

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ACUICULTURA Y GESTION AMBIENTAL



Efectos del humus sólido de *Eisenia* sp y urea sobre el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) en condiciones de laboratorio

TESIS
Para optar el grado Académico de Maestro en Acuicultura y
Gestión Ambiental

Autor: Br. Julio César López Cornejo

Tumbes, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ACUICULTURA Y GESTION AMBIENTAL



Efectos del humus sólido de *Eisenia sp* y urea sobre el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) en condiciones de laboratorio

Tesis aprobada en forma y estilo por:

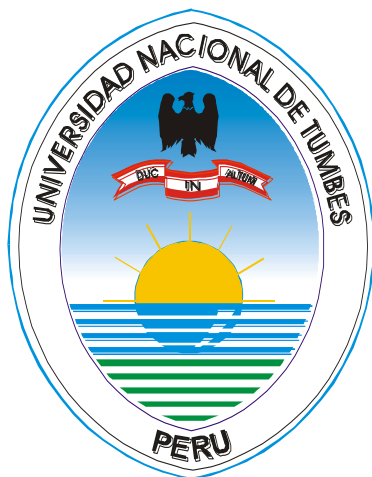
Dr. Miguel Antonio Puestas Chully (presidente)

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (secretario)

Dr. Leocadio Malca Acuña (miembro)

Tumbes, 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ACUICULTURA Y GESTION AMBIENTAL



Efectos del humus sólido de *Eisenia* sp y urea sobre el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) en condiciones de laboratorio

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

Br. Julio César López Cornejo (ejecutor)

Dr. David Edilberto Saldarriaga Yacila (asesor)

CÓDIGO ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4919-8607>

Tumbes, 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
Licenciada
Resolución del Consejo Directivo N° 155-2019-SUNEDU/CD
ESCUELA DE POSGRADO
Tumbes – Perú

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la Conmemoración de las Heroicas Batallas de Junín y Ayacucho"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Tumbes, a los diecinueve días de mes de enero del dos mil veinticuatro, siendo las diez horas y cero minutos, en el aula 02, de la Escuela de Posgrado, se reunieron el jurado calificador de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes designado con **Resolución Directoral N° 092-2016/UNTUMBES-EPG-D**, del dos de agosto del dos mil dieciséis, presidido por el Dr. Miguel Antonio Puestas Chully (presidente), e integrado por el Dr. José Modesto Carrillo Sarango (secretario), el Dr. Leocadio Malca Acuña (miembro) y como asesor el Dr. David Edilberto Saldarriaga Yacila.

Instalado el jurado, se procedió a la evaluación, deliberación y calificación del acto de la sustentación de la tesis titulada: **"Efecto del humus sólido de *Eisenia sp* y urea sobre el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) en condiciones de laboratorio"** para optar el grado académico de **MAESTRO EN ACUICULTURA Y GESTIÓN AMBIENTAL**, presentado por el:

MAESTRANDO: Br. JULIO CESAR LOPÉZ CORNEJO

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la correspondiente, deliberación el jurado, conforme a lo normado en el artículo N° 111 del Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al sustentante aprobado, con el calificativo de **MUY BUENA**

Por lo anterior, el sustentante está expedito para iniciar los trámites correspondientes y conducentes a la obtención del grado académico de Maestro en Acuicultura y Gestión Ambiental, en conformidad con lo normado en la Ley Universitaria N° 30220, el Texto Único Ordenado del Estatuto, El Reglamento General, el Reglamento General de Grados Títulos y el Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las doce horas y cero minutos, del mismo día, se dio por concluido la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia de público asistente.

Dr. Miguel Antonio Puestas Chully
DNI N° 02660522
ORCID ID: 0000-0003-1979-9572
Presidente

Dr. José Modesto Carrillo Sarango
DNI N° 00223850
ORCID ID: 0000-0003-0841-3064
Secretario

Dr. Leocadio Malca Acuña
DNI N° 00250560
ORCID ID: 0000-0002-4428-6114
Miembro

Efecto del humus sólido de Eisenia sp y urea sobre el crecimiento de Litopenaeus vannamei (Boone 1931) en condiciones de laboratorio

por Julio César López Cornejo

Fecha de entrega: 01-dic-2023 04:15p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2244623853

Nombre del archivo: Informe_Final_Tesis.docx (1.44M)

Total de palabras: 7446

Total de caracteres: 39640



Dr. Ing. David Edilberto Saldarriaga Yacila
Asesor

Efecto del humus sólido de Eisenia sp y urea sobre el crecimiento de Litopenaeus vannamei (Boone 1931) en condiciones de laboratorio

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	15%	2%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	 Dr. Ing. David Edilberto Saldarriaga Yacila Asesor	4%
2	tesis.ipn.mx Fuente de Internet		2%
3	aquadocs.org Fuente de Internet		2%
4	docplayer.es Fuente de Internet		1%
5	zenodo.org Fuente de Internet		1%
6	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet		1%
7	es.scribd.com Fuente de Internet		1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet		1%

9	revistasnicaragua.net.ni Fuente de Internet	<1 %
10	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Nacional de Tumbes Trabajo del estudiante	<1 %
15	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
17	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %



Dr. Ing. David Edilberto Saldarriaga Yacila
Asesor

Dedicatoria

A nuestro señor Jesucristo, por darme la vida y concederme salud y bienestar para avanzar con mi perfeccionamiento académico.

A mi madre Ángela Cornejo Coronado, por demostrarme su cariño y apoyo incondicional, por darme sus consejos y voz de aliento cuando sentía que se terminaba el camino para mí.

A esa persona de mucha importancia en mi vida, la que siempre estuvo atenta al brindarme todo su cariño y apoyo en la ejecución de este trabajo de Tesis.

Julio...

Agradecimiento

A plana docente de la Maestría en Acuicultura y Gestión Ambiental de la Untumbes, quienes a través de su profesionalismo supieron guiarnos y enseñarnos durante nuestra formación profesional.

A mi asesor Dr. David E. Saldarriaga Yacila, y a los miembros del jurado evaluador de tesis: Doctores. Miguel Antonio Puestas Chully, José Modesto Carrillo Sarango y Leocadio Malca Acuña por sus aportes y recomendaciones en la ejecución y desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I.INTRODUCCIÓN.....	16
II. REVISION DE LITERATURA (Estado del Arte).....	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Bases teórico-científicas.....	23
2.3. Definición de términos básicos.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
1.1. Lugar y periodo de ejecución.....	29
1.2. Diseño y tipo de investigación.....	29
Población, muestra y muestreo.....	30
Población:.....	30
Muestra:.....	30
Muestreo:.....	30
3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.4.1. Métodos:.....	30
3.4.2. Diseño experimental.....	35
3.4.3. Técnica de recolección de datos.....	35
3.4.4. Procesamiento y análisis de datos.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Crecimiento en peso y longitud del langostino <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizando humus sólido <i>Eisenia</i> sp y urea en condiciones de laboratorio.....	37
4.2. Supervivencia del langostino <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizando humus sólido <i>Eisenia</i> sp y urea en condiciones de laboratorio.....	38
4.3. Biomasa del langostino <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizando humus sólido <i>Eisenia</i> sp y urea en condiciones de laboratorio.....	39
4.4. Producción de Fitoplancton.....	40
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	42
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades optimas de fitoplancton (cel/ml) en un cultivo semi intensivo de <i>L. vannamei</i>	24
Tabla 2. Valores promedio de zooplancton recomendados en estanques de cultivos de <i>L. vannamei</i>	25
Tabla 3. Macronutrientes y micronutrientes del humus solido de estiércol de vacuno y de desechos vegetales ambos elaborados con <i>Eisenia foetida</i>	26
Tabla 4. Carga orgánica para producir 1000 kg de camarón en base al factor de conversión alimenticio (FCA).....	27
Tabla 5. Cantidad de alimento balanceado y fertilizantes aplicados en los acuarios.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía satelital del lugar de ejecución del trabajo de investigación (Google Earth 2021).	29
Figura 2. Siembra de post larva de <i>Litopenaeus vannamei</i>	31
Figura 3. Fertilización de los acuarios con Humus de <i>Eisenia</i> sp y Urea.....	32
Figura 4. Toma de muestra de plancton.....	33
Figura 5. Observación en el microscopio de plancton	34
Figura 6. Toma de parámetros físico-químicos	35
Figura 7. Crecimiento en peso y longitud de <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizando humus sólido <i>Eisenia</i> sp y urea en condiciones de laboratorio.	38
Figura 8. Supervivencia del langostino <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizando humus sólido <i>Eisenia</i> sp y urea en condiciones de laboratorio.....	39
Figura 9. Biomasa del langostino <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizando humus sólido <i>Eisenia</i> sp y urea en condiciones de laboratorio.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Crecimiento, supervivencia y biomasa del Langostino <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizando humus <i>Eisenia</i> sp y urea en condiciones de laboratorio.	45
Anexo 2. Análisis de varianza – ANOVA ($p>0.05$) de peso, longitud, supervivencia y biomasa del langostino <i>Litopenaeus vannamei</i> utilizando humus <i>Eisenia</i> sp y urea en condiciones de laboratorio.	46
Anexo 3. Prueba estadística de Duncan ($p>0,05$) entre los tratamientos de humus <i>Eisenia</i> sp y urea sobre el crecimiento de langostino <i>Litopenaeus vannamei</i> en condiciones de laboratorio, utilizando el programa SPSS Statistics 23.	47

