9	5,38	6,07
M10	6,26	7,17
M11	7,38	8,33
M12	8,11	9,51
M13	9,21	10,88
M14	9,83	12,25
M15	11,10	13,75
M16	12,35	15,25

S: siembra
M: muestreo semanal
Pt: peso total en gramos (g).

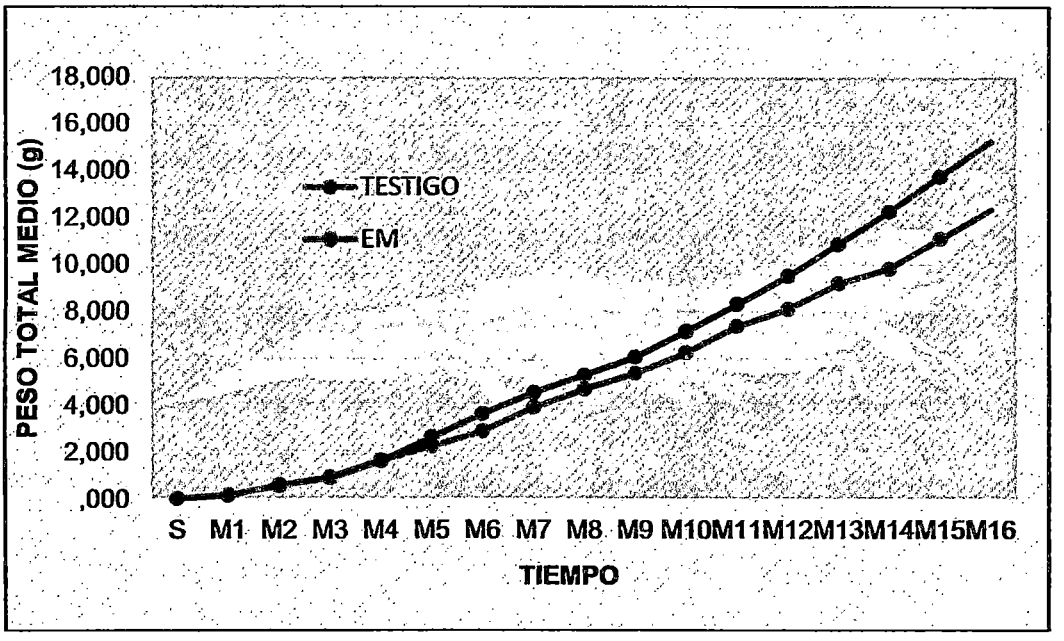


Figura 21. Variaciones semanales de los pesos medios de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Tabla 5. Análisis de varianza para determinar el efecto de los microorganismos eficaces, tiempo e interacción sobre el crecimiento en peso de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Fuente de variación	Fc	Ft
Tratamientos	2716,86*	3,85
Tiempo	13650,12*	1,76
Interacción	155,30*	1,76

Fc: valor de F calculado
Ft: valor de F tabulado
* : valor significativo al 0,05.

crecimiento de los langostinos (Tabla 5), encontrándose que existe efecto significativo de los dos factores y su interacción.

Al aplicar la prueba de Tukey (Tabla 6) para comparar los pesos medios de los langostinos entre el testigo y el tratamiento, se encontraron diferencias significativas en el crecimiento a favor de los langostinos cultivados con microorganismos efectivos, desde la quinta semana hasta el final del proceso de cultivo.

La prueba de Tukey en función al tiempo (Tabla 7), permitió establecer que el crecimiento de los langostinos fue significativo durante todo el experimento de cultivo, tanto en el testigo como en aquellos cultivados con EM.

Las tasas de incremento semanal en peso (Tabla 8), aumentaron hacia la cuarta semana, y a partir de la quinta semana, presentaron la tendencia a disminuir sus valores hasta la novena semana de cultivo para luego iniciar su ascenso hasta el final del mismo, con la diferencia que fue constante en el cultivo con EM y en el testigo se presentó alternado con picos de rápido y lento crecimiento (Figura 21).

2. Rendimiento de producción.

Las producciones totales guardaron relación directa con la superficie de los estanques de cultivo, mientras que las producciones bruta y neta fueron mayores en los estanques a los que se le aplicó microorganismos eficaces, siendo de 1 001,31 kg/ha y 999,97 kg/ha para el Estanque 3 y de 1 028,90 kg/ha y 1 027,58 kg/ha para el Estanque 4, respectivamente (Figura 23).

Tabla 6. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre los pesos medios de cada tratamiento de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

	PESOS MEDIOS			
TIEMPO	TESTIGO	EM	Diferencia	DMS
M1	0,18	0,17	0,01	0,163
M2	0,59	0,61	0,01	0,163
M3	0,95	0,90	0,05	0,163
M4	1,67	1,64	0,03	0,163
M5	2,27	2,65	0,39*	0,163
M6	2,91	3,65	0,74*	0,163
M7	3,92	4,56	0,63*	0,163
M8	4,71	5,30	0,60*	0,163
M9	5,38	6,07	0,70*	0,163
M10	6,26	7,17	0,91*	0,163
M11	7,38	8,33	0,95*	0,195
M12	8,11	9,51	1,40*	0,214
M13	9,21	10,88	1,68*	0,214
M14	9,83	12,25	2,42*	0,214
M15	11,10	13,75	2,65*	0,214
M16	12,35	15,25	2,91*	0,195

M: Muestreo semanal
DMS: Diferencia Mínima Significativa
*: valor significativo al 0.05%.

Tabla 7. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas semana a semana entre los pesos medios, en cada tratamiento, de *L. vannamei*, cultivados en sistema semi-intensivo, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

TESTIGO				
TIEMPO	PESOS MEDIOS		Diferencia	DMS
	Menor	Mayor		
M1-M2	0,18	0,59	0,42*	0,163
M2-M3	0,59	0,95	0,36*	0,214
M3-M4	0,95	1,67	0,72*	0,195
M4-M5	1,67	2,27	0,60*	0,163
M5-M6	2,27	2,91	0,65*	0,195
M6-M7	2,91	3,92	1,01*	0,195
M7-M8	3,92	4,71	0,79*	0,195
M8-M9	4,71	5,38	0,67*	0,195
M9-M10	5,38	6,26	0,88*	0,195
M10-M11	6,26	7,38	1,12*	0,195
M11-M12	7,38	8,11	0,73*	0,163
M12-M13	8,11	9,21	1,10*	0,195
M13-M14	9,21	9,83	0,62*	0,195
M14-M15	9,83	11,10	1,28*	0,195
M15-M16	11,10	12,35	1,25*	0,195

EM				
TIEMPO	PESOS MEDIOS		Diferencia	DMS
	Menor	Mayor		
M1-M2	0,17	0,61	0,44*	0,214
M2-M3	0,61	0,90	0,30*	0,163
M3-M4	0,90	1,64	074*	0,195
M4-M5	1,64	2,65	1,02*	0,214
M5-M6	2,65	3,65	1,00*	0,195
M6-M7	3,65	4,56	0,91*	0,195
M7-M8	4,56	5,30	0,75*	0,195
M8-M9	5,30	6,07	0,77*	0,195
M9-M10	6,07	7,17	1,10*	0,195
M10-M11	7,17	8,33	1,16*	0,214
M11-M12	8,33	9,51	1,19*	0,195
M12-M13	9,51	10,88	1,37*	0,195
M13-M14	10,88	12,25	1,37*	0,195
M14-M15	12,25	13,75	1,50*	0,195
M15-M16	13,75	15,25	1,50*	0,163

M: Muestreo semanal
DMS: Diferencia Mínima Significativa
*: Valor significativo al 0.05.

Tabla 8. Incrementos semanales en peso de *L. vannamei*, cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

	TESTIGO	EM
Tiempo	Pt	Pt
S-M1	0,17	0,15
M1-M2	0,42	0,44
M2-M3	0,36	0,30
M3-M4	1,65	1,20
M4-M5	0,60	1,74
M5-M6	0,65	1,00
M6-M7	1,01	0,91
M7-M8	0,79	0,75
M8-M9	0,67	0,77
M9-M10	0,88	1,10
M10-M11	1,12	1,16
M11-M12	0,73	1,19
M12-M13	1,10	1,37
M13-M14	0,62	1,37
M14-M15	1,28	1,50
M15-M16	1,25	1,50

S: siembra
M: muestreo semanal
Pt: peso total en gramos (g).

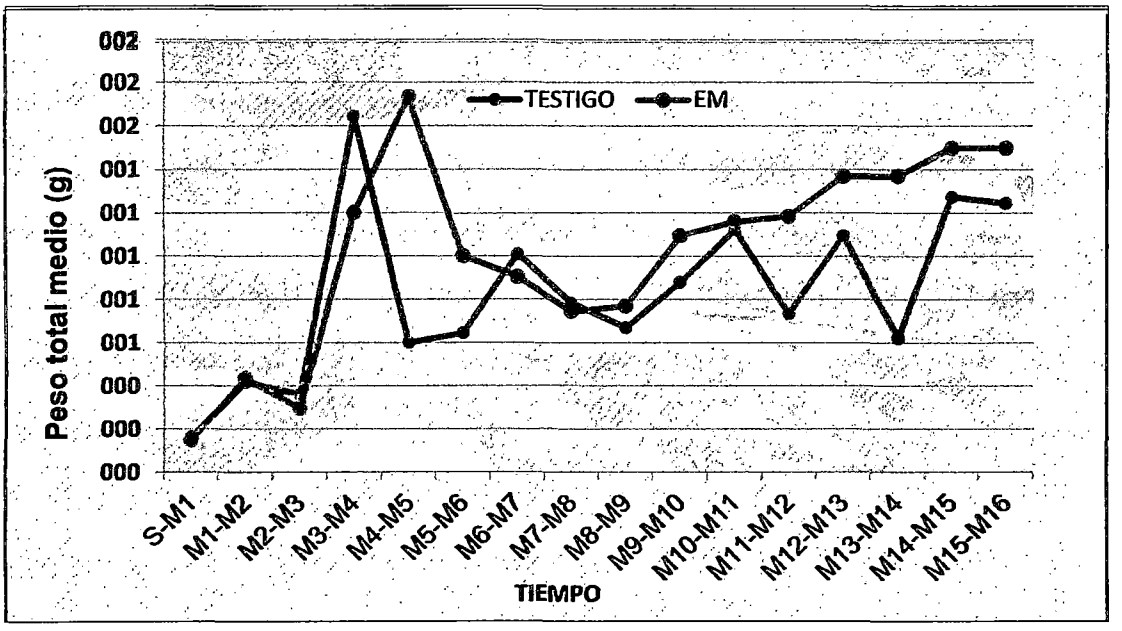
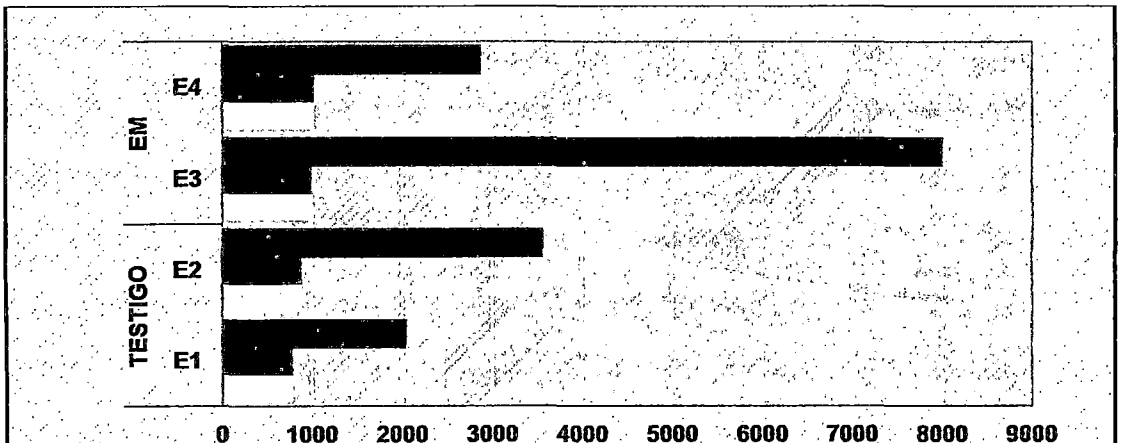


