

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL
MICROGUSANO *Panagrellus redivivus* Y CARACTERIZACIÓN NUTRIMENTAL
CON DISTINTOS MEDIOS DE CULTIVO

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

ALHELI TATIANA LUGO GARCÍA

Asesores:

M. en N. A. Marcela Fragoso Cervón
M. en C. Francisco A. Castrejón Pineda

México D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A todas las personas que hacen que mi vida sea cada día mejor: mis padres,
Francisca García y Salvador Lugo

A mi hermanito favorito Iván Lugo.

A mi alma gemela, Alberto García.

Mis amigos, Abi Abi, Karime Cuerdita, Trani Nemo, Blass, Mariana Gurrola,
Calimán .

A mis maestros y amigos Marcela Fragoso C., Francisco Castrejón P., Angel
García, Andrés Castro, Alma Naranjo, Laurita Espinoza, Ariel, Isaac, A la Dra.
Adriana y muchas otras personas con las que a diario convivo y que directa o
indirectamente ayudaron a este trabajo.

QUE TODOS LLEGEMOS A SER COMO DIOS

AGRADECIMIENTOS

ESTE TRABAJO NO ES SOLO FRUTO MIO, ES DE MUCHAS PERSONAS QUE DIRECTA O INDIRECTAMENTE PARTICIPARON EN ÉL CON UN DESEO PROACTIVO, EL CUAL ME DEJA GRANDES ENSEÑANZAS.

A MIS PAPÁS: Francisca García y Salvador Lugo

Gracias por enseñarme el fascinante mundo de los peces.

Pero principalmente porque hoy soy consciente de que en esta vida los elegí para mi crecimiento espiritual y me da mucha alegría de eso. Les digo MUCHAS GRACIAS sin que suene a hoja en blanco o palabra ocasional, y espero que con este trabajo les devuelva un poco de la mucha alegría que me han dado al estar siempre conmigo apoyándome en todo momento y enseñándome a vivir.

A IVANCITO

Son tantas cosas las que tengo que agradecerte que llenaría esta y unas cuartillas más, pero por esta ocasión y la principal cosa que tengo que agradecerte es que me enseñaste el maravilloso mundo de la cabalá y eso hermano mío es algo invaluable.

A MI SUPER HEROE MULTIFACETICO

No cabe duda de que la Luz nos da todo lo que necesitamos y a mi me mando un gran héroe de amor; gracias por estar siempre conmigo y rescatarme en los momentos mas críticos, siempre ofreciéndome nuevos retos para crecer juntos.

ABI ABI

Por tu amistad tan valiosa, por esas tardes de espera, tu paciencia, tu amor incondicional, por ser tu.

KARIME CUERDITA

Merci beaucoup mon amie pour tout la aide durante la realización de este experimento, pero principalmente gracias por tu amistad invaluable.

TRANI NEMO.

Muchas gracias por todo tu apoyo, amistad y diseño. Pero principalmente por permitirme revelar un poco de luz a través de ti con esos momentos de reflexiones cabalísticas.

BLASS

Gracias por ser mi amigo y apoyarme en este trabajo.

ANGEL GARCÍA, ANDRÉS, ALMA, DRA. LAURITA, DRA. ADRIANA, DR.

SERGIO ANGELES

Muchas pero muchas gracias por todo su apoyo, tiempo y amistad. Han sido pieza clave para que este trabajo sea posible.

DRA MARCE

De verdad no sabe cuan agradecida estoy por todo ese tiempo y conocimientos aportados tan invaluable que espero de alguna manera recompensárselos.

DR. CASTREJÓN

Gracias por participar en este trabajo que aunque sé no es su área específica juntos hemos aprendido cosas nuevas espero le queden ganas de seguir en más investigaciones referentes a la nutrición de los organismos acuáticos.

DRA. LAURITA

Muchas gracias por su tiempo e interés en mi investigación, además de la ayuda y datos aportados.

AL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL: ABEJAS CONEJOS Y ORGANISMOS ACUÁTICOS Y AL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA

TONOCO

Por enseñarme el maravilloso mundo de los microgusanos y su gran utilidad en los peces de ornato.

A LA LUZ DEL CREADOR

Gracias por poner en mi camino a personas tan maravillosas.

Por manifestarte en cada uno de los obstáculos superados cada vez que hago restricción, y darme solo lo que necesito en este crecimiento eterno.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVOS.....	10
MATERIAL Y MÉTODO.....	11
RESULTADOS.....	15
DISCUSIÓN.....	34
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA	37
CUADRO.....	41

RESUMEN

LUGO GARCÍA ALHELÍ TATIANA. Evaluación del crecimiento poblacional del microgusano *Panagrellus redivivus* y caracterización nutrimental con distintos medios de cultivo (bajo la dirección de: M. en N. A. Marcela Fragoso Cervón y M. en C. Francisco A. Castrejón Pineda)

El propósito de este trabajo fue determinar las diferencias en el crecimiento poblacional del microgusano *Panagrellus redivivus* en diez diferentes medios de cultivo: T1(Hojuela de avena 100%), T2 (Harina de trigo 100%), T3 (Zanahoria fresca 100%), T4 (Soya extrudizada 100%), T5 (Avena 50% + Trigo 50%), T6 (Avena 50% + Zanahoria 50%), T7 (Trigo 50% + Zanahoria 50%), T8 (Avena 33.3% + Trigo 33.3% + Zanahoria 33.3%), T9 (Avena 33.3% + Trigo 33.3% + Soya 33.3%), T10 (Avena 25% + Trigo 25% + Zanahoria 25% + Soya 25%). Se realizaron 7 conteos poblacionales con intervalos de 4 días cada uno, donde los tratamientos que contenían zanahoria y sus combinaciones favorecieron el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*), excepto cuando dentro de la combinación se encuentra soya; pasados 30 días de montado el cultivo se les realizó un análisis químico proximal para determinar las diferencias entre cultivos y comparar con los requerimientos de las crías de peces. Se observó la necesidad de adicionar fuentes extras de nutrientes que mejoren el perfil nutritivo de los medios de cultivo que obtuvieron mayor cantidad poblacional.

INTRODUCCIÓN

En México la acuicultura ornamental y pecuaria principalmente en condiciones controladas para la producción y alta supervivencia de crías en sistemas de cultivo semi-intensivo e intensivo, ha ido en aumento en los últimos años, en gran medida por los beneficios que aportan física y emocionalmente a la salud,¹ este crecimiento se enfrenta a varios problemas, siendo uno de ellos la obtención y producción de alimentos que cubran todos los requerimientos para cada especie y variedad, así como para cada etapa del desarrollo fisiológico. Durante la etapa de cría la mortalidad es elevada y una vez absorbido el saco vitelino, las crías deben ser alimentadas con alimento comercial;² sin embargo este, está condicionado a palatabilidad,³ hábitos alimenticios de la especie, requerimientos nutricionales (Cuadro 1) y tamaño de la boca, mismo que no debe exceder tres cuartas partes de esta.⁴

En base a ello, la industria acuícola ha diseñado dietas balanceadas específicas para crías en diferentes presentaciones como: harinas, gel, congelados y empastillados;⁵ sin embargo persisten deficiencias en las propiedades físicas del alimento, tales como su estabilidad en el agua, flotabilidad y sabor, ocasionando aun una alta mortalidad en crías al utilizar estas dietas, además, el precio de estos alimentos inertes es una limitante para su adquisición en sectores sociales con bajos recursos recomendando en contraparte, una alimentación viva la cual tiene como ventajas principales que posee movimiento y un color atractivo lo cual despierta el interés del depredador para ser atrapado.⁶ En el ámbito de investigación orientada hacia los cultivos masivos de microorganismos como

algas, rotíferos, pequeños crustáceos y microgusano (*Panagrellus redivivus*) como alimento están en pleno desarrollo principalmente de este último.⁷ El microgusano (*P. redivivus*) al igual que el resto de los organismos mencionados se encuentran de manera natural dentro de estanques de intemperie, donde la fuente de agua es un río o lago, por lo tanto no se recomienda utilizar este en crías con un ambiente controlado, porque puede ser portador de diversos agentes infecciosos, resultando indispensable producirlo a nivel laboratorio de tal forma que no se contamine.³