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el Efecto del humus sólido de *Eisenia* sp y urea en el crecimiento de *Litopenaeus vannamei* en condiciones de laboratorio durante el primer mes de cultivo, se realizó en los laboratorios de Acuicultura II y Microcultivos de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes, en cada acuario se cultivaron un total de 8 individuos/acuario. El diseño experimental utilizado fue aplicado en su alimentación para los diferentes tratamientos: (T₀) alimento balanceado, (T₁) alimento balanceado más humus sólido *Eisenia* sp y (T₂) alimento balanceado más urea. Para el T₁ se aplicó 2,5 g de Humus sólido *E. sp* dos veces/semana y para el T₂ se aplicó 1,6 g de urea, luego de 15 días se aplicó 50% de la dosis inicial (0,8 g) esta se realizó cada quince días. Los resultados obtenidos reflejaron que el crecimiento en peso fue 0,27 g, 0,28 g y 0,12 g; el crecimiento en longitud fue de 3,34 cm, 3,29 cm y 2,55 cm; la supervivencia 75%, 62,50% tanto para T₁ y T₂ y la biomasa 1,72 g, 1,42 g y 0,62 g respectivamente para cada tratamiento; en cuanto al plancton se obtuvo en el T₀ = 50% de zooplancton y 50% de fitoplancton (33% diatomeas y 17% clorofitas), T₁ = 67% de zooplancton y 33% fitoplancton (clorofitas) y T₂ = 56% de zooplancton y 44% de fitoplancton (33% diatomeas y 11% clorofitas). Los análisis estadísticos tanto para el análisis de varianza y la prueba de Duncan ($p > 0,05$) determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Se concluyó que se obtuvo mejor crecimiento de *Litopenaeus vannamei* utilizando humus sólido *E. sp*, con respecto al plancton se obtuvo mayor porcentaje de fitoplancton (diatomeas y clorofitas) en el T₀ y T₂ y de zooplancton no presento diferencia significativa entre los tratamientos en condiciones de laboratorio durante el primer mes de cultivo.

Palabras claves: Humus sólido *Eisenia* sp, urea, crecimiento, *Litopenaeus vannamei*.

ABSTRACT

The research was to objective determine the effect of *Eisenia* sp solid humus and urea on the growth of *Litopenaeus vannamei* under laboratory conditions during the first month of culture, it was carried out in the Aquaculture II and Microculture laboratories of the Faculty of Fisheries Engineering and Marine Sciences from the National University of Tumbes. The aquariums were planted in a total of 8 individuals/aquarium. The experimental design used was applied to their diet for the different treatments: (T0) balanced feed, (T1) balanced feed plus *Eisenia* sp solid humus and (T2) balanced feed plus urea. For T1, 2.5 g of solid Humus *E. sp* was applied twice/week and for T2, 1.6 g of urea was applied, after 15 days 50% of the initial dose (0.8 g) was applied. This was done every fortnight. The results obtained reflected that the growth in weight was 0.27 g, 0.28 g and 0.12 g; growth in length was 3.34 cm, 3.29 cm and 2.55 cm; survival 75%, 62.50% for both T1 and T2 and biomass 1.72 g, 1.42 g and 0.62 g respectively for each treatment; Regarding plankton, T0 = 50% zooplankton and 50% phytoplankton (33% diatoms and 17% chlorophytes), T1 = 67% zooplankton and 33% phytoplankton (chlorophytes) and T2 = 56% zooplankton and 44% phytoplankton (33% diatoms and 11% chlorophytes). The statistical analyzes for both the analysis of variance and Duncan's test ($p>0.05$) determined that there is no significant difference between the treatments. It was concluded that better growth of *Litopenaeus vannamei* was obtained using solid humus *E. sp*, with respect to plankton, a higher percentage of phytoplankton (diatoms and chlorophytes) was obtained in T0 and T2 and of zooplankton there was not much difference between the treatments under conditions of laboratory during the first month of culture.

Keywords: Solid humus *Eisenia* sp, urea, growth, *Litopenaeus vannamei*.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los cultivos de crustáceos es una actividad productiva que está experimentando un importante crecimiento, principalmente debido a la creciente demanda de productos marinos y a la paulatina reducción de las capturas del medio natural.

En Perú, en la región Tumbes, la acuicultura se enfoca en el cultivo de *Litopenaeus vannamei*, especie que ha crecido significativamente tanto a nivel nacional como mundial. Sin embargo, para que el cultivo de *L. vannamei* se establezca como una actividad económicamente viable y ecológicamente sostenible, es necesario un manejo adecuado de los parámetros requeridos por esta especie, entendiendo de la importancia de la alimentación natural y complementaria, ya que esta última puede representar entre el 45 % - 60 % del costo total de producción (Fenucci, 2003). La alimentación suplementaria, es también una de las importantes fuentes de contaminantes en los cultivos y los ecosistemas adyacentes.

Por lo tanto, es imperativo desarrollar estrategias que permitan el aprovechamiento del alimento natural, así como optimizar el consumo de alimento balanceado durante la fase de cultivo para poder reducir significativamente los costos de producción y principalmente el impacto causado al medio ambiente ya que según lo señalado por (Martínez et. al., 2009) en México, esta actividad acuícola anualmente arroja alrededor de 9 360 tn de nitrógeno, 3 040 tn de Fosforo y 130 000 tn de materia orgánica al medio ambiente ocasionándole peligrosos daños.

Los fertilizantes orgánicos (humus sólido, extractos líquidos, etc.) aparte de ser económicos, poseen una población microbiana que degrada la materia orgánica y además aporta los nutrientes requeridos por el fitoplancton (Alvarado & Saldarriaga, 2000), el cual forma parte esencial en la cadena trófica, además de contribuir directamente en la dieta de *L. vannamei*, debido a que ésta es una especie omnívora y detritívora. Los fertilizantes orgánicos que destacan es el humus de *Eisenia foetida* (lombriz de tierra), que favorecen el aumento del plancton

(fitoplancton y zooplancton) que a menudo contienen entre el 40 - 60 % de proteína en materia seca, que favorecen el crecimiento de los organismos acuáticos, incluido los camarones (Edwards 1980, Pillay 1995, Silva y Anderson y Wi 2000 citados en Ruíz, 2013); asimismo el fitoplancton también mejora la del agua aumentando los niveles de oxígeno disuelto, el equilibrio del pH (en agua y sedimentos) y prevenir el crecimiento de algas filamentosas.

Esta investigación fue importante debido a que conllevó a la disminución del uso de alimento suplementario durante la fase engorde *L. vannamei*, mediante el empleo de una técnica más optimizada del uso de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos en acuicultura. Permitió así disminuir los niveles de contaminantes en los ecosistemas adyacentes donde son desechados los efluentes del estanque, lo que genera riesgos potenciales para la contaminación ambiental y la salud del ser humano.