Figura 22. Variaciones semanales de incrementos en pesos medios de *L. vannamei*, cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.



	TESTIGO		EM	
	E1	E2	E3	E4
TOTAL (kg)	2.051	3.566	8.010	2.881
BRUTA (kg/ha)	789	891	1.001	1.029
NETA (kg/ha)	788	890	1.000	1.028

Figura 23. Producciones total, bruta y neta de los estanques de *L. vannamei*, cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

3. Suministro de alimento y conversión alimenticia.

El alimento suministrado a los langostinos se incrementó semanalmente conforme avanzó el proceso de cultivo, en ambos casos (Tabla 9). En lo que respecta a los factores de conversión alimenticia (FCA), sus valores fueron numéricamente similares entre repeticiones del testigo y del tratamiento con EM; sin embargo, los mejores valores correspondieron al segundo de los nombrados, que en promedio presentó un FCA de 1,17 (Tabla 9).

4. Sobrevivencia.

Al término del experimento, se alcanzaron sobrevivencias por debajo del 50 %, observándose que el menor y mayor porcentaje de sobrevivencia de *L. vannamei,* se obtuvo en los estanques testigo, con 41,44 % y 49,52 %; mientras que los estanques con suministro de EM obtuvieron 44,80 % y 43,97 % de sobrevivencia. Al promediar los valores, se evidenció que el tratamiento testigo superó ligeramente al tratamiento con EM (Tabla 10).

5. Parámetros de calidad del agua y suelo.

5.1 Oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto en el agua, mantuvo una tendencia similar en los cuatro estanques de cultivo: disminuyó desde el inicio hasta la segunda semana de cultivo, luego empezaron su ascenso hasta la décima semana, para de ahí disminuir su valor hacia la finalización del cultivo; debiendo hacer notar que las concentraciones de oxígeno alcanzaron mayores niveles en los estanques tratados con EM, desde la sexta semana de cultivo (Figura 23). En general, los

Tabla 9. Alimento suministrado semanal (kg) y factor de conversión alimenticia de *L. vannamei,* cultivados en un sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Semana	CANTIDAD DE ALIMENTO (kg)			
	TESTIGO		EM	
	E1	E2	E3	E4
4	30	44	91	36
5	48	72	49	60
6	95	135	124	98
7	140	250	320	166
8	225	345	555	240
9	205	440	765	297
10	280	500	880	350
11	355	605	945	320
12	320	530	885	345
13	429	710	1080	435
14	443	675	975	384
15	338	650	1195	450
16	350	530	990	375
Total (kg)	3258	5486	8854	3556
FCA	1,59	1,54	1,11	1,23
PROMEDIO	1,56		1,17	

Tabla 10. Sobrevivencia y mortalidad de *L. vannamei,* cultivados en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

(%)	TESTIGO		EM	
	E1	E2	E3	E4
Sobrevivencia	41,44	49,52	44,80	43,97
PROMEDIO	45,48		44,39	
Mortalidad	58,56	50,48	55,20	56,03
PROMEDIO	54,52		55,62	

niveles de oxígeno disuelto en el agua estuvieron en un rango de 4,1 mg/L a 6,5 mg/L.

5.2 Temperatura del agua.

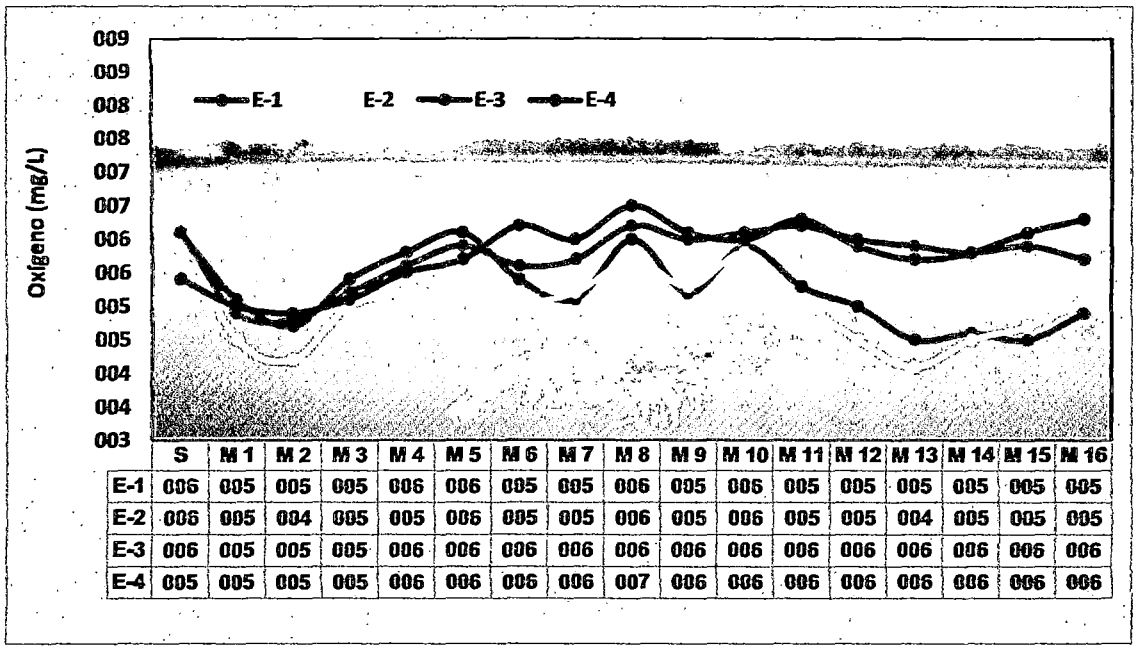
Los valores de las temperaturas medias semanales del agua fueron similares en todos los estanques de cultivo y con el mismo comportamiento: se incrementó desde la primera hasta la quinta semana, descendió las semanas seis y siete y luego incrementaron sus niveles térmicos, hasta alcanzar sus mayores valores en las últimas semanas de cultivo. De manera general, la temperatura varió de 28,2 °C a 31,1 °C (Figura 24).

5.3 Salinidad.

Los registros de salinidad del agua ostentaron valores muy cercanos en todos los estanques de cultivo y sus concentraciones disminuyeron gradualmente desde 24,00 ups en la primera semana hasta 12,00 ups en la última semana del proceso de cultivo (Figura 25).

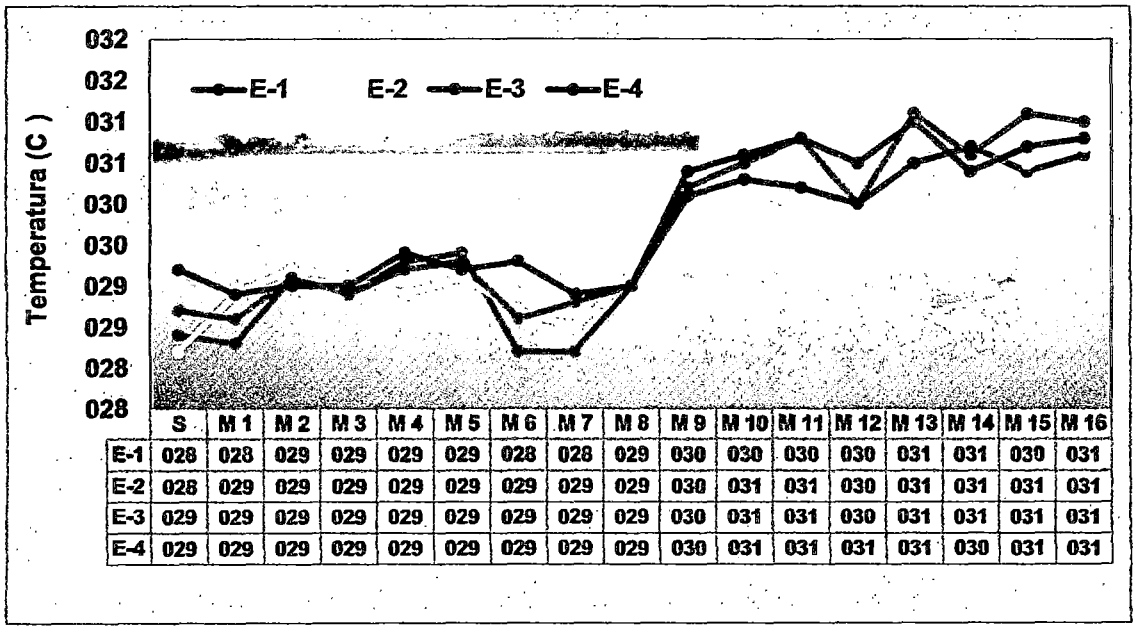
5.4 Transparencia del agua.