Revisión de literatura

Alimentos vivos

En los ecosistemas acuáticos, la continuidad de las especies depende del equilibrio establecido entre los diferentes niveles de la cadena alimenticia. Así el desarrollo y supervivencia en crías depende de la presencia de organismos que conforman el plancton (fitoplancton y el zooplancton), rico en nutrientes.⁸

Fitoplancton

Esta constituido por un gran número de organismos vegetales microscópicos que se encuentran en la base de la cadena alimenticia.⁶ Las microalgas más utilizadas en la acuicultura son las diatomeas de los géneros *Chaetoceros* e *Isochrysis*, así como algas flageladas como *Dunaliella* sp. cuyo tamaño fluctúa de 5 a 100 micras.⁹

El fitoplancton además de aportar oxígeno durante el día, tiene contenidos nutritivos como polisacáridos, aminoácidos, enzimas y proteínas. Sin embargo,

una sola especie de alga es incapaz de satisfacer los requerimientos de las crías, por lo que se utilizan mezclas de varias especies, ocasionando un incremento en los costos de producción.⁸

Zooplancton

En la cadena alimenticia ocupan las primeras posiciones de consumidores, alimentándose del fitoplancton, organismos descomponedores y residuos orgánicos.⁸ Los más utilizados en la acuicultura son:

Rotíferos

Principalmente *Brachionus plicatili*. Mide de 100 a 300 micras, tiene rápido desarrollo, lenta movilidad y buena calidad nutritiva. La dosis recomendada es: 10 rotíferos / ml estimando que las crías requieren consumir de 12,000 a 15,000 rotíferos durante 25 días.⁸

Para cultivarlos de forma masiva requiere de la desinfección previa del agua, una temperatura de 25 a 28°C, >2 ppm de oxígeno disuelto, así como preparar su alimentación a base de algas o levaduras.⁹

Paramecio (*Paramecium caudatum*)

Es un protozooario que se puede utilizar como alimento de la pulga de agua (*Daphnia* sp) o para crías en los primeros días puesto que miden 0.1 a 0.3 mm de longitud; son rápidos nadadores que giran en espiral con sus cilios, se reproducen asexual y sexualmente.⁶

Para su cultivo requieren una temperatura de 25°C, pH 5.3 –8.2, poca luz, frascos de un litro con agua potable y lechuga como alimento, en nueve días aproximadamente ya se pueden colectar.⁶

Copépodos

Son los más abundantes del zooplancton (1,200 especies), son pequeños crustáceos que se alimentan de vegetales y materia orgánica en suspensión. Su tamaño varía de 0.2 a 20 mm.⁹

Las especies más cultivadas son: *Tigriopus japonicus*, *Calanus* sp., *Cyclops* sp. y *Amphiascella* sp. Todas las especies presentan fototropismo negativo, poseen amplios rangos de tolerancia: temperatura de 10 a 27°C, salinidad de 0 a 18 g/l, todo su desarrollo puede durar una semana y vivir hasta 6 meses. Se han reportado producciones de hasta 132,000 nauplios en estanques de 200 litros.

Su composición nutrimental es de 10.3% MS, 52.3% PC, 7.1 Cen, 26.4% Lípidos.⁶

Pulga de agua

(*Daphnia* sp.) con un tamaño máximo de 4 mm, sus huevecillos son resistentes a las sequías, el 100% de estos son hembras que se reproducen por partenogénesis. Es susceptible a cambios bruscos de temperatura.

Para su cultivo requiere, temperaturas de 15 a 25°C, oxígeno de 3 a 6mg / l, pH de 6.8-7.8. los medios de cultivo más utilizados son las sales de fosfatos y nitratos, estiércol o una combinación de estos. Una vez sembrado se podrá cosechar a los 20 días. Llegan a aportar 50% de proteína.⁸

Artemia sp.

Es el alimento vivo con más demanda en la acuicultura, principalmente porque sus huevos tienen la capacidad de enquistarse y permanecer viables durante años hasta que se requiera eclosionarlos. Su contenido de proteína varía de 41 a 66% dependiendo del tipo de alimento utilizado.⁹

Por lo general no se hace el ciclo completo, simplemente se compran los quistes listos para desencapsular y eclosionarlos; sin embargo dicho quiste tiene un costo elevado,³ con un porcentaje de eclosión dependiendo la cepa y las condiciones en que se maneje de un 85-97%.⁹

A las 24 h de eclosión, en estado de nauplio con un tamaño aproximado de 0.5 a 1.0 mm es ideal para alimentar a las crías, se requieren de 1 a 2 nauplios / ml.⁸

Migrogusano (*Panagrellus redivivus*)

Es un nematodo no patógeno de vida libre, que habita en medio terrestre o acuático siempre y cuando existan medios de fermentación que concentren materia orgánica; se alimenta de bacterias, levaduras, hifas de hongos y algas.^{6, 9}

Su temperatura óptima va de 19 a 26°C, cuando la temperatura es menor a 19°C disminuye su metabolismo, en cambio, si la temperatura es mayor a 26°C, su metabolismo aumenta y su tiempo de vida se acorta.¹

Biología del microgusano (*P. redivivus*)

Su cuerpo es cilíndrico, no segmentado, presenta un sistema muscular longitudinal que permite desplazarse con movimientos de adelante hacia atrás. Está cubierto de boca a ano por una cutícula que lo protege de la deshidratación.⁸

Se reproducen sexualmente, por lo regular los machos son más pequeños que las hembras (Figura 1) y se distinguen en que su extremo posterior termina en forma de curva o gancho (Figura 2). La hembra libera de 10 a 40 crías cada 24 ó 72 horas en un periodo de 20 a 25 días. El microgusano (*P. redivivus*) llega a la etapa adulta a las 96 horas de vida, su ciclo consta de cinco etapas: 4 larvarias (Juvenil 1, Juvenil 2: 0.25 – 0.35 mm, Juvenil 3: 0.35 – 0.55 mm, Juvenil 4: 0.55 – 0.75 mm) y el estado adulto (0.75 – 2 mm).¹



Figura 1. Hembra de microgusano (*Panagrellus redivivus*).



Figura 2. Macho de microgusano (*Panagrellus redivivus*).

Propiedades nutricionales del microgusano (*P. redivivus*)

Sus propiedades nutritivas en base seca son: 48.3% proteína, 5.1% Isoleucina, 7.7% Leucina, 2.2% Metionina, 4.7% Fenilalanina, 3.2% Tirosina, 4.7% Treonina, 1.5% Tripsina, 6.4% Valina, 7.9 % Lisina, 6.6% Arginina, 2.9% Histidina, 8.9% Alanina, 11% Aspartato, 12.8% Ácido glutámico, 6.4% Glisina, 5.4% Prolina, 3.7% Serina.¹

Es posible cultivarlo en bolsas de autoclave,¹⁰ cajas de petri¹¹ y charolas de plástico con tapa de malla para que tenga respiración y no se contamine con otros organismos,¹ requiere de un medio de cultivo de hasta 1.5 cm de profundidad, el tiempo de viabilidad del cultivo es de 30 días aproximadamente. Se les puede recolectar constantemente a partir de los 5 días de iniciado el cultivo en adelante.¹²

Clasificación taxonómica del microgusano (*P. redivivus*):

Reino: *Animalia*

Phylum: Nematoda

Sub phylum: Sarcodina

Clase: *Secernentea*

Orden: *Rhabditia*

Familia: *Panagrolaimidae*

Subfamilia: *Panagrolaimidae*

Género: *Panagrellus*

Especie: *redivivus*

Medio de cultivo para el microgusano (*P. redivivus*)