También contribuyó a disminuir los costos de producción a los que está sometido el cultivo de *L. vannamei*, permitiendo a esta actividad consolidarse económicamente viable. Bajo este contexto, se expresó el siguiente objetivo general. Establecer el efecto del humus sólido de *Eisenia* sp y urea en el crecimiento de *L. vannamei* en laboratorio, durante el primer mes de cultivo.

II. REVISION DE LITERATURA (Estado del Arte)

2.1. Antecedentes

Alvarado y Saldarriaga (2000), evaluaron el efecto de distintas cantidades de fertilización con humus de lombriz, *E. foetida* sobre el crecimiento de *L. vannamei*. Este experimento se realizó en 10 estanques de 150 m² durante 123 días, los cuales fueron sembrados a una densidad de 7,67 individuos/m² dando un total de 1 150 post larvas de *L. Vannamei* por estanque y un total de 11 505 en los 10 estanques. Las dosis de humus de *E. foetida* aplicadas fueron: T1 = 10,5, T2 = 21, T3 = 42 y T4 = 84 g/m²/semana y un tratamiento control T5 = sin fertilización. Los estanques fueron secados durante 15 días, posterior a esto fueron llenados hasta 0,50 m de tirante de agua seguidamente fueron fertilizaron con los tratamientos señalados anteriormente. Realizaron un análisis del plancton que consistió en tomar 750 mL de cada estanque, a las 16 h, fijados con 2 mL de solución lugol y dejando sedimentar por 24 h; seguidamente concentraron el volumen inicial hasta 150 mL, El conteo se realizó con el empleo de una cámara Neubauer. Para el análisis de zooplancton tomaron una muestra de 20 L de agua del estanque a las 11 h y filtrada con una red para zooplancton de 200 µm, esta muestra se concentró a 250 mL y se fijó con 1 mL de solución lugol-ácido acético al 25 %, los conteos los realizaron con la ayuda de una cámara Sedgwick-Rafter. Registraron diariamente a las 07:00 y 16 horas los parámetros como temperatura, oxígeno; transparencia a las 14:00 h; pH cada 3 días a las 07:00 y 16:00 h; y semanalmente la salinidad a las 16:00 h; cada 3 días se ejecutaron recambios de agua que varió del 5 % a 10 % del volumen total. Al finalizar determinaron el crecimiento y supervivencia de *L. vannamei*, así como la densidad de plancton semanalmente. El análisis estadístico prueba de Duncan (95 % de seguridad) determinó que el mejor tratamiento fue T3 = 42 g/m²/semana alcanzando un peso final = 12,10 g, supervivencia = 85,38 %, biomasa = 12,20; en cuanto a su efecto sobre la producción de plancton este logró una densidad promedio de 76 089 cel/mL obteniendo, de todos los tratamientos, la mayor producción de diatomeas con 9 772 cel/mL (18,09 %), y una densidad de

zooplancton de 0,74 organismos/mL. Los parámetros, durante el experimento, variaron de la siguiente manera: transparencia = 0,50 a 0,38 m; temperatura = 26,26 a 28,01 °C; Oxígeno disuelto = 5,15 a 8,56 mg/L; pH = 8,37 a 8,74 y salinidad = 36 a 38 g/L.

Alfonso & Núñez (1984), realizaron un estudio “con harina de *Eudrilus eugeniae*, proponen que en la fase de protozoa del langostino *Penaeus notialis* consumidores de la microalga *T. suecica* cultivada con este fertilizante orgánico, aceleraron el desarrollo con relación a las alimentadas con la microalga crecida en el medio inorgánico Miquel-Matue. Los autores sugieren que esto no solo se debe al mayor valor nutricional de las microalgas, sino también que las larvas de camarón filtran las partículas de harina suspendidas en el agua”. Lo que facilita directamente su alimentación

Campaña et al (2009), evaluaron, la seguridad del rotífero *Brachionus rotundiformis* como alimento natural combinado con alimento balanceado sobre la calidad del agua y los parámetros de producción de *L. vannamei* durante 45 días. Ensayaron diferentes densidades de rotíferos: T1 = 0 (control), T2 = 5, T3 = 10, T4 = 15 y T5 = 20 rotíferos mL. Las unidades experimentales fueron 15 tanques de 50 L. Se empleó agua de mar, a 30 ‰ de salinidad, filtrada (5 µm) y esterilizada. Los ejemplares de *L. vannamei* iniciaron el experimento con un peso = $0,2 \pm 0,01$ g, colocaron una cantidad de 22 ind/unidad experimental. A parte de los tratamientos los ejemplares fueron alimentados con alimento artificial el cual se suministró el 5 % de la biomasa distribuido en dos frecuencias 09:00 y 20:00 horas. Diariamente se recambió el 5 % y semanalmente el 50 % del volumen total de agua. Los parámetros de producción fueron evaluados semanalmente, mientras que los parámetros de calidad de agua se evaluaron diariamente. Finalmente, el experimento determinó que los valores de pH de los tratamientos T4 y T5 fueron estadísticamente inferiores a $7,77 \pm 0,09$ y $7,76 \pm 0,09$ respectivamente. “Los nitratos, nitritos y amonio se redujeron significativamente en los tratamientos” T1 y T2 con $0,43 \pm 0,08$; $1,80 \pm 0,56$; $0,69 \pm 0,06$ y $0,45 \pm 0,03$; $1,94 \pm 0,24$; $0,72 \pm 0,06$ respectivamente, mientras que los valores más elevados se presentaron en T4 y T5 con $0,49 \pm 0,02$; $3,18 \pm 0,21$; $0,78 \pm 0,07$ y $0,55 \pm 0,04$; $3,38 \pm 0,49$; $0,85 \pm 0,02$ respectivamente y ninguno se volvió tóxico. “La biomasa, la tasa de supervivencia

y tasa de crecimiento específico de *L. vannamei* fueron significativamente mayores en los tratamientos T4 y T5 que fueron $51,98 \pm 3,22$ g; $92,42 \pm 2,62$ %; $0,049 \pm 1,3 \times 10^{-5}$ g y $69,11 \pm 3,41$ g; $92,42 \pm 2,62$ %; $0,053 \pm 8,2 \times 10^{-6}$ g respectivamente, “mientras que los valores más bajos se encontraron en el tratamiento control” T1 con $29,92 \pm 5,36$ g; $62,12 \pm 2,62$ % y $0,044 \pm 1,9 \times 10^{-5}$. El T5 tuvo una tasa de conversión alimenticia (FCA) estadísticamente baja de $1,94 \pm 0,54$, mientras que T1 tuvo la de conversión alimenticia (FCA) más alta de $2,74 \pm 0,09$.

Carneiro et al. (2009), Llevaron a cabo el experimento denominado “crecimiento de camarón marino *Farfantepenaeus subtilis*” cultivado en tanques con diferentes protocolos de fertilización. Los tres tratamientos por triplicado, consistieron en T1 = 25 g/m^2 de salvado de trigo; T2 = $18,75 \text{ g/m}^2$ de salvado de soya; y T3 = 3 mg/L de urea mezclado “con fosfato mono amónico $0,3 \text{ mg/L}$.” la fertilización se realizó quincenalmente, el experimento tuvo una duración de 87 días, utilizando para tal fin 9 tanques redondos, de fibra de cristal, de 500 L con un área de $0,75 \text{ m}^2$, los cuales fueron llenados hasta un tirante de agua de 47 cm. La densidad de siembra fue de 16 ind/m^2 dando un total de 12 juveniles de *Farfantepenaeus subtilis* por tanque, con “un peso promedio de 2,7 g. La alimentación consistió” en aplicar 3 veces al día (08:00, 12:00, y 16:00 horas), en bandejas, alimento peletizado del 35 % de proteína con una tasa de alimentación inicial del 8 % de la biomasa durante los primeros 30 días y terminando el experimento con una tasa de alimentación del 2 %, este ajuste fue de acuerdo al incremento de peso de los organismos observado durante las evaluaciones. Los tanques estuvieron expuesto a condiciones naturales de fotoperiodo y a aireación constante. El muestreo biométrico se realizó quincenalmente para evaluar los parámetros productivos como crecimiento (cm), incremento de peso (g), supervivencia (%), biomasa final (g); para ello evaluaron el 50 % de la población, por tanque. Los parámetros como temperatura, pH, Oxígeno disuelto fueron tomados diariamente a las 08:00 y 16 horas y transparencia a las 12:00 horas. A pesar que, en “los resultados, no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$), entre tratamientos” en cuanto a parámetros productivos, T2 obtuvo mejores resultados en cuanto a peso final = $8,49 \pm 0,39$ g; ganancia de peso = $5,85 \pm 0,44$ g; tasa de crecimiento específico = $1,34 \pm 0,07$ %/día; tasa de crecimiento = $0,47 \pm 0,03$ g/semana; y T1 obtuvo los mejores resultados en cuanto a biomasa final = $86,62 \pm 5,36$; supervivencia = $91,66 \pm 0,00$ %; factor de conversión alimenticia =

2,31 ± 0,61. “En cuanto a los parámetros, físico químicos del agua, estos se mantuvieron dentro de los rangos requeridos por las especie”.