En general, la tendencia de los niveles de transparencia del agua de los estanques de cultivo fue semejante, es decir, disminuyó desde el inicio hasta la segunda semana, luego experimentó un ascenso hasta la sexta semana de cultivo, a partir de la cual sus valores presentaron oscilaciones no muy pronunciadas; debiendo hacer notar que hasta el la quinta semana no hubo mayor diferenciación entre los niveles de transparencia, pero a partir de la sexta semana



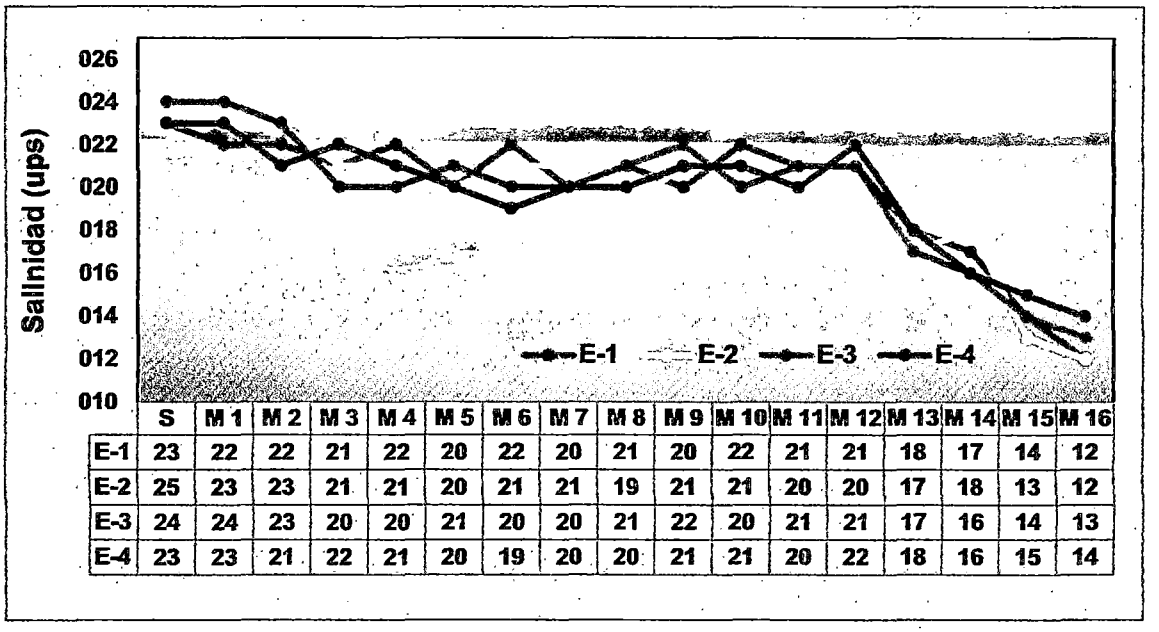
	S	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
E-1	006	005	005	005	006	006	005	005	006	005	006	005	005	005	005	005	005
E-2	006	005	004	005	005	006	005	005	006	005	006	005	005	004	005	005	005
E-3	006	005	005	005	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006
E-4	005	005	005	005	006	006	006	006	007	006	006	006	006	006	006	006	006

Figura 24. Oxígeno disuelto del agua de los estanque de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.



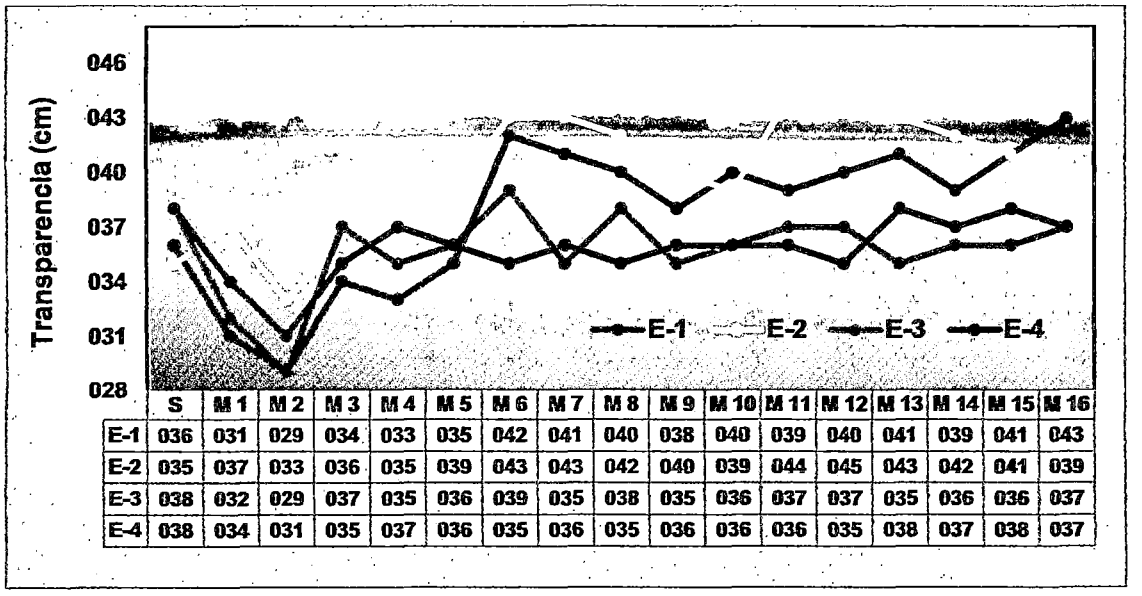
	S	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
E-1	028	028	029	029	029	029	028	028	029	030	030	030	030	031	031	030	031
E-2	028	029	029	029	029	029	029	029	029	030	031	031	030	031	031	031	031
E-3	029	029	029	029	029	029	029	029	029	030	031	031	030	031	031	031	031
E-4	029	029	029	029	029	029	029	029	029	030	031	031	031	031	030	031	031

Figura 25. Temperatura del agua de los estanque de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.



	S	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
E-1	23	22	22	21	22	20	22	20	21	20	22	21	21	18	17	14	12
E-2	25	23	23	21	21	20	21	21	19	21	21	20	20	17	18	13	12
E-3	24	24	23	20	20	21	20	20	21	22	20	21	21	17	16	14	13
E-4	23	23	21	22	21	20	19	20	20	21	21	20	22	18	16	15	14

Figura 26. Salinidad del agua de los estanques de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.



	S	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
E-1	036	031	029	034	033	035	042	041	040	038	040	039	040	041	039	041	043
E-2	035	037	033	036	035	039	043	043	042	040	039	044	045	043	042	041	039
E-3	038	032	029	037	035	036	039	035	038	035	036	037	037	035	036	036	037
E-4	038	034	031	035	037	036	035	036	035	036	036	036	035	038	037	038	037

Figura 27. Transparencia del agua de los estanques de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

la transparencia de los estanques del testigo superó a los estanques tratados con EM, pues mientras los primeros se mantuvieron alrededor de 40 cm, los segundos estuvieron alrededor de 36 cm (Figura 26). El rango de fluctuación fue de 29 a 45 cm.

5.5 Potencial de hidrogeniones.

Las lecturas del Potencial de hidrogeniones (pH) del agua de los estanques de cultivo, mostraron que sus valores, mayoritariamente se ubicaron por encima de siete, señalando que se trata de aguas alcalinas. Los valores registrados oscilaron desde 6,7 a 8,4 (Figura 27).

5.6 Amonio no ionizado.

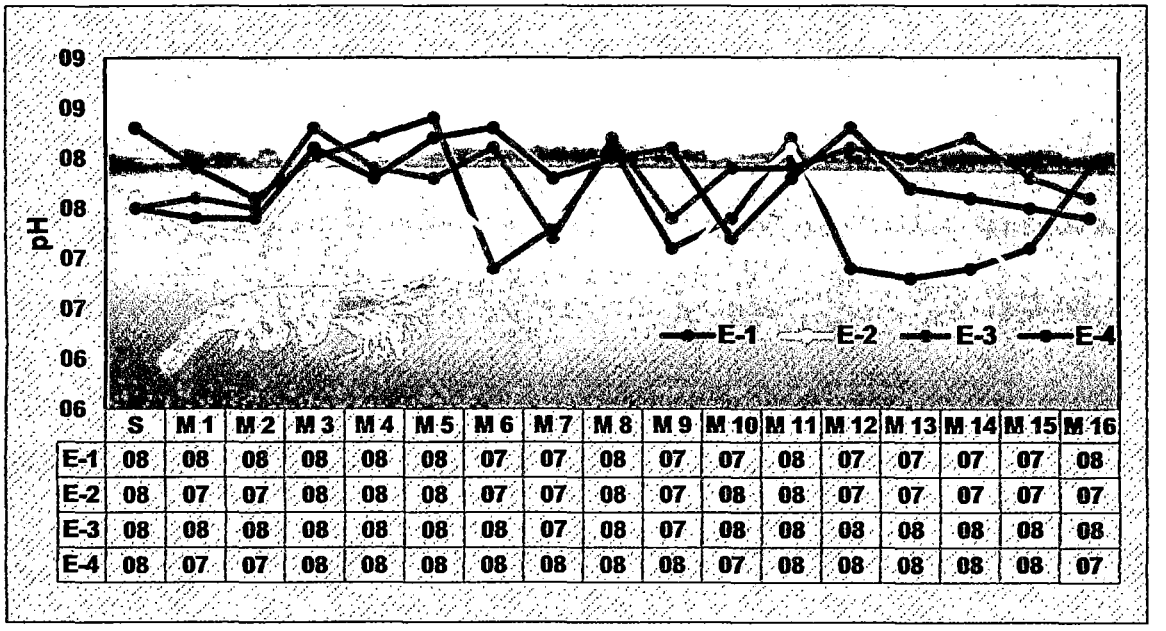
Las concentraciones de amonio no ionizado (NH_3), registrado en el presente estudio no mostraron amplia variación, encontrándose valores comprendidos entre 0,0 mg/L a 0,3 mg/L; sin embargo, los estanques testigo ostentaron frecuentemente los valores más altos de este parámetro, durante el ciclo de cultivo (Figura 29).

5.7 Nitritos.

Los nitritos (NO_2) registrados también presentaron pequeñas oscilaciones, desde 0 mg/L hasta 0,3 mg/L; igualmente, los valores mayores fueron más frecuentes en los estanques testigo (Figura 29).