Los medios de cultivo más utilizados son: hojuela de avena (*Avena sativa*) la cual contiene un 14% PC, 2.3% de grasas no saturadas como ácido linoleico, sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, zinc, vitaminas B1, B2, B3, B6 y E. Harina de trigo (*Triticum dicoccoides*) 10% proteína, 1% grasa, sodio, ácido fólico y hierro; Soya (*Glycine max*) con 49.79% proteína, 0.41% grasa, 2.27% fibra bruta. Zanahoria ofrece: 4.81% proteína, 0.37% grasa, 1.18% fibra bruta, vitamina A, B1, B2, B6, C, hierro, calcio, magnesio, fósforo, potasio y sodio.³

Como alimento el microgusano (*P. redivivus*) es recomendable porque es palatable,² económico para cultivarlo de forma masiva únicamente requiere harinas de fácil fermentación las cuales no exceden en su precio los \$15 y se puede utilizar un recipiente de plástico con tapa y respiradero, lo único que hay que cuidar es que no se seque el medio de cultivo, obteniendo con ello un alimento ideal para especies pequeñas por la forma cilíndrica y tamaño apropiado de 0.5 a 2.0 mm de largo y diámetro de 0.05 mm.⁹

El microgusano (*P. redivivus*) se ha utilizado en la investigación científica mundial en estudios biológicos, bioquímicos y genéticos, en agricultura, toxicología, ecología y acuicultura donde se reporta su uso desde 1963 como alimento en crías de peces comestibles como las carpas común (*Cyprinus carpio*), cabezona (*Aristichthys nobilis*), plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), así como del pescado blanco (*Coregonus lavaretus*), el pez gato asiático (*Clarias macrocephalus*), peces de ornato (*Danio malabaricus*) y (*Poecilia reticulata*), además de larvas de camarón (*Penaeus vannamei*) y

(*Penaeus indicus*);^{6, 11} sin embargo, y como puede notarse los estudios son escasos,¹⁰ con poca información sobre medios de cultivo que permitan su crecimiento y manipulación nutricional del medio de cultivo; por lo que se considera necesario generar mayor información al respecto.

HIPÓTESIS

El medio de cultivo tendrá efecto en la producción poblacional del *Panagrellus redivivus*.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) y los cambios nutrimentales.

Objetivos específicos

Evaluar las diferencias en el crecimiento poblacional del microgusano *Panagrellus redivivus* en distintos medios de cultivo.

Caracterizar el contenido nutrimental de distintos medios de cultivo antes y después de la multiplicación del microgusano (*P. redivivus*) a partir del análisis químico proximal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Departamento de Producción Animal: Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos (ACyOA), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM; en el área de Acuicultura, esta cuenta con ventilación y anaqueles de estructura metálica dividido en 3 niveles. Para la siembra se utilizaron 50 charolas de plástico idénticas de las siguientes dimensiones: 26 cm de largo, 16 cm de ancho y 5 cm de profundidad; donde se colocó una capa de 200 g de diferentes medios de cultivo de acuerdo al tratamiento correspondiente asignado al azar.

Se utilizaron diez medios de cultivo con los siguientes ingredientes: T1 200 g de hojuela de avena (avena 100%), T2 200 g de harina de trigo (trigo 100%), T3 200 g de zanahoria fresca en rodajas (zanahoria 100%), T4 200 g de soya extruídada pulverizada (soya 100%), T5 100 g de hojuela de avena + 100 g harina de trigo (avena 50% + trigo 50%), T6 100 g de hojuela de avena + 100 g zanahoria fresca en rodajas (avena 50% + zanahoria 50%), T7 100 g de harina trigo + 100 g zanahoria fresca en rodajas (trigo 50% + zanahoria 50%), T8 67 g de hojuela de avena + 67 g harina de trigo + 67 g zanahoria fresca en rodajas (avena 33.3% + trigo 33.3% + zanahoria 33.3%), T9 67 g de hojuela de avena + 67 g harina de trigo + 67 g soya extruídada pulverizada (avena 33.3% + trigo 33.3% + soya 33.3%), T10 50 g hojuela de avena + 50 g harina de trigo + 50 g zanahoria fresca en rodajas + 50 g soya extruídada pulverizada. Una vez pesados los ingredientes se licuaron con 350 ml de agua.

Una vez logrado lo anterior, las cajas fueron colocadas al azar sobre los anaqueles dentro del laboratorio (Figura 3).



Figura 3. Arriba se muestra un esquema de los diez tratamientos con sus respectivas repeticiones, colocados al azar. Abajo una fotografía de los diez tratamientos con sus respectivas repeticiones colocadas al azar.

Posteriormente se inoculó 1 ml de microgusano (*P. redivivus*) al medio de cultivo (cepa del Laboratorio de Organismos Acuáticos), con una población aproximada de 158 microgusanos (*P. redivivus*) /ml²; para determinar esta cantidad previamente se contaron los microgusanos (*P. redivivus*) existentes en 20 ml de medio de cultivo, se contó un mililitro a la vez en una dilución de 1/100 = 0.01 ml o ml⁻² para posteriormente establecer un promedio. A las cajas con el medio se les añadió agua (Cuadro 2) cada que lo requerían hasta que el medio de cultivo obtuvo una consistencia de papilla. Así se mantuvieron durante 30 días.

Para cuantificar el cambio poblacional se realizó la toma de una muestra de 1 ml procedente de la superficie del cultivo, previamente se mojaron las paredes para hacer que el microgusano (*P. redivivus*) descendiera de ellas a la superficie del medio de cultivo. Una vez tomada la muestra se introdujo en un frasco de 20 ml y se mezcló con 9 ml de agua, para después agitarlo y extraer 1 ml del contenido, el cual se introdujo en otro frasco de 20 ml, se agregaron otros 9 ml de agua y la mezcla se agitó, finalmente 1 ml de esa última dilución se colocó en una caja de petri de 9 cm de diámetro, donde se añadió 1 ml de azul de metileno al 50% y 2 ml de una mezcla de 245 ml de alcohol al 96% y 5 ml de tintura de yodo al 2%, con la finalidad de resaltar los microgusanos y que estos permanecieran estáticos, se agitó suavemente para que no hubiera espacios en la caja de petri sin *Microgusano* (*P. redivivus*). Por debajo de la caja de petri se colocó una plantilla de color negro con cuadrícula de 0.25 cm² y se observó al microscopio estereoscópico. Sólo se contó una cuarta parte de la caja de petri, para después multiplicar por cuatro y obtener la población presente de microgusanos (*P. redivivus*) en una dilución de 1/100 = 0.01 ml o ml⁻². Dicho procedimiento se

realizo cada cuatro días, a partir del tercer día y en siete ocasiones. Pasados los 30 días se recolectaron los cultivos en su totalidad, se analizó su contenido nutrimental, a fin de compararlo con el contenido nutrimental de los medios de cultivo sin microgusano (*P. redivivus*), previamente analizado, en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica (DBNAB) de la FMVZ - UNAM, determinando Materia Seca (MS), Humedad (Hum), Proteína Bruta (PB), Extracto Etéreo (EE), Fibra Bruta (FB) y Cenizas (Cen), con los resultados se calculó la cantidad de Elementos Libres de Nitrógeno (ELN) $ELN = MS - (PC + FC + EE + Cen)$ y Nutrimientos Digestibles Totales (TND) $TND = PC (0.75) + EE (0.9) (2.25) + FC (0.5) + ELN (0.9)$.

Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar con diez tratamientos (medios de cultivo), y cinco repeticiones (cajas de cultivo). Las muestras se mantuvieron en condiciones similares de ventilación, iluminación y temperatura ambiente.