A nivel de laboratorio, algunos estudios han demostrado la efectividad del humus de lombriz como fertilizante. “Así Muñoz et al. (2009), “valoraron los efectos del humus de lombriz y la equinaza, sobre el ampliación y contenido proteico del cultivo de *Chlorella vulgaris*”. Los resultados reflejaron que en 48 días” de cultivo alcanzaron 5 300x10³ cel./ml utilizando humus de lombriz y en 18 días de cultivo alcanzaron 4 866 X 10³ cel./ml utilizando equinaza.

Guerra (2011) realizó dos ensayos para evaluar el humus líquido de *E. foetida* sobre el crecimiento de 2 microalgas marinas y el segundo “evaluar el crecimiento y supervivencia de post larvas de *L. vannamei* alimentadas con estas microalgas”. Para la obtención de humus utilizó como sustrato estiércol de vaca al cual se le adicionó lombriz roja californiana (*E. foetida*) a una densidad de siembra de 1 kg/m². Luego de 2 meses se obtuvo el humus. Posteriormente en “1 L de agua de mar filtrada a 0,32 µm y por lámpara uv, se colocó 50 g del humus. Esta solución fue colocada en una autoclave durante 1 ½ a 120 °C, 1,5 atm de presión y 24 h después se separó el extracto filtrándolo por una malla de 100 µm”. obteniendo finalmente el humus líquido de *E. foetida* que posteriormente sirvió “para evaluar su efecto sobre el crecimiento de *Chaetoceros muelleri*” y *Tetraselmis tetrathele* en comparación con el medio Guilladr f/2. El cultivo lo realizó en botellas de 2 L utilizando las siguientes concentraciones 50, 200, 350 y 500 mL adicionalmente al cultivo de *C. muelleri* se utilizó 2 diluciones más concentradas, 550 y 650 mL/L, al no alcanzar la concentración celular cercana al control, y se adicionó 1 mL/ de Na₂SiO₃·9H₂O por ser diatomea. Los parámetros físicos-químicos tomados fueron, temperatura 23 ± 1 °C, salinidad 35 ‰, intensidad de luz 2000 lux. Durante el cultivo se evaluó “la velocidad de crecimiento (K), producción diaria (PD) y tiempo de duplicación (TD) obteniendo los mejores resultados” para *C. muelleri* con la dilución 550 mL con K = 165 ± 0,02 a las 24 h, PD = 156,0 ± 6,29 a las 48 horas y TD = 6,13 ± 0,3 a las 72 horas, para *T. tetrathele* con la dilución 200 mL con K = 4,45 ± 0,03 a las 168 horas, PD = 153,6 ± 19,8 con el mismo tiempo, y TD = 0,19 ± 0,002 a las 96 horas. En un segundo ensayo evaluó el efecto de la alimentación con *C. muelleri* y *Tetrathele* (cultivadas en las mejores diluciones de humus líquido de *E. foetida*) y

el efecto de estas mismas microalgas cultivadas con medio Guillard f/2 sobre el crecimiento larval de *L. vannamei*, iniciando desde nauplio III hasta mysis I, utilizando para este fin tanques circulares de 100 L llenados al 50 % de su capacidad, la cantidad de siembra fue de “50 nauplios/ L. al final presentó diferencia significativa ($p \leq 0,001$) entre los tratamientos cultivados con humus líquido” de *E. foetida* y el tratamiento control. Obteniendo los mejores resultados con las microalgas cultivadas con el fertilizante orgánico, con una supervivencia de 91,4 %, índice de desarrollo = 3,87 y talla final = 3,2 mm. Durante el ensayo los parámetros mantuvieron los siguientes valores, temperatura: 29 – 30 °C, Oxígeno disuelto > 4 mg/L y salinidad 35 ‰.

Ruiz (2013), evaluó durante 33 días, sin recambio de agua y con aireación constante, el “efecto del humus de lombriz como promotor del fitoplancton” para ello diseñó 6 tratamientos con 3 repeticiones en 18 tanques de que contenían un volumen de agua de 12 L a 10 ‰ de salinidad. Para este objetivo empleó fertilizantes orgánicos, urea (control) y un tratamiento sin ningún tipo de fertilización, los tratamientos se establecieron: T1: “humus sólido de estiércol vacuno, T2: humus sólidos de desechos vegetales, T3: humus líquido de estiércol vacuno, T4: humus líquido de desechos vegetales, T5: fertilizante químico (urea) y T6”: sin fertilizar. “Al inicio el experimento, la dosis de fertilización” fue: T1 –T2: con 0,5 g/L, T3 - T4 con 0,1 L/L y el T5 con 0,45 g/L. posteriormente para los días 4, 7, 10, y 14 disminuyeron las dosis, para T1 – T2 con 0,25 g/L T3 – T4 con 0,005 L/L y T5 con 0,25 g/L. Después de los 15 días de la fertilización inicial introdujo 2 individuos de *L. vannamei* por tanque con peso promedio de 2 ± 0.36 g alimentados una vez por día con el 5 % de la biomasa. Entre tratamientos no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) en cuanto a la producción de fitoplancton, crecimiento y supervivencia de *L. vannamei*. Sin embargo, la mayor producción de fitoplancton la obtuvo T2 con 543,433 cel./mL con predominancia de “nanoplancton, diatomeas, clorofitas y cianofitas”, asimismo T2 obtuvo “el mayor peso final con 4,45 g y una supervivencia del 100 %”. La variación de los parámetros para T2 fueron: Salinidad $7,5 \pm 2,54$ ‰, oxígeno $3,75 \pm 1,20$ mg/L, temperatura $27,7 \pm 3,64$ °C, pH $8,70 \pm 0,13$, amonio $3,14 \pm 2,97$ µg/L, todos dentro de los intervalos óptimos para el cultivo de *L. vannamei*. En un segundo ensayo que realizó sobre el engorde de post larvas de *L. vannamei*, cuya duración fue de 94 días (15 de fertilización “antes de la siembra de las post

larvas” y 79 días de cultivo), se usó humus sólido de desechos vegetales (T1), urea (T2) y sin fertilizar (T3), en tinas de 1 000 L llenadas al 80 % de su volumen total, las dosis fueron; T1: 0,99g/L, T2: 0,017 g/L y T3: sin fertilizar; a los días 4, 7, 10 y 14 posteriores a la primera fertilización se redujeron las dosis a la mitad T1: 0,495 g/L y T2: 0,017 g/L. Al día 70 se dio una fertilización de apoyo, para T1: 0,2475 g/L y T2: 0,085 g/L. luego de 15 días, después de la primera fertilización, fueron sembradas las post larvas a razón de 50 ind/m². Se alimentaron con alimento balanceado del 35 % de proteína, empleando una tasa de alimentación del 8 % de la biomasa reduciendo cada 2 semanas en un 1% hasta llegar al 5 %. Hubo aireación constante, la salinidad inicial fue de 30 ‰ diluyéndola gradualmente a 5 ‰. En cuanto al incremento en peso hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) alcanzando T2 un peso final de $10,12 \pm 1,63$ y en cuanto a supervivencia no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) sin embargo la más alta la obtuvo T1 con 92 %. La densidad de fitoplancton se evaluó semanalmente, siendo T1 el que presento mayores valores. En cuanto a los parámetros físico – químicos no existió diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0,05$), manteniéndolos dentro de los rangos óptimos para el cultivo de *L. vannamei*.