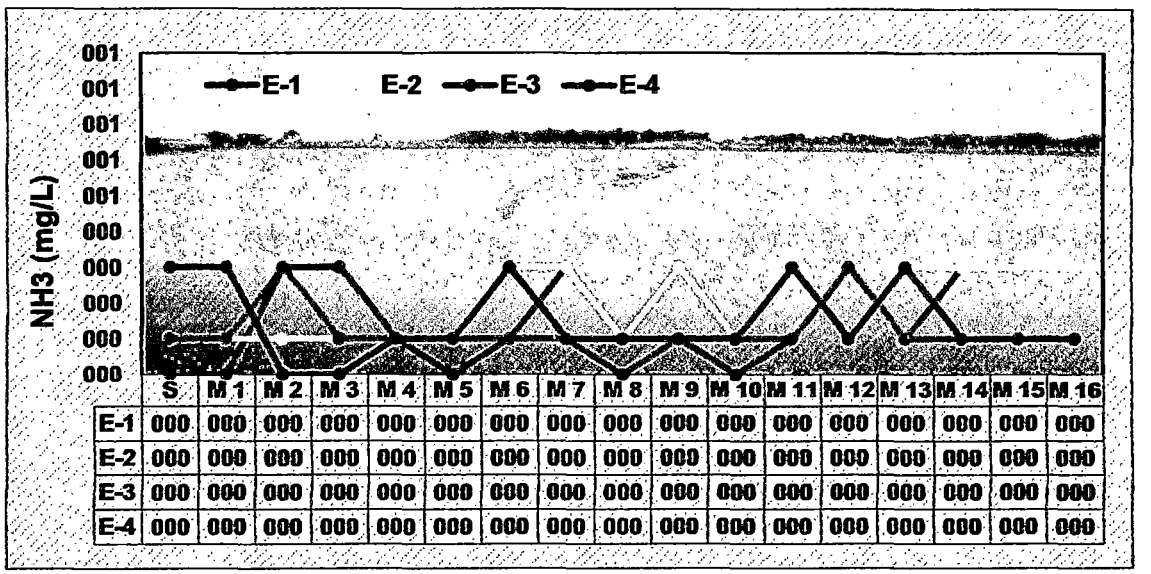
5.8 Materia Orgánica.

El análisis porcentual de materia orgánica al inicio del cultivo arrojó valores en el rango de 4,05 % a 6,69 %. Las muestras analizadas al final del proceso productivo mostraron claros aumentos en los estanques testigo (E1 y E2),



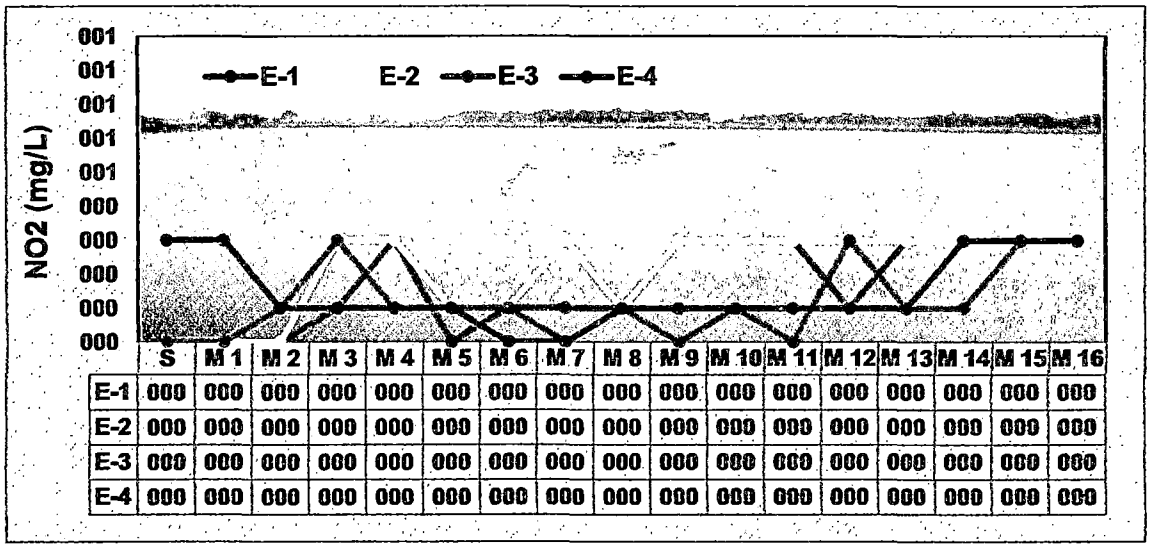
	S	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
E-1	08	08	08	08	08	08	07	07	08	07	07	08	07	07	07	07	08
E-2	08	07	07	08	08	08	07	07	08	07	08	08	07	07	07	07	07
E-3	08	08	08	08	08	08	08	07	08	07	08	08	08	08	08	08	08
E-4	08	07	07	08	08	08	08	08	08	08	07	08	08	08	08	08	07

Figura 28. Potencial de Hidrogeniones (pH) del agua de los estanques de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.



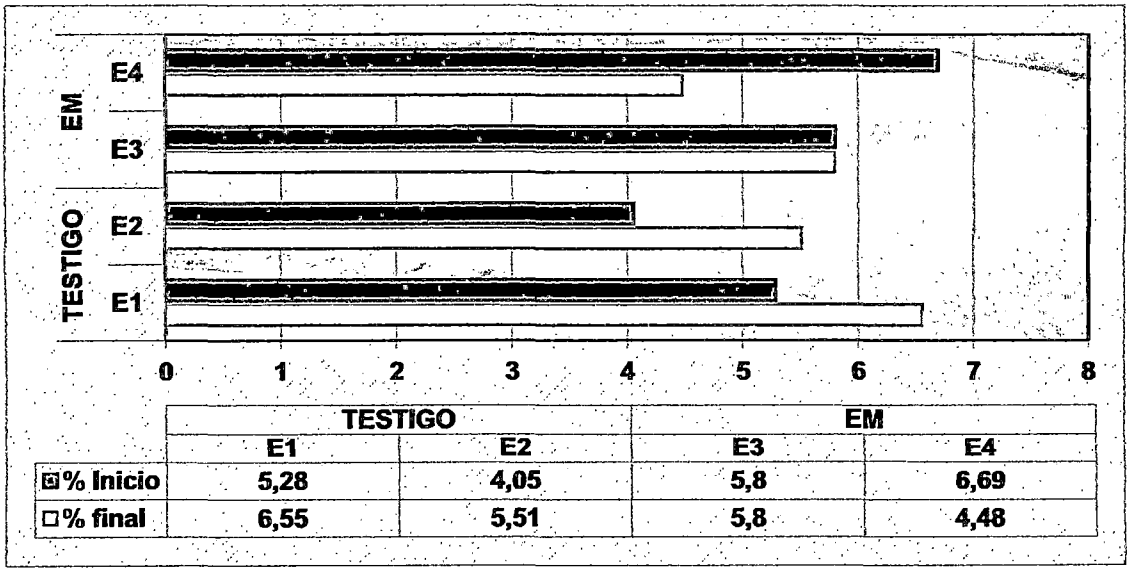
	S	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
E-1	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
E-2	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
E-3	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
E-4	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000

Figura 29. Amonio no ionizado del agua de los estanques de cultivo *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.



	S	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16
E-1	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
E-2	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
E-3	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
E-4	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000

Figura 30. Nitritos del agua de los estanques de cultivo de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.



	TESTIGO		EM	
	E1	E2	E3	E4
% Inicio	5,28	4,05	5,8	6,69
% final	6,55	5,51	5,8	4,48

Figura 31. Materia orgánica (%) del suelo de los estanque de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014. .

mientras que para los tratados con EM, se mantuvo constante en el Estanque 3 y se observó una marcada disminución en el Estanque 4 (Figura 30).

6. Evaluación económica del proyecto

6.1. Ingreso neto.

El mejor ingreso neto se presentó en los estanques con suministro de microorganismos eficaces con US$ 3 609,00 /ha (Tabla 11).

6.2. Relación beneficio – costo.

Para ambos tratamientos se observó que la relación beneficio-costo fue mayor a la unidad, sin embrago el tratamiento con EM presentó el más alto valor numérico de este indicador con 2,37 (Tabla 12).

6.3. Mérito económico.

El menor merito económico se presentó en el tratamiento con EM, puesto que se necesitó invertir solo 1,29 dólares para producir un kilogramo de langostino (Tabla 13).

6.4. Retorno por dólar invertido.

Se obtuvo un mejor valor de retorno por dólar invertido el tratamiento con EM, con 2,76 dólares, frente a los 1,20 dólares para el tratamiento testigo (Tabla 14).

Tabla 11. Egresos, ingresos e ingreso neto en dólares por hectárea, de la producción de *Litopenaeus vannamei,* cultivados en un sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la langostinera MACORI S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Tratamiento	Egresos (US$/ha)								Ingresos (US$/ha)	INGRESO NETO (US$/ha)
	Alimento	Post larvas	EM•CAMARÓNTP®	Melaza	Electricidad	Mano de obra	Cosecha	**Costo total de producción**	**Ingreso Bruto**	
SIN EM	1 443.52	570	0,00	0,00	242,02	284,36	17,53	2 557,43	4 284,54	1 727,11
CON EM	1 307.21	570	27,98	24,03	242,02	284,36	178,28	2 633,88	6 242,88	3 609,00

La tasa de cambio fue de 2,8 soles por dólar, a la fecha de comercialización.

Tabla 12. Costo y beneficio total en dólares por hectárea y relación beneficio-costo (RBC), de la producción de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Tratamiento	Costo total/ha	Beneficio total/ha	RBC
SIN EM	2 557,43	4 284,54	1,68
CON EM	2 633,88	6 242,88	2,37

. La tasa de cambio fue de 2,8 soles por dólar, a la fecha de comercialización.

Tabla 13. Mérito económico (ME) de la producción de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Tratamiento	Alimento (kg/ha)	Costo alimento (US$/ha)	Ganancia de peso (Kg/ha)	ME
SIN EM	1 312,29	1 443,52	840,11	1,72
CON EM	1 188,38	1 307,21	1 015,10	1,29

. La tasa de cambio fue de 2,8 soles por dólar, a la fecha de comercialización.

Tabla 14. Retorno por dólar invertido en la producción de *L. vannamei,* en sistema semi-intensivo, con y sin microorganismos eficaces, en la Langostinera Macori S.R.L – Tumbes, setiembre 2013 - enero 2014.

Tratamiento	Ingreso bruto (US$/ha)	Costo alimento (US$/ha)	Costo de alimento + costo de post larvas (US$/ha)	Ingreso neto (US$/ha)	Retorno por dólar invertido
SIN EM	4 284,54	1 443,52	2 013,52	1 727,11	1,20
CON EM	6 242,88	1 307,21	1 877,21	3 609,00	2,76

La tasa de cambio fue de 2,8 soles por dólar, a la fecha de comercialización.