Para el siguiente modelo:

Donde: $Y_{ij} = \mu_i + T_{ij} + e_{ij}$

Y = cambio poblacional de Microgusano (*P. redivivus*) como variable de respuesta.

μ_i = media poblacional.

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

e_{ij} = error aleatorio.

La diferencia entre medias se evalúa mediante una prueba de Tukey con $\alpha=0.05$

RESULTADOS

Conteo Poblacional del microgusano *Panagrellus redivivus*.

Después de haber inoculado el microgusano (*P. redivivus*) y esperar 4 días para tomar el primer muestreo y subsecuentes, se observó un crecimiento favorable del microgusano (*P. redivivus*) en todos los medios de cultivo; sin embargo, se presentó gran variabilidad dentro del mismo tratamiento donde el número de microgusano (*P. redivivus*) no siguió una curva normal, siendo esta alterna ($P < 0.05$). Figura 4.

Se desconoce por completo el por qué el número de microgusano (*P. redivivus*) no aumentó conforme el tiempo prueba; sin embargo esto pudo ser debido al mismo ciclo de vida del microgusano (*P. redivivus*) en donde, son liberadas cada 24 a 72 horas de 10 a 40 crías por hembra durante 20 a 25 días.

Se considera por tanto que el número de hembras en un medio de cultivo estará en función del medio de cultivo y número de días; se podría afirmar que el número de microgusano (*P. redivivus*) nunca será el mismo de un día a otro.

La comparación entre tratamientos de igual forma resulto significativa ($P < 0.5$) lo que indica que independientemente del medio de cultivo el número de microgusano (*P. redivivus*) variara de una fecha a otra de muestreo; no obstante la cantidad de nutrientes y humedad favorecen en cierta medida el crecimiento de microorganismos. En la Figura 2 se puede observar que la avena, trigo, avena + zanahoria, avena + trigo + zanahoria y avena + trigo + soya se comportaron de manera similar ($P > 0.05$) en cuanto a conteo de microgusano (*P. redivivus*) se refiere. (Cuadro 3).

Un comportamiento similar se encontró entre soya y la combinación avena + trigo + soya + zanahoria.

Sin embargo al comparar zanahoria con soya, avena + trigo y avena + trigo + soya + zanahoria se encontró el menor crecimiento ($P < 0.05$) de microgusano (*P. redivivus*) comparado con zanahoria. Por el mal olor que presentó el medio de cultivo con soya y el bajo crecimiento que presentaron los medios de cultivo que incluyeron soya en su composición, se manifiesta que la soya no es un buen medio de cultivo para el microgusano (*P. redivivus*).

De igual forma para el desarrollo del microgusano (*P. redivivus*) la combinación avena + trigo no es favorable como medio de cultivo de microgusano (*P. redivivus*), obteniendo mejor reproducción del microgusano (*P. redivivus*) cuando estas harinas se utilizan solas como medio de cultivo.

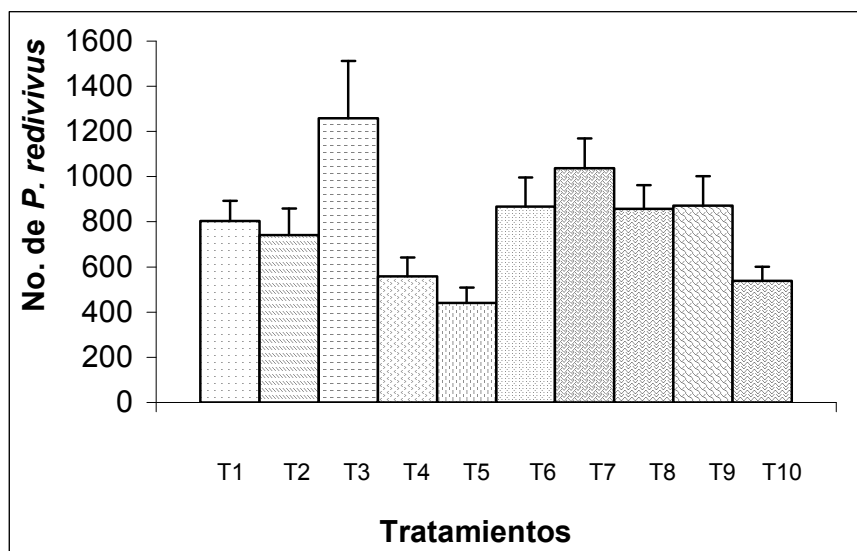


Figura 4. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en siete conteos de los diez tratamientos. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos $P < 0.05$.

Hojuela de avena

Se puede observar que la avena como medio de cultivo produjo del conteo 2 al 7 un conteo superior 500 microgusanos (*P. redivivus*) / ml⁻², sin embargo la mejor época para cosechar del mismo resultado en los conteos 5 y 7 donde se encontraron más de 1,250 – 1,400 microorganismos / ml⁻² siendo esto significativo al compararlo dentro de los 7 conteos de muestreo ($P < 0.05$). Figura 5, Cuadro 4.

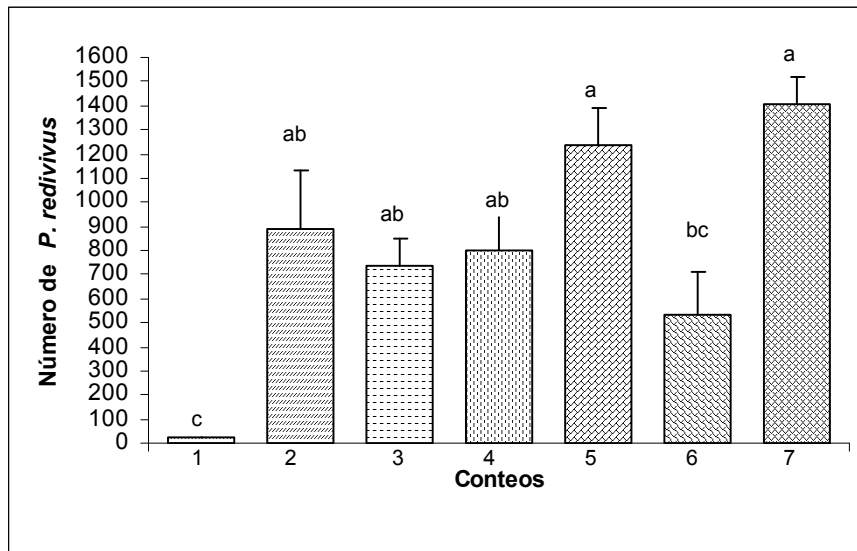


Figura 5. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T1 (avena 100%) en siete conteos.

Cuando la avena fue mezclada con trigo al 50% la tendencia en cuanto a crecimiento fue menor al compararlo con avena al 100% al reportar en 5 de 7 observaciones conteos inferiores a 500 microgusanos (*P. redivivus*) / ml⁻² lo que indica que la combinación de avena + trigo no siempre resulta benéfica en el crecimiento de microgusano (*P. redivivus*) (Figura 6), no obstante al muestreo 6 (24 días) se observó un crecimiento similar al encontrado con avena 100% del 5 al 6 conteo ($P < 0.05$). Cuadro 5.