2.2. Bases teórico-científicas

La eficacia del humus de lombriz “se ha estudiado en la piscicultura como abono de aplicación directa,” hallándose diferencias significativas en la variedad y abundancia de plancton debido a la aplicación directa del fertilizante entre los tratamientos”. En el tratamiento del humus de lombriz las poblaciones de fitoplancton fueron mayores con (2 759 organismos/L). Los tanques fertilizados con humus de lombriz obtuvieron mayor productividad de peces “(3 970,56 kg/ha por 90 días)” (Chakrabarty et. al., 2009”.

Litopenaeus vannamei “se distribuye desde el golfo de california hasta las costas del norte del Perú (Tumbes)”. “La temperatura óptima para el cultivo es de 25 °C – 30 °C, puede tolerar amplios rangos de salinidad, pero los valores óptimos están entre 15 ‰ – 30 ‰. “Alcanzan una talla comercial de 20 g en 4 a 6 meses dependiendo del manejo y de las “condiciones ambientales, los cuales inciden en

el crecimiento y supervivencia” *L. vannamei* es una especie omnívora, alimentándose principalmente de pequeños crustáceos, poliquetos, algas y detritos.

Nunes et al. (1997) citado en Carneiro et al. (2009), señala que en los cultivos semi intensivos de *Farfantepenaeus subtilis*, el alimento natural consumido representa el 84,39 % del total del alimento ingerido, en cuanto al alimento artificial representa el 15,61 %. Resaltando que el alimento natural tiene una importante contribución en la nutrición de esta especie. Por tal motivo mantener la concentración adecuada de ciertos microorganismos (fitoplancton, zooplancton y comunidades bacterianas), durante el cultivo de *L. vannamei*, debe ser considerado como una vía prioritaria, debido a que éstos tienen un aporte significativo en la alimentación de este crustáceo. Contribuyendo hasta con un 70 % de los requerimientos nutricionales del organismo (Martínez et al. 2004) asimismo, señala que en los sistemas semi intensivos, la producción natural puede soportar la alimentación de la población en cultivo de *L. vannamei* hasta aproximadamente 30 días a partir de la siembra resaltando que la biomasa crítica se ubica entre 100 y 300 kg/ha (dependiendo de la densidad de siembra) después de lo cual será necesaria la utilización de alimento complementario.

Martínez et al., (2004), sugieren “mantener un florecimiento vigoroso de fitoplancton desde unos días (5 a 10) antes de la siembra de las post larvas o juveniles y durante el ciclo completo de cultivo”.

Tabla 1.

Cantidades optimas de fitoplancton (cel/ml) en un cultivo semi intensivo de *L. vannamei*.

Componentes del Fitoplancton	Cel/mL	
	Mínimo	Máximo
Bacillariophytes and Chrysophytes (diatomeas)	20,000	
Chlorophytes (green algae)	50,000	40,000
Cyanophytes (blue-green algae)	10,000	500
Dinophytes (dinoflagellates)	---	---
Total, de células de fitoplancton	80,000	300,000

Fuente: Clifford 1994 citado en Martínez et al. (2004)

Clifford (1994), recomienda que el agua de cultivo semi-intensivo de langostino debe presentar densidades de fitoplancton entre 80 000 a 120 000 células/ml y zooplancton de 2 a 50 organismos/ml.

Tabla 2.

Valores promedio de zooplancton recomendados en estanques de cultivos de *L. vannamei*.

Grupo	Abundancia recomendada (org/ml)
Copépodos	2 a 50
Rotíferos	2 a 50
Protozoarios	10 a 150
Larvas de poliquetos	2 a 20

Fuente: Martínez (2004)

Ruíz (2011), manifiesta aplicar en los estanques de engorde, antes de sembrar las postlarvas de langostino, “un fertilizante orgánico llamado vermicompost a base de humus líquido de lombriz roja californiana *Eisenia foetida* (te de humus)”, rico en “ácidos húmicos, fúlvicos y en la producción de hormonas como el ácido indolacético y giberélico, que estimulan el crecimiento y las funciones vitales de las diatomeas”.

Alvarado y Saldarriaga (2000), mediante análisis químico mencionan que el humus sólido de *E. foetida* está constituido por 0,28 % de Nitrógeno (N), 0,02 % de Fósforo (P) y 5,14 % de materia orgánica, dando una relación de N:P igual a 14:1 y un pH de 8,10.

Tabla 3.

Macronutrientes y micronutrientes del humus sólido de estiércol de vacuno y de desechos vegetales ambos elaborados con Eisenia foetida.

Parámetros y nutrientes	Humus de estiércol vacuno.	Humus de desechos vegetales.
pH	7,9	7,8
Materia orgánica (MO)%	30,92	34,96
N %	2,59	3,85
P %	134	+13
K %	202	-8
Ca %	24	+4
Mg %	43	-10
Fe (ppm)	3	-8
Cu (ppm)	9	+5
Zn (ppm)	53	+1
Mn (ppm)	2,88	4,48

Fuente: Ruíz (2013).

Tabla 4.

Carga orgánica para producir 1000 kg de camarón en base al factor de conversión alimenticio (FCA).

F.C. A	Materia orgánica (kg)	Nitrógeno (kg)	Fósforo (kg)
1,0	500	26	13
1,5	875	56	21
2,0	1 250	87	28
2,5	1 625	117	38

Fuente: Anor (1993) citado en Martínez et al. (2004)

2.3. Definición de términos básicos

Acuicultura: “Técnica que permite aumentar la producción de animales” y plantas acuáticas para consumo humano”, con cierto grado de control sobre los organismos y de su entorno”.

Crecimiento: Incremento en peso o longitud de un organismo en un determinado tiempo.

Eisenia foetida: Lombriz roja californiana utilizada en la lombricultura para producir humus o también llamado abono orgánico.

Fertilización: En acuicultura, es la utilización de fertilizantes orgánicos e inorgánicos que aportan nutrientes a un medio artificial o natural con la finalidad de promover la producción de organismos autótrofos que servirán de alimento para los heterótrofos.

Fitoplancton: “Son seres vivos de origen vegetal que viven suspendidos en la columna de agua”, “son organismos autótrofos capaces de realizar fotosíntesis”. “Su importancia es fundamental, ya que son los productores primarios más importantes del ecosistema acuático”.

Supervivencia: capacidad que tiene un organismo para sobrevivir ante determinadas condiciones ambientales adversas.

Humus: Es un fertilizante bio-orgánico derivado de la lombricultura y es un producto de la biodegradación de la materia orgánica. Es oscuro, granulado e inodoro.

Zooplankton: organismos autótrofos que se encuentran suspendidos en la columna de agua, pueden ser herbívoros, carnívoros y omnívoros. Algunos simbióticos y otros parásitos de otros organismos. Ocupan el segundo eslabón de la cadena trófica en el ecosistema acuático.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Lugar y periodo de ejecución

La investigación se ejecutó en los ambientes de los laboratorios de Acuicultura-II y Microcultivos de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes ubicada en el Centro Poblado de Puerto Pizarro (figura 1).



Figura 1. Fotografía satelital del lugar de ejecución del trabajo de investigación (Google Earth 2021).

1.2. Diseño y tipo de investigación

El diseño de investigación es clásico (Tresierra, 2000) porque hay muestras con estímulo (con fertilizantes: humus de lombriz *Eisenia* sp y urea) y otra sin estímulo (sin fertilizante).

El diseño es transversal puesto que la evaluación de las variables se realizó en un solo momento.

Población, muestra y muestreo.

Población:

Corresponde a la población de ejemplares de *L. vannamei*.

Muestra:

Estuvo constituida por 72 post larvas de *L. vannamei* PL 12 de 0,025 g de peso promedio.

Muestreo:

Se realizó semanalmente a toda la población.

3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Métodos:

Acondicionamiento de los acuarios

Se emplearon 9 acuarios con las siguientes dimensiones 75 cm de largo, 67 cm de ancho y 50 cm de alto con un volumen de 96 L. Se acondicionaron desinfectándolas con una solución clorada de 200 ppm y enjuagada con abundante agua para la eliminación de los restos de cloro. Posteriormente fueron llenadas al 80 % de su volumen con agua del canal de marea.