IV. DISCUSIÓN

El análisis de los resultados alcanzados en el presente trabajo de investigación, confirmó el cumplimiento de la hipótesis que planteó un mayor crecimiento de *L. vannamei* cultivados con el uso de microorganismos eficaces; lo mencionado ha sido corroborado mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey, que establecieron diferencias significativas en el crecimiento a favor del tratamiento con EM. Estos hechos se explicarían, entre otros factores, por la acción benéfica de los microorganismos eficaces ejercidos en el suelo, agua, alimento y flora intestinal del langostino.

En cuanto a la comparación del crecimiento de *L. vannamei* obtenido en la presente investigación y los resultados alcanzados por otros autores que utilizaron la tecnología de los microorganismos eficaces, se aprecia que son mayores a los de Guillén (2005), quien reportó pesos finales de 12,38 g y 11,90 g en 127 días de cultivo, con densidad de 14 ind/m^2, aplicando EM activo una vez por semana a razón de 50 L/ha y alimentando con una sola dosis, las dos primeras semanas con balanceado de 35 % de proteína, luego 28 % hasta la octava semana, terminando con 22 % de proteína; lo cual se explicaría primero, porque en el estudio mencionado aplicó menor cantidad de EM en el agua y por la falta de inoculación del probiótico en el alimento, así como también al bajo porcentaje de proteína del alimento utilizado al final del cultivo. Asimismo, superan a los de Novillo (2005), quien obtuvo peso final promedio de 13,6 g en 119 días, con 10 ind/m^2, aplicando EM® a razón de 50 L/ha/día en el agua; así como también en el alimento en una dosis del 30 % en volumen con respecto al peso del alimento, el

cual fue de 35 % de proteína durante toda la prueba. Cabe mencionar que las post larvas fueron sembradas primeramente en jaulas de 24,5 m^2 y 13 días después fueron transferidas a los estanques. Las diferencias en los resultados se deberían a los bajos niveles de dosis del probiótico aplicado en el agua y probablemente a un estancamiento en el crecimiento de los individuos al ser confinados en sus primeros días en jaulas, ya que de acuerdo a Manzo (2000), los organismos que se cultivan en un menor espacio, crecen más lento que aquellos que son cultivados en una mayor área.

Por otro lado, Granillo (2007), en 128 días de cultivo reportó valores superiores a los de este estudio con 18,6 g. suministrando EM® en el agua y alimento, con una dosis de 200 L/ha/ semana y 200 ml/kg de alimento, respectivamente, siendo la densidad de 10 ind/ m^2, alimentando con balanceado comercial, sin especificar el nivel proteico. Si bien las dosis de EM son inferiores a los aplicados en el presente experimento, estos pesos registrados se explicarían fundamentalmente por el mayor tiempo de cultivo, siendo la diferencia de 14 días y además de la influencia de la densidad de siembra que fue menor al presente estudio.

Al comparar con los resultados de crecimiento en peso encontrados en otros experimentos utilizando un probiótico diferente al de esta investigación, se observa que superan ligeramente a los 14,6 g obtenido por Asunción (2008), quien utilizó bacterias acido lácticas (BAL) mezclado con el alimento diariamente durante todo el ciclo de cultivo, a razón de 137,5 ml BAL/kg alimento, sembrando 13 ind/m^2, durante 137 días; de igual manera son mayores a los 12,05 g reportados por Novillo (2005), aplicando *Saccharomyces cereviceae* en el agua y

alimento a razón 20 L/ha/día, y 30 % en volumen con respecto al peso del alimento, respectivamente, durante 119 días de cultivo, sembrando 10 ind/m^2. A pesar de que los estudios mencionados tuvieron una mayor duración (días) y menor densidad de siembra, la diferencia se debe en primer lugar, para ambos casos a la cantidad de cepas probióticas de cada producto, en donde es mejor la acción sinérgica del conjunto o consorcio de microorganismos de diferentes grupos como las que contiene la tecnología EM, antes que de una sola cepa; además para el primer estudio indicado estaría influenciando el modo de aplicación, en donde sería más útil el suministro del probiótico tanto en el alimento como en el agua tal como lo indica Mahious y Ollevier (2005); puesto que la microflora intestinal de los animales acuáticos es un fiel reflejo de la composición de las especies microbianas del agua, como lo señala Balcázar *et al.* (2006), por lo que es fundamental mantener una población bacteriana benéfica en el medio (Nicovita, 2002); mientras que para el segunda investigación también se explicaría por la baja dosis del probiótico aplicado al agua.

Asimismo, al comparar el crecimiento de los langostinos de este estudio (con suministro de EM) frente al de otros trabajos sin el uso de algún tipo de probiótico, pero que se refieren, bien a la misma especie, sistema de cultivo o marca de alimento comercial; se denota que son inferiores a los reportados por los siguientes autores: Sanjinez (2006), que alcanzó un peso final de 17,3 g, luego de 147 días de cultivo, con una densidad de 10 ind/m^2, alimentando con balanceado Nicovita al 35 % de proteína durante toda la prueba; a los de Clavijo (2010) que obtuvo 17,5 g y 17,75 g en 126 días, con densidades de 25 ind/m^2, alimentando

en todo el ciclo del cultivo con Nicovita al 35 % de proteína, y finalmente a los de Távara (2013), que en 120 días de cultivo reportó un peso final de 17,54 g, sembrando 14,2 ind/m^2 y suplementando con Nicovita (35 % y 28 % de proteína); lo cual se explicaría en todas las experiencias mencionadas, debido al mayor tiempo de cultivo, y fundamentalmente al mayor porcentaje de proteína del alimento utilizado durante todo el ciclo del cultivo para el primer y segundo estudio, y a la densidad de siembra para el tercer estudio.

En otras investigaciones de cultivo semi-intensivo de *L. vannamei*, Zabarburú (2011), alcanzó resultados de crecimiento mayores a los de esta investigación, con pesos finales de 17,8 g y 17,0 g, en 126 días, con una densidad de 13 ind/m^2, alimentando con balanceado comercial de 38 % de proteína los primeros 15 días y luego con 35 % hasta terminar la prueba, en este caso la duración del cultivo, menor densidad de siembra y los altos porcentajes de proteína del alimento utilizado, explicarían la diferencia.

En cuanto a otros estudios, los resultados de la presente investigación supera en crecimiento en peso a los 13,1 g registrado por Granda y Puell (2007) en 100 días de cultivo, con densidad de siembra de 10 ind/m^2, alimentando una vez al día con Nocovita 35 % y 23 % de proteína; a los 11,9 g reportado por Castillo (2007), en 107 días de cultivo, con densidades de 19 ind/m^2, utilizando balanceado Nicovita 35 % de proteína durante todo el periodo de cultivo; al encontrado por Zapata (2008), con peso final de 11,4 g, en 85 días, con densidad de 11 ind/m^2 y suministrando alimento Nicovita 35 % de proteína en todo el cultivo, para todos los casos se explicaría por el menor tiempo de cultivo, además que para la

primera investigación mencionada, habría influenciado también el bajo porcentaje de proteína del alimento hacia el final del cultivo (23 %), así como la mayor densidad de siembra para el segundo estudio señalado. Igualmente, se supera ligeramente a Vega (2008), que reporta un peso final promedio de 15,0 g obtenido en 152 días, sembrando 16 ind/m^2 y alimentando con Nicovita 35 % a lo largo de todo el ciclo de cultivo; lo cual se debería que, a pesar de tener mayor tiempo de cultivo y haber utilizado un alto porcentaje de proteína, no se logró una correcta digestibilidad y consecuentemente una adecuada asimilación de los nutrientes presentes en el alimento, cosa que si se puede mediante la colonización de bacterias en el tracto digestivo y en el agua tal como lo señalan Verschuere *et al.*, (2000) y Günther y Jiménez (2004).

Los pesos registrados de *L. vannamei*, analizados mediante la prueba de Tukey en función del tiempo, señalaron que el crecimiento fue significativamente diferente hasta el final del cultivo, lo que estaría evidenciando que el crecimiento puede continuar, puesto que aún no se ha alcanzado el nivel asintótico.

El comportamiento que se observa en las tasas de incremento semanal, con la alternancia de rápido y lento crecimiento característico en los crustáceos, estarían indicando periodos de muda, los cuales estuvieron muy relacionados principalmente a las oscilaciones del oxígeno disuelto y la temperatura del agua de los estanques de cultivo.

Las producciones totales alcanzadas en este trabajo difieren en todos los estanques, debido a que estos no tienen la misma área (hectáreas), entre tanto las producciones bruta y neta se mostraron superiores en los estanques tratados

con EM, lo cual se entiende por el mayor peso promedio obtenido y la propia actividad de los microorganismos que permiten incrementos progresivos de rendimientos en cosecha del camarón (Ortega y Encalada 2003). Contrastando con las producciones brutas de otros autores que utilizaron EM, son superiores a Guillen (2005), quien reportó 794 kg/ha y 867 kg/ha y al de Novillo (2005), con 968 kg/ha, debido, probablemente en ambos casos, al menor peso obtenido y al bajo volumen de EM aplicado, asimismo, para el segundo estudio debido a la baja densidad. Por otro lado, Asunción (2008) utilizando un probiótico distinto al EM, también reportó una producción inferior con 747 kg/ha, lo que se debería a la menor densidad y la utilización de un probiótico a base de un solo grupo de microorganismos (bacterias acido lácticas), además del modo de aplicación del probiótico. Sin embargo, Novillo (2005), quien trabajó con *Saccharomyces cereviceae* obtuvo una producción bruta de 1 132 Kg/ha, la cual es superior al del presente estudio, debido a la elevada sobrevivencia que alcanzo este autor.

Comparando con otras investigaciones en las que no se utilizó EM en el cultivo, se observa que son mayores a los reportes de Granda y Puell (2007) y Zapata (2008) con 879,97 kg/ha y 940 kg/ha, respectivamente, fundamentalmente debido a la baja densidad utilizada, al bajo peso final que obtuvieron y al menor tiempo de cultivo. Por el contrario, las producciones de otros investigadores son superiores a los de este trabajo, como la de Sanjinez (2006), con 1 119,08 kg/ha, esto se explica por el mayor tiempo de cultivo, sobrevivencia y peso final; Castillo (2007), con 1 940 kg/ha, posiblemente por la mayor densidad y sobrevivencia; Vega (2008), con 1 835 kg/ha, explicándose por el mayor tiempo de cultivo,

densidad y sobrevivencia; finalmente, Zabarburú (2011), con 1 170 Kg/ha, en este caso por el mayor peso, mayor tiempo de cultivo y sobrevivencia que obtuvo.