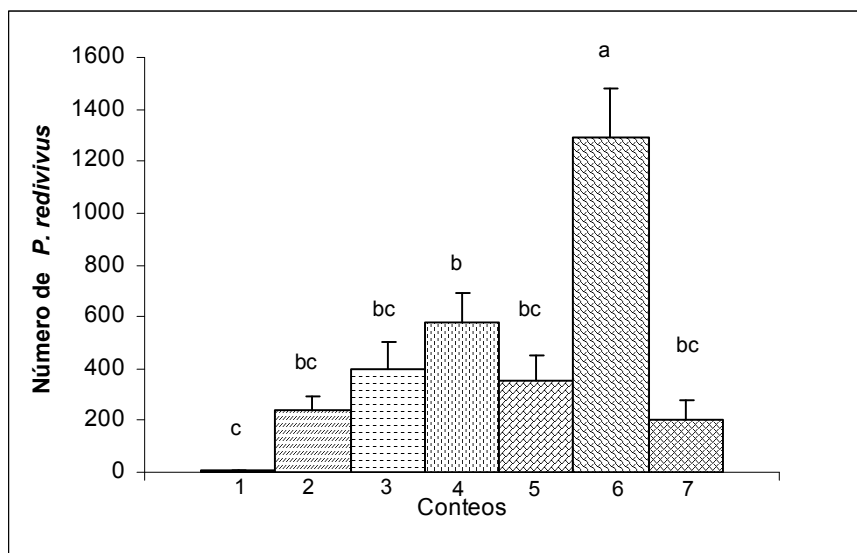


Figura 6. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del T5 (avena 50 % y trigo 50%) en siete conteos.

Al mezclar avena con zanahoria en una proporción 50:50 se observó un crecimiento creciente durante las 6 primeras muestras ($P < 0.05$) (Cuadro 6), siendo la mejor época para la cosecha el muestreo 6 similar a la combinación avena + trigo 50:50 y avena 100%. Figura 7.

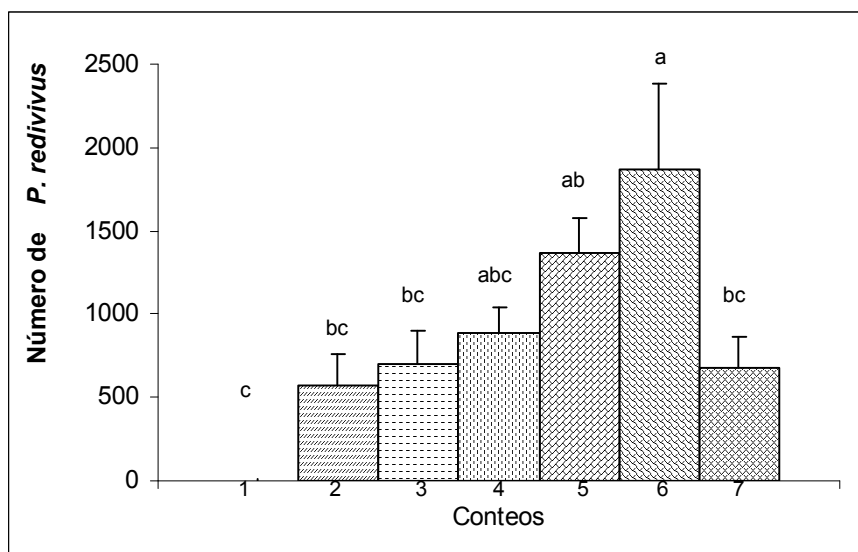


Figura 7. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T6 (avena 50 % y zanahoria 50%) en siete conteos.

Cuando avena se combino al 33% con otros sustratos, nuevamente el efecto se repitió siendo mejor época para la cosecha de microgusano (*P. redivivus*) el muestreo 6 (24 días) existiendo en promedio el mismo número de microgusano (*P. redivivus*) que en avena 100% y avena 50%. Figura 8 y Cuadro 7.

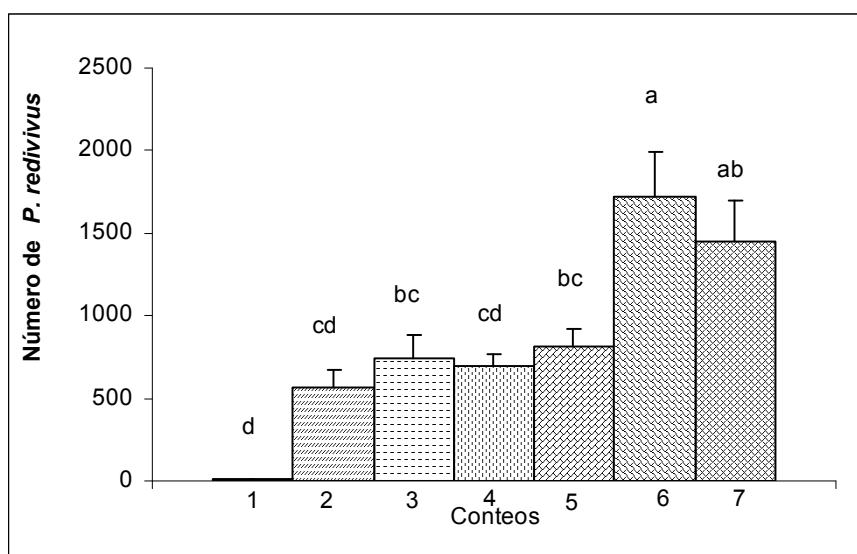


Figura 8. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T8 (avena 33.3%, trigo 33.3% y zanahoria 33.3%) en siete conteos.

Una vez más al tener solo un 25% de avena en el sustrato o medio de cultivo (Figura 9 y Cuadro 8) se encontró que el mayor crecimiento de microgusano (*P. redivivus*) se dio al sexto muestreo (24 días) sin embargo este no fue similar al compararlo con avena 100%, avena 50% y avena 33%.

Lo que indica que avena resulta excelente medio de cultivo para el microgusano (*P. redivivus*) cuando esta forma parte del sustrato en una concentración del 33% al 100% ya que una menor cantidad de avena en el sustrato reduce el crecimiento de microgusanos (*P. redivivus*) al sexto muestreo; mismo que resulta de importancia para la cosecha del microgusano (*P. redivivus*).

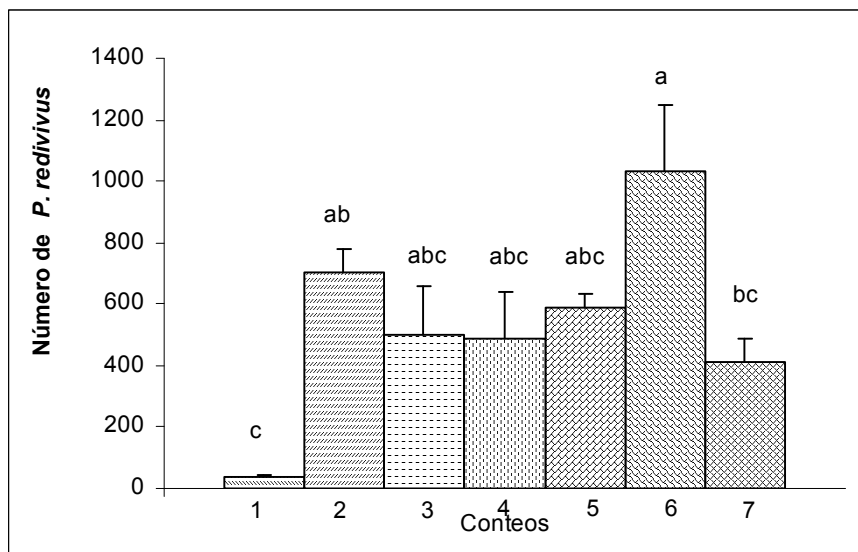


Figura 9. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T10 (avena 25%, trigo 25%, zanahoria 25% y soya 25%) en siete conteos.

Zanahoria fresca en rodajas

El uso de zanahoria como medio de cultivo para microgusano (*P. redivivus*) resulto benéfico del muestreo 3 al 7 dando más de 800 microgusanos (*P. redivivus*) / ml⁻² crecimiento que se mantuvo constante del muestreo 1 al 6 ($P > 0.5$) (Cuadro 9) sin embargo el microgusano (*P. redivivus*) al muestreo 7 (28 días) resulto ser el más favorable medio de cultivo para microgusano (*P. redivivus*) con más de 4,300 microgusanos (*P. redivivus*) / 100. Figura 10.