Obtención de las post larvas de *L. vannamei*

Las 72 post larvas fueron donadas por el laboratorio “Lobo Marino S.A.C”, - Ecuador estas fueron PL12 con un peso promedio de 0,025 g.

Siembra

Las post larvas fueron sembradas directamente en los acuarios, con una densidad de siembras de 15 ind/m², referente a un cultivo semi intensivo. Se colocaron en total 8 organismos por acuario, lo que sumaría un total de 72 post larvas de *L. vannamei*.



Figura 2. Siembra de post larva de *Litopenaeus vannamei*

Alimentación y fertilización de Acuarios

Desde el día primer día de realizada la siembra se proporcionó alimento balanceado con 35 % proteína, iniciando con una tasa de alimentación del 25% de la biomasa. A los 15 días se alimentó con balanceado del 25 % de proteína, utilizando una tasa de alimentación del 20% hasta llegar a los 30 días que duró el experimento. Las tasas de alimentación utilizadas son las recomendadas por la empresa Nicovita para los tres tratamientos.

Para el tratamiento 0 se alimentó solo con alimento balanceado.

Para el tratamiento 1 se alimentó con alimento balanceado y se fertilizó con humus de *Eisenia* sp, la dosis de fertilización fue 2,5 g la misma que se aplicó durante todo el periodo del experimento, se fertilizó dos veces/semana (lunes y jueves a la 08:00 horas).

Para el tratamiento 2 se alimentó con alimento balanceado y fueron fertilizadas con urea, se aplicó una dosis inicial de 1,6 g por cada repetición. Luego a los quince días se fertilizó con el 50% de la dosis inicial es decir 0,8 g a cada repetición, la fertilización se realizó cada quince días.

Tabla 5.

Cantidad de alimento balanceado y fertilizantes aplicados en los acuarios.

Tratamiento	Alimento Balanceado (g)	Humus de lombriz <i>Eisenia</i> sp (g)	Urea (g)	Observación
T ₀	0,63			
T ₁	0,63	2.5		
T ₂	0,63		1,6 0,8	Inicio de Cultivo Quince días de cultivo



Figura 3. Fertilización de los acuarios con Humus de *Eisenia* sp y Urea

Evaluación del crecimiento

Los ejemplares fueron extraídos de los acuarios al final del experimento, debido a la poca cantidad de individuos, se evaluó el peso y talla total, esto permitió dar un aproximado acerca del crecimiento, tanto en peso como de talla. Para ello se utilizó una balanza analítica y una regla.

Análisis cuantitativo del plancton.

Este análisis se llevó a cabo utilizando la metodología empleada por (Alvarado y Saldarriaga 2000).

Semanalmente se realizó un análisis del fitoplancton que consistió en tomar 750 ml de cada acuario, a las 16 h, posteriormente esta muestra se fijó con 2 ml de solución Lugol y se dejó sedimentar por 24 h; luego de la sedimentación la muestra se concentró en un volumen de 150 ml. El conteo se realizó empleando una cámara Neubauer observada al microscopio. Semanalmente se realizó un análisis de zooplancton que consistió en tomar una muestra de 20 L de agua de cada unidad experimental a las 11 h y se filtró con una red para zooplancton de 200 μm , esta muestra se concentró a 250 ml y se fijó con 1 ml de solución Lugol-ácido acético al 25 %, los conteos se realizaron empleando una cámara Sedgwick-Rafter observada al microscopio.



Figura 4. Toma de muestra de plancton



Figura 5. Observación en el microscopio de plancton

Toma de parámetros físico y químicos del agua de cultivo

Los parámetros evaluados son:

- Oxígeno disuelto (O.D): Se evaluó diariamente con un oxímetro a las 07:00 y 16:00 horas.
- Temperatura (T°): Se evaluó diariamente con el termómetro a las 07:00 y 16:00 horas.
- pH: Este parámetro fue evaluado cada 3 días, a las 07:00 horas con la ayuda de un potenciómetro.
- Salinidad (‰): Este parámetro fue evaluado semanalmente, a las 16:00 horas, con la ayuda de un refractómetro.



Figura 6. Toma de parámetros físico-químicos

3.4.2. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó es el siguiente:

<p>Tratamiento T₀ Repetición 1 Alimento balanceado</p>	<p>Tratamiento T₀ Repetición 2 Alimento balanceado</p>	<p>Tratamiento T₀ Repetición 3 Alimento balanceado</p>
<p>Tratamiento T₁ Repetición 1 Alimento balanceado + Humus de lombriz <i>Eisenia sp</i></p>	<p>Tratamiento T₁ Repetición 2 Alimento balanceado + Humus de lombriz <i>Eisenia sp</i></p>	<p>Tratamiento T₁ Repetición 3 Alimento balanceado + Humus de lombriz <i>Eisenia sp</i></p>
<p>Tratamiento T₂ Repetición 1 Alimento balanceado + Urea</p>	<p>Tratamiento T₂ Repetición 2 Alimento balanceado + Urea</p>	<p>Tratamiento T₂ Repetición 3 Alimento balanceado + Urea</p>

3.4.3. Técnica de recolección de datos.

La técnica de recolección de datos fue a través de la observación directa. Los datos obtenidos fueron registrados en una libreta de campo tales como crecimiento (peso y longitud), supervivencia, así como también los

parámetros físico-químicos en donde se precisó la fecha, hora y unidad experimental.

El diseño experimental fue completamente al azar. Se probaron tres tratamientos: T₀ (alimento balanceado), T₁ (alimento balanceado + humus de lombriz) y T₂ (alimento balanceado + urea); 3 repeticiones por cada uno.

3.4.4. Procesamiento y análisis de datos

Los datos se registraron en una hoja de cálculo de Excel, los cuales se analizaron, tabularon y se elaboraron figuras.

La evaluación estadística se realizó sobre el peso promedio final individual, la biomasa y la supervivencia de *L. vannamei*. Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5%, para determinar el orden de méritos de los tratamientos. Los cálculos se hicieron a través del software IBM SPSS Statistics, versión 23.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Crecimiento en peso y longitud del langostino *Litopenaeus vannamei* utilizando humus sólido *Eisenia* sp y urea en condiciones de laboratorio.

El crecimiento en peso promedio (g) para los tratamientos: T₀ (Sin fertilizante), T₁ (humus sólido *Eisenia* sp) y T₂ (urea) fue de 0,27 g, 0,28 g y 0,19 g respectivamente, como se observa en la figura 7 y anexo 1 el mayor peso lo obtuvo el T₁, en cuanto la longitud promedio fue de 3,34 cm, 3,29 cm y 2,55 cm respectivamente, el mayor crecimiento en longitud se obtuvo en el T₀. El análisis de varianza ($p > 0,05$) determinó que no hay diferencia estadísticamente significativa entre el crecimiento en peso y longitud de los tratamientos (Anexo 2). La prueba de Duncan ($p > 0,05$) mostró que no existe diferencia significativas entre los tratamientos (Anexo 3); cómo se puede corroborar con Alvarado & Saldarriaga (2000) quienes obtuvieron mejores resultados en peso utilizando humus *E. foetida*, en cuanto Guerra (2011) utilizó humus líquido de *E. foetida* en larvas de *L. vannamei* obteniendo mejores resultados en crecimiento y además Carneiros et al. (2009) en el experimento no obtuvieron buenos resultados utilizando urea como fertilizante para el crecimiento de langostino como coincide con la investigación realizada.