Teniendo en cuenta la importancia del alimento balanceado en la producción de *L. vannamei* tal como lo indica Nicovita (1997), el cual representa entre el 60-65 % de los gastos de producción, en ésta investigación las conversiones alimenticias (FCA), presentaron mejores valores en aquellos estanques con suministro de microorganismos eficaces que en los testigo, lo cual es debido probablemente a la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes, gracias a las enzimas secretadas por los microorganismos aplicados principalmente en el alimento mejorando la digestibilidad, tal como lo señala Günther y Jiménez (2004).

Comparando con los factores obtenidos por otros autores que utilizaron probióticos, se observa que son inferiores (mejores) a 1,2 y 1,4 reportados por Guillen (2005), atribuyendo esto a que en el trabajo mencionado no se utilizó EM en el alimento ya que de acuerdo a Garriques y Arévalo (1995) es importante para mejorar la flora intestinal de los langostinos, clave para asimilar mejor los nutrientes. Sin embargo, son superiores a los de Novillo (2005), quien reportó factores de 0,95 y 1,04; a los obtenidos por Granillo (2007), con un factor de conversión de 0,9; asimismo, a los de Asunción (2008) con un factor de conversión de 0,9, lo cual se sustentaría en todos los casos a las elevadas supervivencias, así como también al mejor crecimiento en el caso del segundo estudio señalado.

Al comparar con aquellos estudios en los que no se utilizó algún tipo de probiótico, se observa que los factores de conversión de la presente investigación

son inferiores a los de Granda y Puell (2007) con 1,67; Castillo (2007), con un factor de conversión de 1,3; Vega (2008), con un factor de conversión de 1,48; Zabarburú (2011), que obtuvo un factor de 1,56 y a los de Távara (2012) que reporta un factor de conversión de 1,62; siendo similar al de Sanjinez (2006) que obtuvo un factor de 1,18, esto se debe en la mayoría de los casos al mayor tiempo de cultivo, pero cabe señalar también que en estos trabajos se obtuvieron mejores supervivencias, por lo que el presente estudio estaría demostrando aún más las bondades de los microorganismos eficaces señaladas por Higa y Parr (1994), en lo que se refiere a la contribución hacia una mejor alimentación por efecto del mejoramiento de la flora intestinal.

El análisis de sobrevivencia, evidenció que en promedio se obtuvo una ligera mejor sobrevivencia en los estanques testigo, que aparentemente estarían contradiciendo el efecto benéfico de los microorganismos efectivos sobre este parámetro; sin embargo, esta menor sobrevivencia observada en los estanques tratados con EM, estaría relacionada probablemente con la mortalidad ocurrida durante la siembra en estos estanques, dado que, fueron los últimos donde se realizó esta operación, incidiendo esto en la salud de las post-larvas que ingresaron en condiciones menos favorables.

Comparando con otros trabajos, nuestros resultados son inferiores a los de Novillo (2005), que reportó sobrevivencias de 71,21 %; a los 61,8 % de Granillo (2007) y a los 48,30 % de Asunción (2008), tales resultados, para los dos primeros autores se debería a los bajos porcentajes de materia orgánica que reportaron, ya que de acuerdo a Nguyen *et al* (2011), la mala calidad de los

sedimentos (elevada materia orgánica) como los observados en la presente investigación, influye negativamente en la sobrevivencia de *L. vannamei*, ya que son organismos bentónicos, y los procesos que ocurren en la interfase suelo – agua, pueden ocasionar estrés (consiguientemente la muerte) y mas aun en el estadio de post-larva; además, para el segundo estudio, también sería la utilización de jaulas en sus primeros días de cultivo y las mejores concentraciones promedio de oxígeno; parámetro que también habría influenciado para el tercer trabajo. De la misma manera, son inferiores a los 70,53 % de Sanjinez (2006) y a los 49,22 % de Granda y Puell (2007), estos debido posiblemente a la menor densidad con la que trabajaron; a los 77,5 % de Zapata (2008) y a los 85,8 % de Castillo (2007), en estos casos al menor tiempo de cultivo; Zabarburú (2011), también reporta sobrevivencias de 60,31 % superiores a este estudio, debido a que utilizó raceway en la etapa inicial de su cultivo; del mismo modo, Clavijo (2010) con 61,0 % y Vega (2008) con 50,0 % y 74,9 %, estos últimos resultados se sustentarían debido probablemente al alto porcentaje de proteína durante todo el cultivo.

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de cultivo estuvieron dentro de los rangos para un crecimiento óptimo de ésta especie, que según Chanratchakool (2000) oscila entre 3 mg/L y 6 mg/L, asimismo, para lo recomendado por Boyd (2002) entre 5 mg/L y 15 mg/L. Sin embargo, se debe hacer notar que los estanques tratados con EM, presentaron mejores niveles de oxígeno disuelto, lo cual se debería, según Aguilar *et al.* (2009), a que los microorganismos eficaces descomponen la materia orgánica por procesos

fermentativos anaeróbicos, permitiendo la disponibilidad del compuesto químico para los organismos en cultivo.

La temperatura del agua de los estanques alcanzó valores que se encuentran dentro de rango de 25 °C y 30°C, señalados por Chanratchakool (Op. cit.) y Boyd (Op. cit.) como adecuados para un óptimo crecimiento de ésta especie.

En lo referente a la salinidad, los valores registrados, se encontraron, prácticamente todo el cultivo, por debajo del rango óptimo de crecimiento que es de 23 ups a 26 ups, según Chanratchakool (2000), sin embargo, estuvieron en el rango de 5 ups a 35 ups de acuerdo a Boyd (2002). Las precipitaciones ocurridas hacia el final de la prueba, provocó avenidas de agua dulce, por lo que se observó una caída progresiva de este parámetro.

Los valores de transparencia del agua de los estanques, permanecieron con pocas excepciones en todo el proceso de cultivo, dentro del rango señalado por Boyd (2002) que es de 30 a 45 cm, lo que indica que los estanques estuvieron en buenas condiciones de productividad natural; siendo que en los estanques tratados con EM, la transparencia fue más baja con respecto a los del testigo, lo cual se debería a la mejor disponibilidad de nutrientes producto de la degradación de la materia orgánica llevada acabo por los microorganismos eficaces (Aguilar *et al.* 2009), que se integran al primer eslabón de la cadena productiva en un estanque de cultivo como lo es el fitoplancton.

Las lecturas de pH del agua de los estanques tratados con EM, se encontraron dentro del rango de 7,2 a 8,5 indicado por Pretto (1994), de la misma manera al

señalado por Hsien-Tsang y Aguillón (2008), que es de 7,4 y 8,5, mientras que en los estanques testigo, en varios casos se encontraron por debajo de éstos rangos, indicando los autores mencionados, que en pH bajos, tanto la oxigenación como la circulación de la sangre en los camarones se vuelven muy lentas y esto puede causarles la muerte. Asimismo, Vinatea (2001) indica que con pH más altos a los rangos señalados, las concentraciones de amonio aumentan pudiendo alcanzar niveles tóxicos para el organismo; sin embargo, no se notaron comportamientos extraños de importancia en el cultivo.

Las concentraciones de nitritos obtenidas, en algunos casos supera el límite señalado por Boyd (2002) que sugiere valores por debajo de 0,2 mg/L, característica que ocurrió con mayor frecuencia en los estanques testigo, lo cual se debería a los altos porcentajes de materia orgánica registrados en este estudio, puesto que la degradación de ésta, conlleva a la liberación de ciertos metabolitos como los nitritos entre otros más.

La misma situación se presentó con el amonio, que presentó valores similares al compuesto químico antes mencionado, superando, en ambos casos, al límite indicado por Boyd (2002), el cual recomienda concentraciones por debajo de 0,1 mg/L, debiendo señalar que los valores más altos se presentaron con mayor frecuencia en los estanques testigo, lo cual se sustenta, como en el caso anterior, por la elevada materia orgánica.

La materia orgánica presentó altos porcentajes al inicio del cultivo e incluso al término de éste, puesto que, de acuerdo a Boyd (2001) citado por Novillo (2005), la cantidad de materia orgánica en el suelo de los estanques para el cultivo de

camarón no debería ser menor a 0,5 % y valores entre 3 % y 4 % son considerados excesivos, tales como los obtenidos en el presente estudio. Sin embargo en los estanques con suministro de microorganismos eficaces, se logró mantener los porcentajes de MO en uno de los estanques (E3), mientras que en el otro (E4) disminuyó considerablemente; por el contrario en los estanques testigo (E1 y E2) aumentaron los niveles de MO, hechos que fundamentalmente se le atribuyen a la acción de los microorganismos eficaces, como las bacterias acido lácticas, fototróficas y levaduras , ambos grupos involucrados entre otras funciones, a la degradación de la materia orgánica como lo señalan Nimrat y Vuthiphandchai (2001), Blackbum (1987) citado por Novillo (2005) y EMPROTEC (2001).

El análisis de la evaluación económica, demostró la viabilidad y rentabilidad del proyecto en ambos tratamientos, sin embargo la producción de *L. vannamei* tratado con EM, obtuvo los mejores valores de ingresos netos, beneficio-costo, merito económico y retorno por dólar invertido, lo que se explica por el mayor peso obtenido, lo que hizo posible que su comercialización en el mercado internacional se realizara bajo la modalidad de entero, incrementando el precio por kilogramo de langostinos; cosa que no sucedió con los individuos cosechados de los estanques testigo, por su menor peso alcanzado.

Si bien en el presente estudio se logró mejorar algunas variables en el cultivo de *Litopenaeus vannamei,* fundamentalmente el crecimiento en peso, reducción de los niveles de materia orgánica al final de cultivo, los niveles de oxígeno y la producción con respecto a los estanques testigo, consideramos que se pueden

mejorar aún más estas y otras variables tanto en los organismos cultivados como en el ambiente acuático donde se desarrollan, teniendo en cuenta lo afirmado por Aguirre *et al.* (2012), quien sostiene que los microorganismos muestran diferentes actividades fisiológicas o bioquímicas durante su crecimiento, que se basan en el medio natural en el cual se encuentran y en su origen, por lo tanto el tiempo de acción es largo luego de la inoculación de probióticos a un sistema de cultivo, debido a procesos de adaptación, establecimiento, colonización, etc, que deben superar los microorganismos, además que un probiótico puede tener resultados diferentes en función de los organismos cultivados, área de aplicación y sistema o condiciones de cultivo.