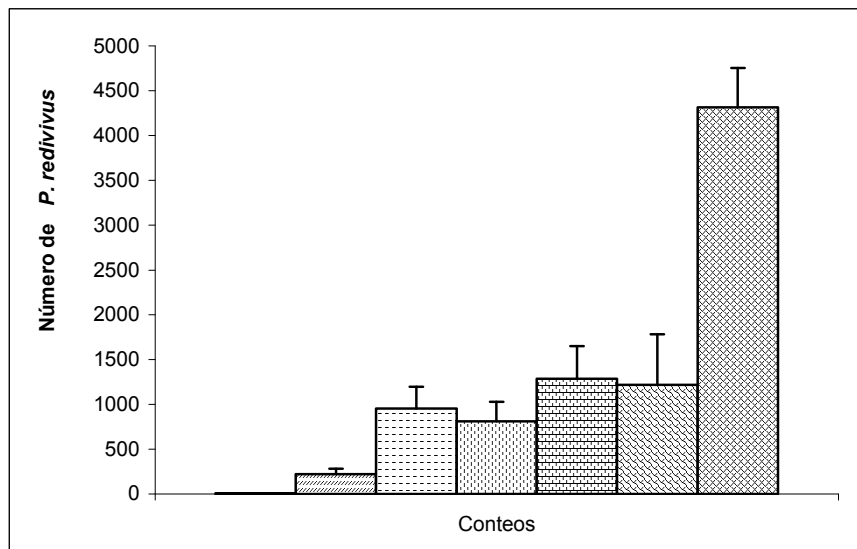


Figura 10. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T3 (zanahoria 100%) en siete conteos.

Cuando zanahoria fue incluida al 50% en el medio de cultivo se observó un crecimiento superior a 600 microgusanos (*P. redivivus*) / ml² durante las 6 fechas de muestreo no obstante se observó que se redujo el tiempo para obtener la mejor cosecha del microgusano (*P. redivivus*), encontrándose esta entre el muestreo 4 y 5 (16 – 20 días de cultivo); el cual fue similar cuando se utilizó avena como sustrato en 100, 50 y 33% de la mezcla, solo que esta alcanza el máximo crecimiento en el muestreo 6 (24 días) $P < 0.05$. Figura 11 y Cuadro 10.

Zanahoria al 25% no resultó favorable para el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*) y zanahoria al 50% solo resultó benéfica en combinación con avena al 6° muestreo (24 días). Figuras 3 y 9.

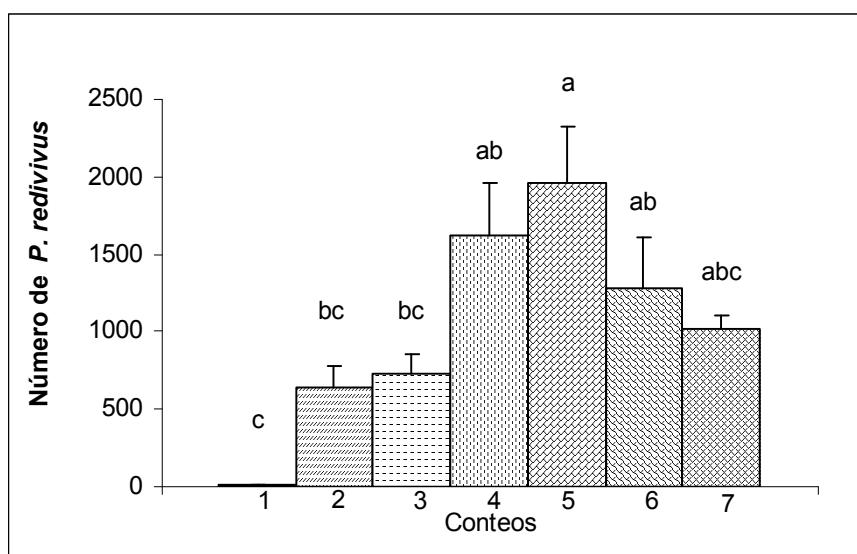


Figura 11. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T7 (trigo 50% y zanahoria 50%) en siete conteos.

Soya extrurizada pulverizada

Al utilizar soya como medio de cultivo para el crecimiento de microgusano (*P. redivivus*) se observó un efecto desfavorable para el mismo, contando menos de 600 microgusanos (*P. redivivus*) / ml² en 6 de las 7 muestras.

Soya resultó favorable sobre crecimiento al séptimo muestreo con 1,400 microgusanos (*P. redivivus*) / ml² similar al uso de avena y zanahoria solo que a mayor número de días. Figura 12 y Cuadro 11.

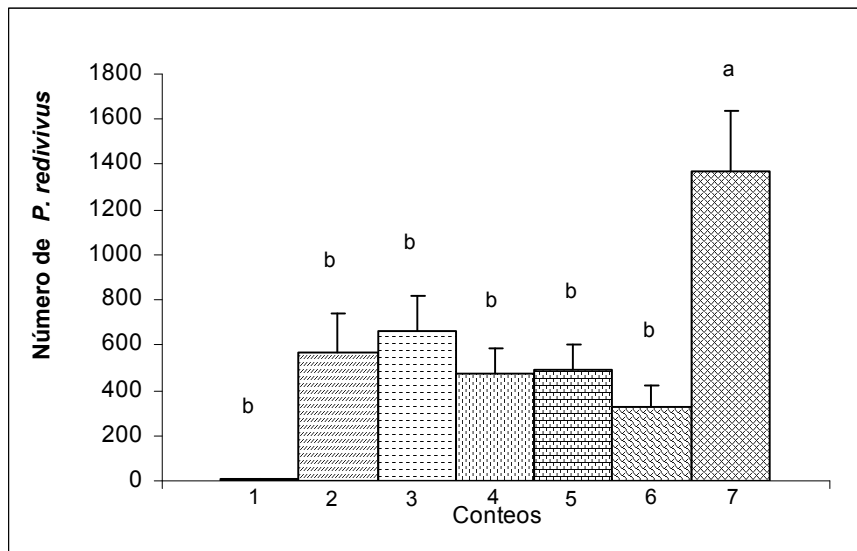


Figura 12. Promedio ± EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T4 (soya 100%) en siete conteos.

Soya al 33% en combinación con avena y trigo reporto un crecimiento mayor a 100 microgusanos (*P. redivivus*) / ml² para 3 de 7 observaciones siendo estas 8, 24 y 28 días no obstante nunca alcanzan los valores encontrados con avena 100, 50 y 33% al sexto muestreo, ni con el uso de zanahoria 100% a los 28 días y zanahoria 30% a los 16 y 20 días. Figura 13 y Cuadro 12.

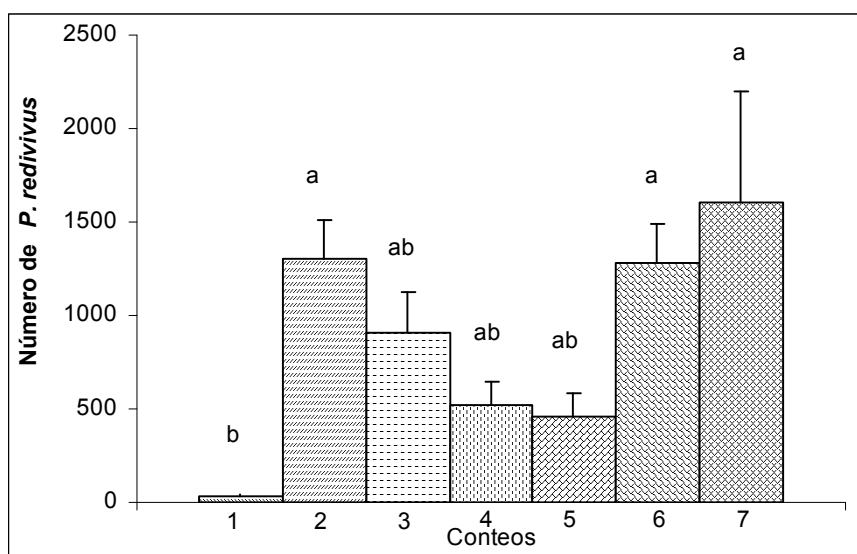


Figura 13. Promedio ± EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T9 (avena 33.3%, trigo 33.3% y soya 33.3%) en siete conteos.