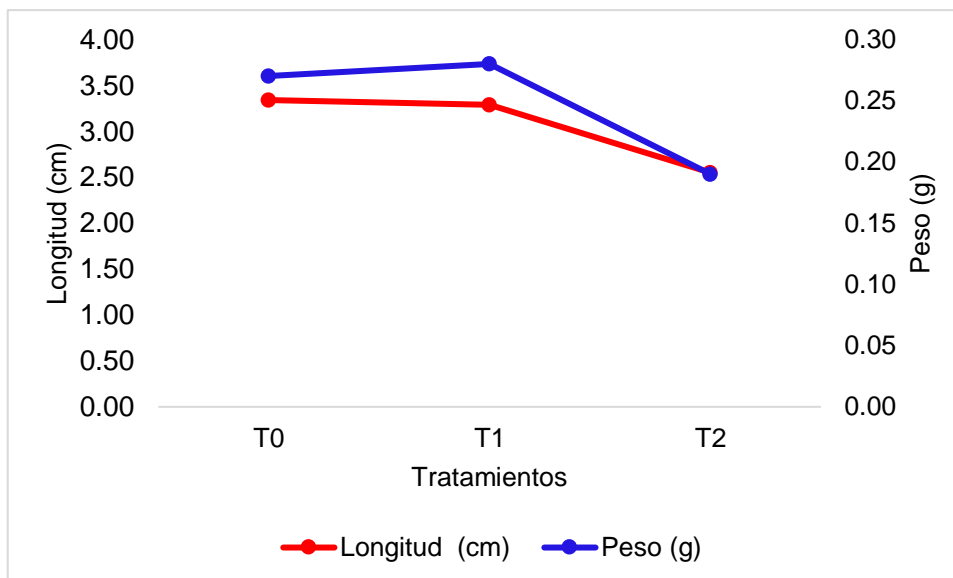


Figura 7. Crecimiento en peso y longitud de *Litopenaeus vannamei* utilizando humus sólido *Eisenia* sp y urea en condiciones de laboratorio.

4.2. Supervivencia del langostino *Litopenaeus vannamei* utilizando humus sólido *Eisenia* sp y urea en condiciones de laboratorio.

Como se puede observar en la figura 8 y anexo 1 la supervivencia de los tratamientos fue de 75% para T₀, 62,50% para los tratamientos T₁ y T₂ respectivamente, en donde se obtuvo mayor supervivencia fue el T₀ en donde no se aplicó fertilizante; esto se debió a la contaminación que se presentó en el experimento debido al uso del insumo orgánico (humus sólido *Eisenia* sp) y el insumo inorgánico (urea). El análisis de varianza ($p > 0,05$) determinó que no hay diferencia estadísticamente significativa en la supervivencia entre los tratamientos (Anexo 2). Utilizando la prueba de Duncan ($p > 0,05$) mostró que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 3), lo cual difiere con Alvarado & Saldarriaga (2000) quienes en su investigación obteniendo buenos resultados utilizando humus de *Eisenia foetida* con 85,38% de supervivencia, así mismo Carneiros et. al. (2009) mencionan que utilizando el insumo inorgánico (urea) no se obtuvieron una buena supervivencia los cuales coinciden con los resultados de la investigación.

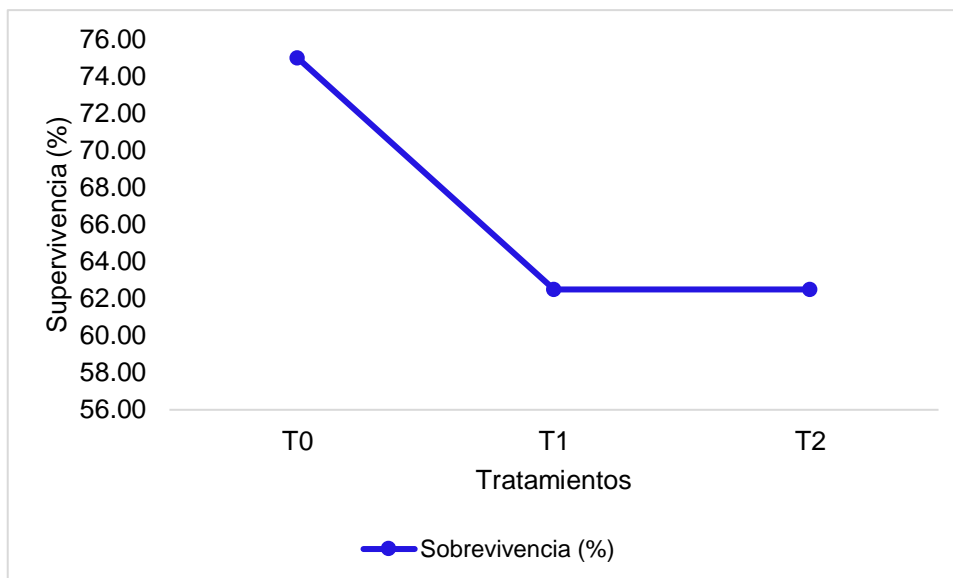


Figura 8. Supervivencia del langostino *Litopenaeus vannamei* utilizando humus sólido *Eisenia* sp y urea en condiciones de laboratorio.

4.3. Biomasa del langostino *Litopenaeus vannamei* utilizando humus sólido *Eisenia* sp y urea en condiciones de laboratorio.

La biomasa para los tratamientos T₀, T₁ y T₂ fueron de 1,72 g, 1,42 g y 0,62 g respectivamente como se muestra en la figura 9 y anexo 1 la mayor biomasa que se presentó es el tratamiento T₀ debido a las mortalidades que se presentaron en los otros tratamientos. Utilizando el análisis de varianza – ANOVA ($p > 0,05$) no hubo diferencia significativa entre los tratamientos como se puede observar en el anexo 2. El estadístico de la prueba de Duncan ($p > 0,05$) mostró que no hay diferencias entre los tratamientos (anexo 3), los cuales no coinciden con Alvarado & Saldarriaga (2000) ya que ellos obtuvieron una biomasa mayor utilizando *Eisenia foetida*; en cuanto Carneiros et. al (2009) indican que utilizando urea no se obtuvieron buenos resultados en la biomasa lo cual coinciden con los resultados de la investigación.

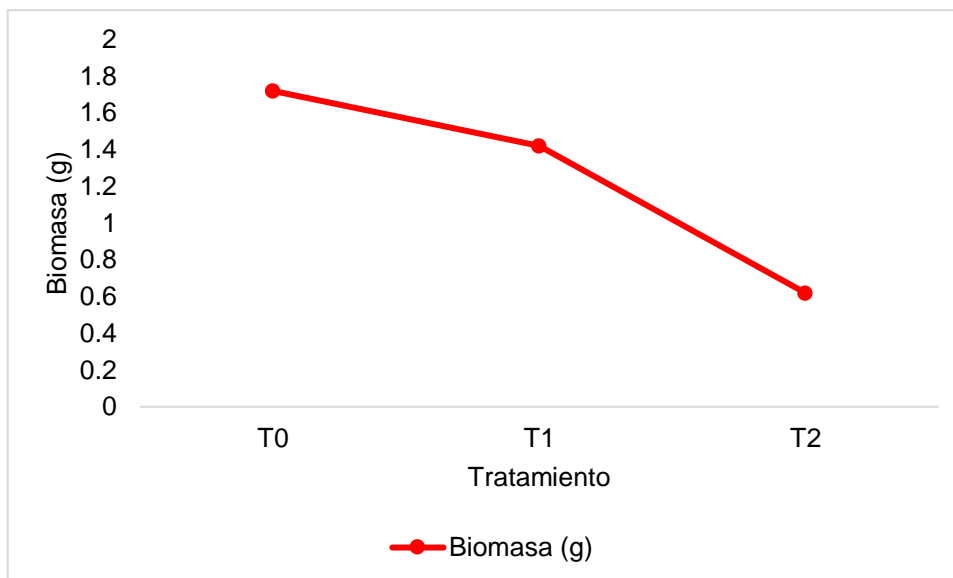


Figura 9. Biomasa del langostino *Litopenaeus vannamei* utilizando humus sólido *Eisenia* sp y urea en condiciones de laboratorio.

4.4. Producción de Fitoplancton

En cuanto a la producción de fitoplancton en el T₀ se encontraron 50% de zooplancton, 33% de diatomeas y 17% de clorofitas, en el T₁ se encontraron 67% de zooplancton, 33% de clorofitas y en el T₂ se encontró 56% de zooplancton, 33% de diatomeas y 11% de clorofitas; como se puede observar en el T₀ y T₂ se encontraron 33% de diatomeas, los cuales no coinciden con Alvarado & Saldarriaga (2000) quienes indican que con los tratamientos que utilizaron con humus de lombriz *Eisenia foetida* y solo alimentación balanceada obtuvieron la misma cantidad de diatomeas lo que no concuerdan con los resultados de la investigación; sin embargo, Ruiz (2013) en sus resultados utilizando urea no hubo mucha densidad de fitoplancton lo cual no coincide con los resultados obtenidos en la investigación.