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de Microorganismos eficaces al agua y alimento, mejora significativamente el crecimiento en peso, factor de conversión alimenticia y rendimiento de *L. vannamei.*

2. El rendimiento económico del cultivo semi-intensivo de *L. vannamei* mejora ostensiblemente con la aplicación de microorganismos eficaces al estanque.

3. Los parámetros de calidad de agua de los estanques de cultivo, se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de esta especie.

4. El suministro de Microorganismos eficaces reduce los porcentajes de materia orgánica del fondo de los estanques al término del cultivo.

VI. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que el efecto benéfico de la aplicación de los microorganismos eficaces fue parcial debido a que sólo se pudieron constatar el mejor crecimiento en peso, disminución de la conversión alimenticia, mayor rendimiento y reducción de los porcentajes de materia orgánica, que son algunos de los beneficios que los fabricantes ofrecen, se recomienda:

1. Realizar investigaciones experimentando diferentes dosis de EM a fin de determinar la dosis óptima para el cultivo de *Litopenaeus vannamei*

2. Realizar monitoreos microbiológicos a fin de evaluar las variaciones de las concentraciones de las cepas bacterianas y fúngicas en el medio acuático.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, F. M. SHINTANI y P. TABORA. 2009. Aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en producción agropecuaria y manejo de desechos. CR. Universidad EARTH. 11 pp.

AGUIRRE, G., M. LARA, J. SANCHEZ, A. CAMPA y A. LUNA. 2012. Una revisión sobre el uso de probióticos en el cultivo de organismos acuáticos. Rev. Aquacultura. Ed. 98, Ecuador. 22 pp.

ASUNCION, G. 2008. Respuestas de las Bacterias Productoras de Ácido Láctico en el Alimento Balanceado del Camarón (*L. vannamei*). Tes. pre grado UTMACH-Ciencias Agropecuarias. Acuacultura, Machala-Ecuador. 25, 30-43 pp.

BALCÁZAR, J. 2002. Uso de probióticos en acuicultura. I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2002. 877 pp.

BALCÁZAR, J., I. DE BLAS, I. RUIZ-ZARZUELA, D. CUNNINGHAM, D. VENDRELL, y J. MÚZQUIZ. 2006. The role of probiotics in aquaculture. Veterinary Microbiology. 173-186 pp.

BOYD, C. 2002. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón, Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama. 5, 21-27 pp.

CASTILLO, H. 2007. Acondicionamiento y manejo de estanques de cultivo semi-intensivo de *Penaeus vannamei* en la empresa langostinera "el Guamito. BENITES, M. 2008. Producción de Penaeus vannamei en la langostinera Palo Santo S.R.L. Informe de práctica pre- profesional Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional de Tumbes.42 pp.

CLAVIJO, A. 2010. Alimentación balanceada en el cultivo semi-intensivo de *Penaeus vannamei* en la empresa langostinera Virazón S.A. Informe de Práctica Pre. Profesional Facultad de Ingeniería Pesquera, Universidad Nacional de Tumbes. 34 pp.

EMPROTEC (2001). Guía de la tecnología de los microorganismos eficaces. EM Producción y tecnología. Costa Rica.

GARRIQUES, D. y G. ARÉVALO. 1995. An Evaluation of the production and use of a live bacterial isolate to manipulate the microbial flora in the commercial production of *Penaeus vannamei* postlarvae in Ecuador. Proceedings of the Special Session on Prawn Farming, Aquaculture'95. World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA. 53-59 pp.

GRANDA, M y L, PUELL. 2007. Producción de *Penaeus vannamei* en cultivo semi-intensivo con tres marcas de alimento balanceado en langostinera Mar Norte S.A. Informe de práctica pre- profesional Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional de Tumbes. 41pp.

GRANILLO, G. 2007. Incidencia en el Incremento de Peso y Consumo de Alimento de Litopenaeus vannamei con tres Tratamientos de Probióticos en el alimento y en el medio. Tes. pre grado UTMACH-Ciencias Agropecuarias. Acuacultura, Machala-Ecuador. 25-42 pp.

GUILLÉN, R. 2005. Relación de Bacterias Totales con Microorganismo Patógenos (Vibrios – Pseudomonas) en el Cultivo de Camarón. Tes. pre grado UTMACH-Ciencias Agropecuarias. Acuacultura, Machala-Ecuador. 23-38 pp.

GÜNTHER, J. y R. JIMÉNEZ. 2004. Efecto del probiótico *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y alimentación de tilapia (Oreochromis niloticus) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en laboratorio. Rev. Biol. Trop. 52: 937-943.

HIGA, T. y J. PARR. 1994. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center. Atami, Japón. 16 pp.

HENDRICKX, E. 1996. Los camarones Penaoidea bentónicos (Crustacea: Decápoda: Dendrobranchiata) del Pacifico Mexicano. Comisión Nacional para el Conocimiento y la Biodiversidad CONABIO; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. Mazatlán, Sinaloa, México, 45-48 pp.

HSIEN-TSANG, S. y C. AGUILLÓN. 2008. Manual sobre "Reproducción y cultivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Cendepesca, El Salvador, 27 pp.

JIANG, D., L. LAWRENCE, W. NEILL y H. GONG. (2000). Effects of temperature and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 253:193-209.

MAHIOUS, A. y F. OLLEVIER. 2005. Probiotics and prebiotics in aquaculture: Review. 1st. Regional Workshop on techniques for enrichment on live food for used in larviculture. AAARC, Urnia, Irán. 3 pp.

MANZO, H. 2000. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el crecimiento de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, (Boone, 1931) cultivado en estanques rústicos, en Manzanillo, Colima. Tes. Post grado. Universidad de Colima, México, 57 pp.

NGUYEN, T., V. NGOC y R. MERCKX. 2012. Importancia del oxigeno disuelto en un sistema extensivo de cultivo de camarón en Vietnam. Rev. Aquacultura. Ed. 89, Ecuador. 41 pp.

NICOVITA. 2002. "Los Probióticos en la Acuicultura". Boletín Nicovita Camarón de Mar. Vol. 7. Edición 01.

NICOVITA. 1997. "Alimento balanceado para acuicultura de camarones". Boletín Nicovita Camarón de Mar. Vol. 2. Edición 08.

NIMRAT, S. y V. VUTHIPHANDCHAI. 2001. Evaluación in vitro de probióticos comerciales utilizados en el cultivo de camarón en Tailandia. Rev. Aquacultura. Ed. 86, Ecuador. 27 pp.

NOVILLO, G. 2005. Uso de Biorremediadores en Piscinas Camaroneras. Tes. pre grado UTMACH - Ciencias Agropecuarias. Acuacultura, Machala - Ecuador. Pp 9-10,33-60.

ORTEGA, P. y J. ENCALADA. 2003. Estudio de factibilidad de camarón (*Penaeus vannamei*) sostenible en Balao, Ecuador. Tesis de Licenciatura, Universidad EARTH. Las Mercedes de Guácimo, Costa Rica.133 pp.

OSTLE, B. 1994, Estadística Aplicada, Limusa Noruega Editores, México, 629 pp.

PRETTO, R. 1994. Manual de cría de camarones peneidos en estanque de aguas salobres, Editorial Guillermo Ríos Durán, Panamá, 6-8 pp.

SANJINEZ, E. 2006. Alimentación de *Penaeus vannamei* utilizando dos marcas de alimento balanceado comercial en un cultivo semi-intensivo en la empresa langostinera Domingo Rodas S.A. Informe de práctica pre-profesional Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional de Tumbes. 44 pp.

SOKAL, R. y J, ROHLF. 1995. Biometría. Editorial Reverte S.A, segunda edición, Barcelona. 880 pp.

TÁVARA, C. 2013. "Crecimiento de Litopenaeus vannamei "langostino blanco" alimentado con dos dietas comerciales y dos programas de alimentación, en cultivo semi-intensivo." Tes. pre grado UNPRG-Biología. Pesquera, Lambayeque-Perú. 32-45 pp.

TEJADA, J., P. TABORA, S. OKUMOTO, M. SHINTANI, I. VAQUEDANO, C. ROQUE, R. ZAMORA and L. MACHADO. 2002. Organic shrimp production: Opportunities with EM (Effective Microorganisms) applications. Lepanto, Costa Rica. Universidad EARTH. Costa Rica. 6 pp.

VEGA, L. 2008. Manejo del alimento balanceado en el cultivo semi-intensivo de *Penaeus vannamei* en la empresa langostinera Domingo Rodas S.A. Informe de práctica pre- profesional Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional de Tumbes. 32 pp.

VERSCHUERE, L., G. ROMBAUT, P. SORGELOOS, y W. VERSTRAETE. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Review. 655-671 pp.