Harina de trigo

Finalmente trigo 100% reporto el mejor conteo a los 28 días con 1,700 microgusanos (*P. redivivus*) / ml⁻² similar al uso de avena 100, 50 y 33% a los 24 días zanahoria 100 a los 28 días y zanahoria 50 a los 16 y 20 días; mismo que es comparable con soya a los 28 días. Figura 14 y Cuadro 13.

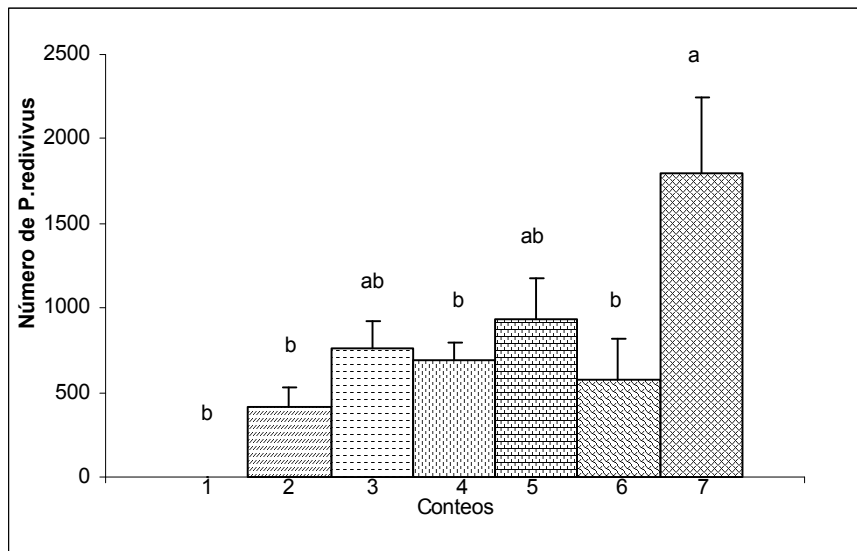


Figura 14. Promedio \pm EE del crecimiento poblacional del microgusano (*P. redivivus*) en el T2 (trigo 100%) en siete conteos.

Composición nutrimental

Materia seca

Como puede observarse en la Figura 15 la cantidad de materia seca disminuyó en todos los tratamientos por efecto del crecimiento del microgusano, lo que podría indicarnos que el microgusano (*P. redivivus*) aprovecha en diferente manera el medio de cultivo para expresar su crecimiento.

El menor efecto en la materia seca sobre el crecimiento de microgusano (*P. redivivus*) se observó cuando el medio de cultivo fue trigo y la combinación de esta con avena en una proporción 50:50, donde la reducción de la materia seca por efecto del crecimiento del microgusano (*P. redivivus*) fue del 59% en promedio. El cual al sexto muestreo (24 días) presentó arriba de 1,200 microgusanos (*P. redivivus*) / ml⁻² ($P < 0.01$) siendo el mejor medio de cultivo para el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*).

De igual manera se puede observar que cuando la zanahoria se utilizó como medio de cultivo para el microgusano (*P. redivivus*) el contenido de materia seca fue el menor dentro de todos los tratamientos utilizados, lo cual está dentro de lo normal para las características propias de la zanahoria, sin embargo se contempla la proporción de materia seca antes y después del crecimiento, se observa una disminución de esta en un 60% manteniéndose el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*) durante todo el estudio, presentando el máximo crecimiento en el sexto conteo (24 días).

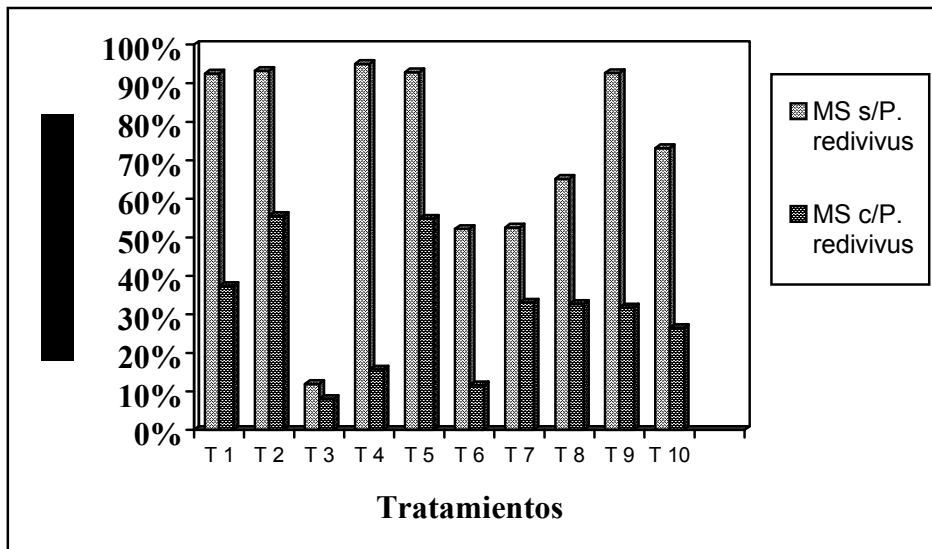


Figura 15. Comparación de la MS de los medios de cultivo al inicio y al final de la investigación, sin y con microgusano (*Panagrellus redivivus*), respectivamente.

Se puede comentar que el microgusano (*P. redivivus*) es un alimento vivo con un contenido de humedad que fluctúa entre 40 y 88% dependiendo el medio de cultivo utilizado, factor que resulta de importancia para calcular la cantidad de alimento a ofrecer. Figura 16.

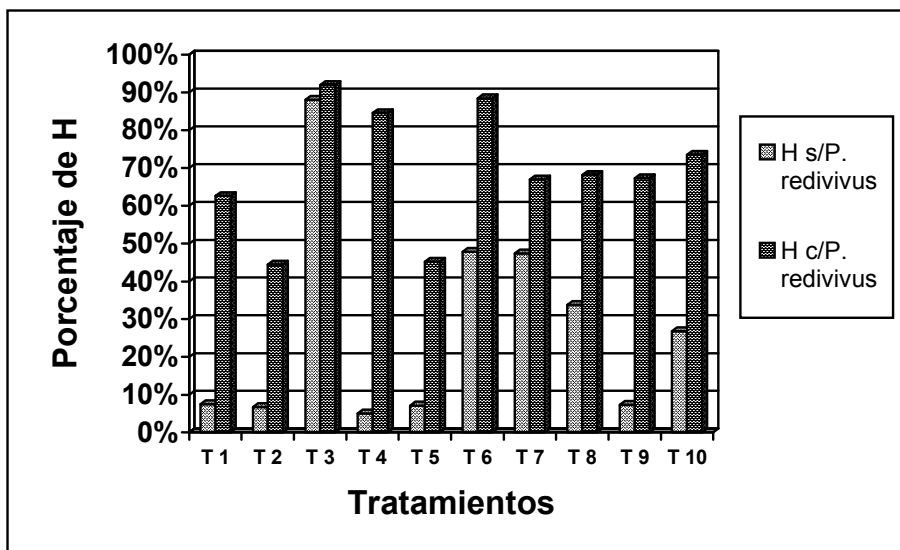


Figura 16. Comparación del contenido de humedad en distintos medios de cultivo al inicio y final de la investigación, sin y con microgusano (*Panagrellus redivivus*), respectivamente.