V. CONCLUSIONES

1. Utilización de humus sólido *Eisenia* sp se obtuvo mejor crecimiento del langostino *Litopenaeus vannamei* y utilizando urea el crecimiento fue menor en condiciones de laboratorio durante el primer mes de cultivo.
2. En la producción de fitoplancton utilizando humus sólido *Eisenia* sp se encontró el 33% de fitoplancton (solo clorofitas) y 67% de zooplancton, lo cual indica que hubo mayor porcentaje en la producción de zooplancton.
3. Utilizando urea la producción de plancton fue de 56% de zooplancton y 44% de fitoplancton (33% diatomeas y 11% clorofitas) lo cual indica que presentó mayor porcentaje en zooplancton.
4. Utilizando solo alimento balanceado la producción de plancton fue de 50% de zooplancton y 50% de fitoplancton (33% diatomeas y 17% clorofitas).
5. La supervivencia fue 75% y biomasa 1.752 g en el tratamiento que no se utilizó fertilización y está es mayor que utilizando fertilización orgánica (humus sólido *Eisenia* sp) y fertilización inorgánica (urea).

VI. RECOMENDACIONES

1. Optimizar las concentraciones de humus sólido *Eisenia* sp y urea aplicando diferentes dosis y frecuencias.
2. Realizar trabajos de investigación orientadas a la aplicación de nuevos insumos orgánicos e inorgánicos que permitan mantener la calidad de agua, parámetros físicos y químicos en la producción de plancton.
3. Realizar análisis sanitarios de los langostinos cuando se aplican insumos orgánicos e inorgánicos para determinar la presencia de enfermedades las cuales se encuentren en el cultivo.
4. Realizar análisis biológicos, microbiológicos y químicos de los insumos orgánicos (humus *Eisenia* sp) e insumos inorgánicos (urea).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, E., & Nuñez, C. (1984). Efecto de la harina de lombriz de tierra sobre el crecimiento y desarrollo de protozoos de camarón en cultivo. *Revista de investigación Marina*, 5(3), 99 - 105.
- Alvarado, A., & Saldarriaga, D. (2000). *Efecto de la fertilización con diferentes dosis de humus de lombriz Eisenia foetida sobre el crecimiento de Penaeus vannamei*. Universidad Nacional de Tumbes - Facultad de Ingeniería Pesquera, Tumbes - Perú.
- Campaña, A., Martínez, L., Villarreal, H., Hernández, J., Ezquerro, J., & Cortés, E. (2009). Efecto de la adición del rotífero *Brachionus rotundiformis* (Tschugunoff, 1921) sobre la calidad del agua y la producción, en cultivos súper-intensivos de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Revista de biología marina y oceanografía*, 44(2), 335 -342.
- Carneiro, F., Arretche, G., Feijó, D., Borda, R., & De souza, E. (2009). Crescimento do camarão marinho *Farfantepenaeus subtilis* rez(Pérez Farfante, 1967) cultivado em tanques com diferentes protocolos de fertilização orgânica. *Revista Maringá*, 31(3), 221 - 226. Obtenido de <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/7565/7565>
- Chakrabarty, D., Das, S. K., & Das, M. K. (2009). Relative efficiency of vermicompost as direct application manure in pisciculture. *Paddy and water Environment*, 7(1), 27 - 32.
- Clifford, C. (1994). Marine shrimp pond management: A review. En J. Wyban, *Proceeding of special session on shrimp farming*. World Aquaculture society. Los Angeles - USA.

- Fenucci, J. (2003). Manual para la cria de camarones Peneidos. Roma - Italia. Obtenido de FAO. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB466S/AB466S00.htm#TOCGuerra>,
- M. (2011). *Humus de lombriz Eisenia foetida para cultivar dos microalgas marinas como alimento de larvas de camarón*. Tesis para optar el Título de Master en Biología Marina con mención en Acuicultura, Universidad de La Habana - Centro de Investigaciones Marinas, La Habana - Cuba.
- Martínez, L., Campaña, A., & Martínez, M. (2004). Manejo de la Productividad Natural en el Cultivo del Camarón. En L. E. ruz, D. Ricque, M. G. Nieto, D. Villarreal, U. Scholz, & M. González, *Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola* (págs. 16 - 19). Hermosillo, Sonora, México.
- Martínez, L., Martínez , M., & Cortés, E. (2009). Camaronicultura Mexicana y mundial: ¿Actividad sustentable o industria contaminante? *Revista Intenacional de Contaminación Ambiental*, 25(3), 181 - 196. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/370/37012012006.pdf>
- Muñoz, M., Ramirez , J., Otero, A., Medina, V., Velasco, Y., & Cruz, P. (2009). Efecto de diferentes medios de cultivo sobre el crecimiento y el contenido proteico de *Chlorella vulgaris*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22(3), 487 - 508.
- Ruíz, L. (2013). *Uso de humus de lombriz como productor del fitoplancton en cultivos intensivos experimentales a baja salinidad de camarón Litopenaeus vannamei*. Tesis para obtener el Grado de Maestro en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Instituto Politécnico Nacional , Guasave, Sinaloa - México.
- Ruíz, M. F. (2011). *Camarcultura Organica*. Proyecto Homeopatía Acuícola en la producción de Camarón orgánico, Portal de Silicio en los Sistemas Biológicos.
- Tresierra, A. (2000). Metodología de la investigación científica. Biociencia.

ANEXOS

Anexo 1. Crecimiento, supervivencia y biomasa del Langostino *Litopenaeus vannamei* utilizando humus *Eisenia* sp y urea en condiciones de laboratorio.

Tratamiento	Repeticiones	Peso Promedio (g)	Longitud promedio (cm)	Supervivencia (%)	Biomasa (g)
T ₀	1	0,40	3,91	87,50	2,8
	2	0,25	3,22	75,00	1,5
	3	0,17	2,88	62,50	0,85
	PROMEDIO	0,27	3,34	75,00	1,72
T ₁	1	0,41	3,5	62,50	2,05
	2	0,25	3,34	62,50	1,25
	3	0,19	3,02	62,50	0,95
	PROMEDIO	0,28	3,29	62,50	1,42
T ₂	1	0,21	3,04	62,50	1,05
	2	0,18	2,12	62,50	0,41
	3	0,18	2,48	62,50	0,41
	PROMEDIO	0,19	2,55	62,50	0,62

Anexo 2. Análisis de varianza – ANOVA ($p>0.05$) de peso, longitud, supervivencia y biomasa del langostino *Litopenaeus vannamei* utilizando humus *Eisenia* sp y urea en condiciones de laboratorio.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso	Entre grupos	,048	2	,024	2,245	,187
	Dentro de grupos	,064	6	,011		
	Total	,113	8			
Longitud	Entre grupos	1,174	2	,587	3,202	,113
	Dentro de grupos	1,100	6	,183		
	Total	2,274	8			
Supervivencia	Entre grupos	312,500	2	156,250	3,000	,c
	Dentro de grupos	312,500	6	52,083		
	Total	625,000	8			
Biomasa	Entre grupos	1,915	2	,957	1,987	,218
	Dentro de grupos	2,891	6	,482		
	Total	4,806	8			

Anexo 3. Prueba estadística de Duncan ($p>0,05$) entre los tratamientos de humus *Eisenia* sp y urea sobre el crecimiento de langostino *Litopenaeus vannamei* en condiciones de laboratorio, utilizando el programa SPSS Statistics 23.

	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
Peso	T ₂	3	,1233
	T ₀	3	,2733
	T ₁	3	,2833
	Sig.		,117
Longitud	T ₂	3	2,5467
	T ₁	3	3,2867
	T ₀	3	3,3367
	Sig.		,072
Supervivencia	T ₁	3	62,5000
	T ₂	3	62,5000
	T ₀	3	75,0000
	Sig.		,086
Biomasa	T ₂	3	,6233
	T ₁	3	1,4167
	T ₀	3	1,7167
	Sig.		,112