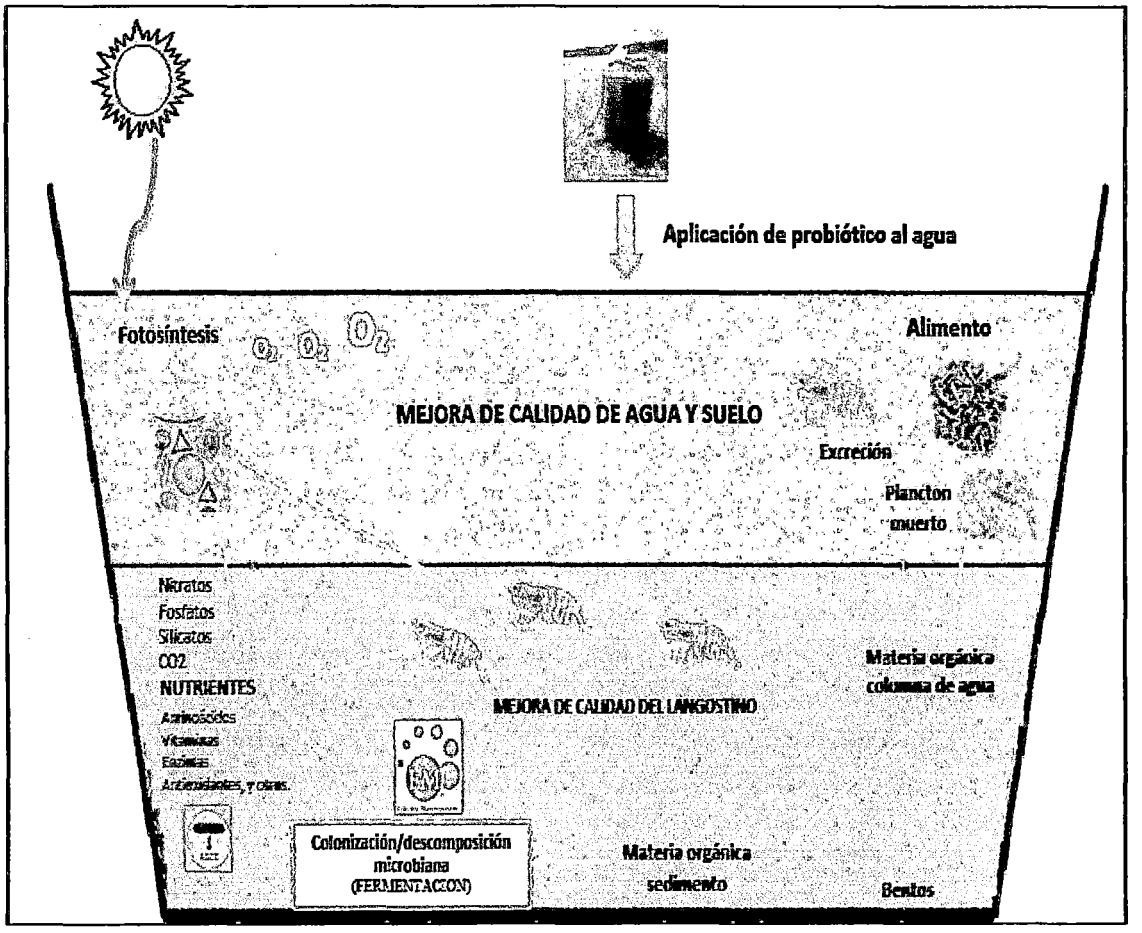
VINATEA, L. 2001. Principios Químicos de Calidad de Agua en Acuicultura, una revisión para peces y camarones. Departamento de Acuicultura, Universidad Federal De Santa Catarina, Brasil, 49 pp.

ZABARBURÚ, P. 2011. Crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) "Camarón Blanco" en dos sistemas de cultivo semi-intensivo: Pre-cría en Raceway y Siembra directa en estanques de engorde" Tes. pre grado UNPRG-Biología. Pesquera, Lambayeque-Perú. 39-46 pp.

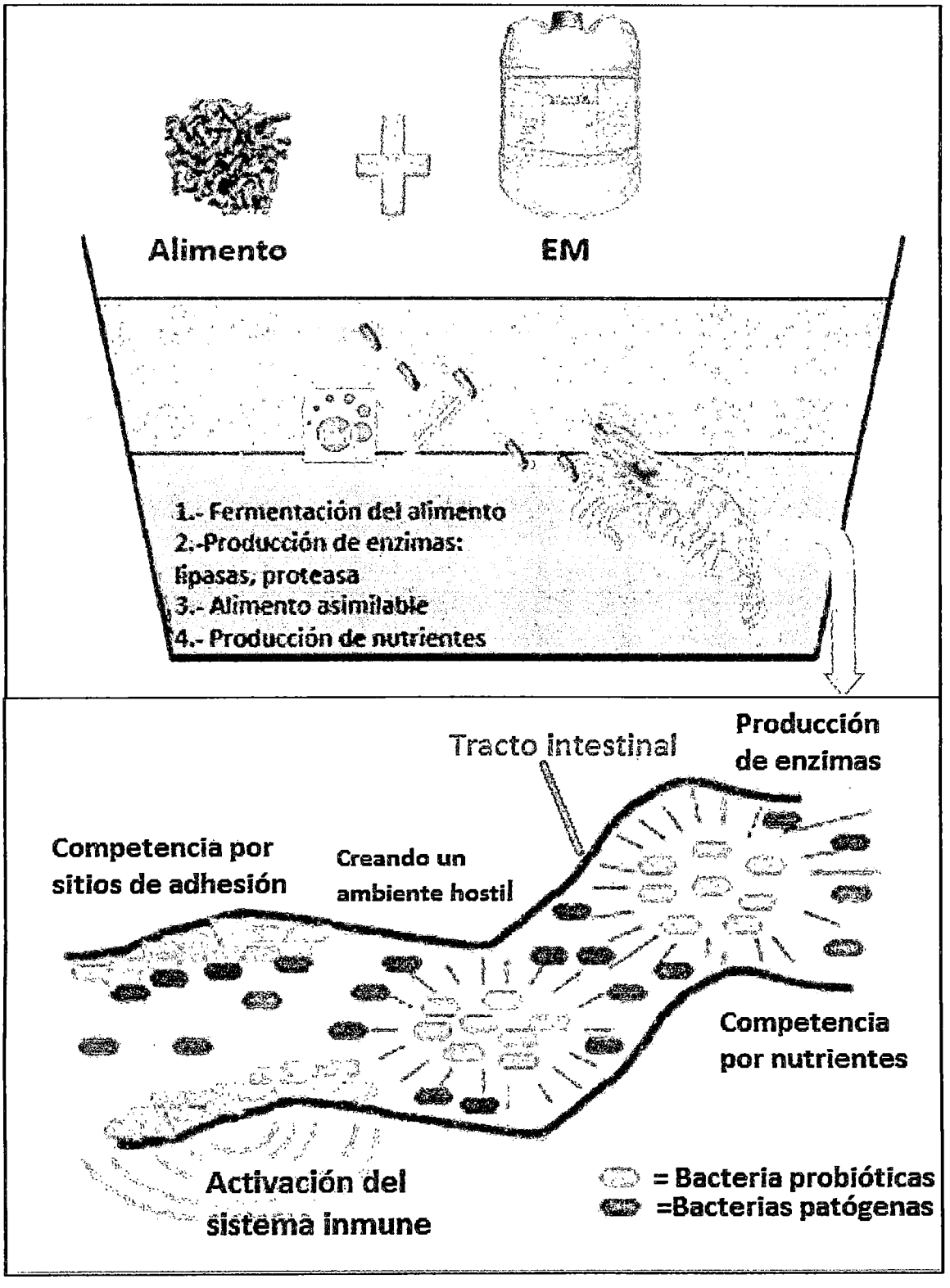
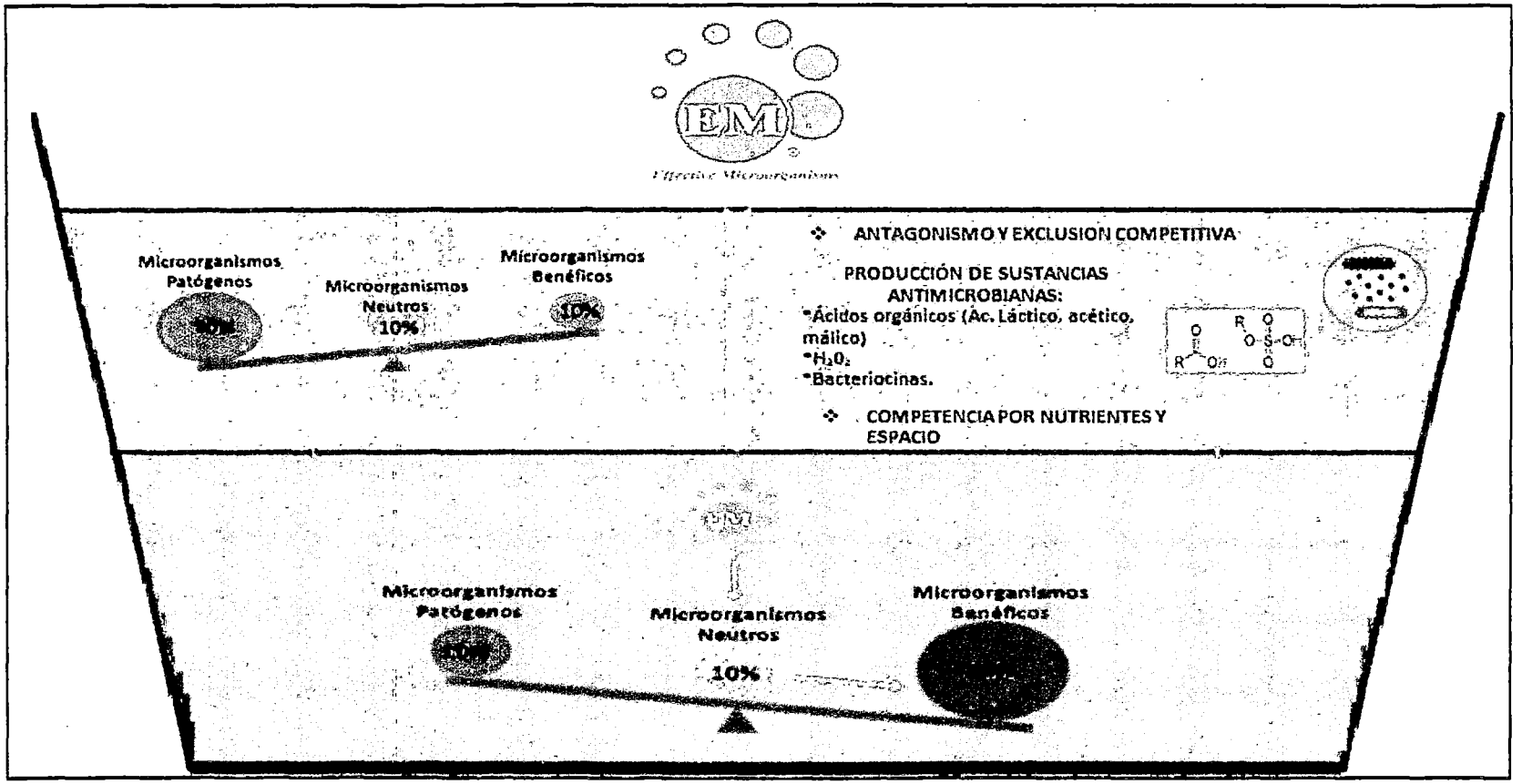
ZAPATA, M. 2008. Manejo del alimento balanceado en cultivo semi-intensivo de *Penaeus vannamei* en la empresa langostinera Meregildo Infante Eras S.A" Informe de práctica pre-profesional Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional de Tumbes. 24-31 pp.

VIII. ANEXOS

1. Mecanismo de acción del probiótico en el estanque de cultivo de *L. vannamei*



2. **Efectos del probiótico mezclado con el alimento en el intestino de *L. vannamei***



3. **Principio de dominancia del probiótico sobre los microorganismos patógenos presentes en el estanque de cultivo de *L. vannamei*.**