Proteína cruda

La proteína reportada para el análisis químico proximal, indica que esta paso de ser de origen vegetal a animal. La mayor diferencia en proteína se observó en los tratamientos que tenían 100% de zanahoria como medio de cultivo la cual incrementó 270%. Cuando la zanahoria se combinó con avena en una proporción 50:50 el incremento fue de 137% PC, de 79.95% con trigo y menos del 84% cuando la mezcla fue menor al 50%.

El contenido de proteína bruta en los diferentes medios de cultivo analizados incrementó al aumentar la población de microgusano (*P. redivivus*) a lo largo de la prueba, de acuerdo a estos resultados es posible inferir que la zanahoria favorece un mayor crecimiento del microgusano (*P. redivivus*), además de ser la mejor alternativa para cambiar proteína vegetal por animal. Figura 17.

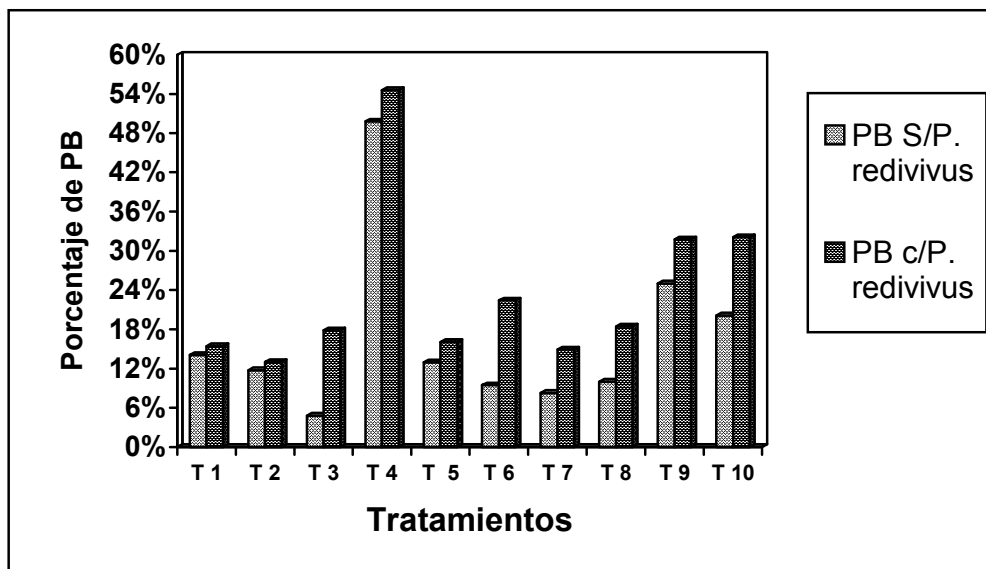


Figura 17. Comparación del contenido promedio de proteína bruta (Base Seca) en distintos medios de cultivo al inicio y final de la investigación sin y con microgusano (*Panagrellus redivivus*), respectivamente.

Extracto etéreo

La cantidad de grasa por efecto del crecimiento del microgusano (*P. redivivus*) se incremento por arriba del 50% en 4 de 10 medios de cultivo utilizados (avena, avena + trigo + zanahoria, avena + trigo + soya, avena + trigo + zanahoria + soya) sin embargo cuando se utilizo trigo, avena + trigo o zanahoria sola se encontró una disminución en el contenido energético del microgusano (*P. redivivus*) no obstante el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*) no se vio afectado.

Si bien la soya tuvo la mayor diferencia en cuanto a extracto etéreo en el microgusano (*P. redivivus*) 3,000% de esta no resulto favorecer el crecimiento del mismo. Figura 18.

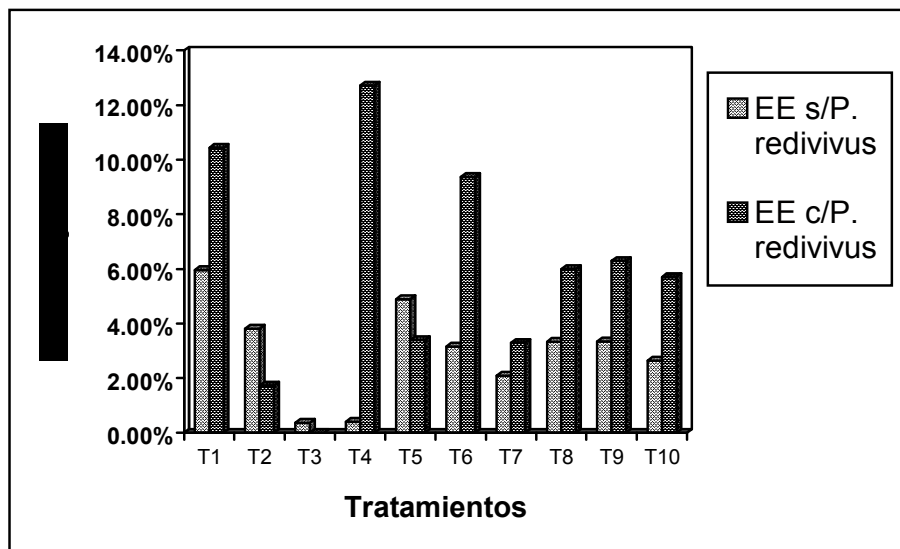


Figura 18. Comparación del contenido de extracto etéreo (Base Seca) en distintos medios de cultivo al inicio y final de la investigación, sin y con *Panagrellus redivivus*, respectivamente.

Cenizas

El contenido de cenizas como se observa en la Figura 19 no tuvo gran variación ni este afecto el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*).

Para el cultivo de zanahoria se observa que el crecimiento de microgusano (*P. redivivus*) agoto la cantidad de cenizas contenidas en la misma; lo que posiblemente se debió al bajo contenido de materia seca presente en la zanahoria, ya que este no se vio afectado cuando la zanahoria fue mezclada con otros sustratos en diferentes proporciones.

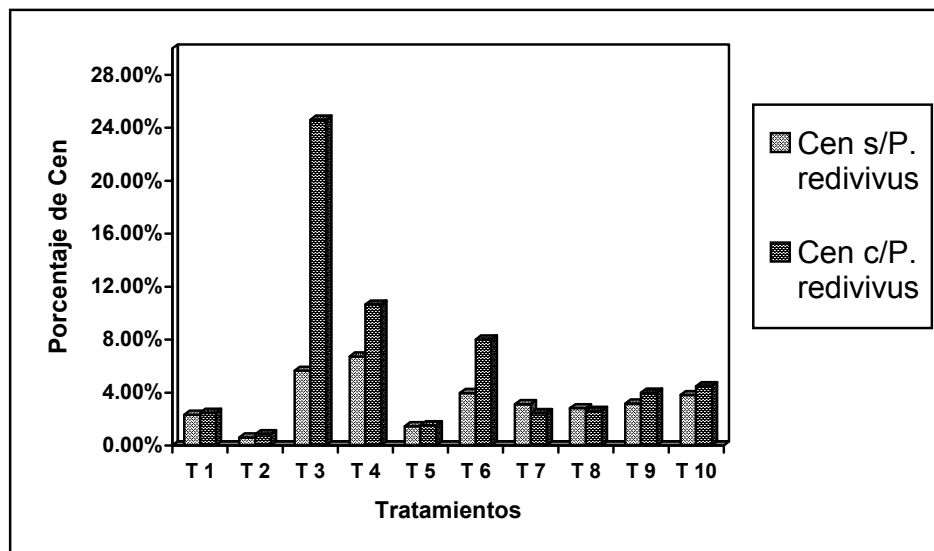


Figura 19. Comparación del contenido de cenizas (Base Seca) en distintos medios de cultivo al inicio y final de la investigación, sin y con microgusano (*Panagrellus redivivus*), respectivamente.

Fibra bruta

Para 8 de 10 medios de cultivo el contenido de fibra bruta incremento, sin embargo es lógico pensar que al disminuir la cantidad de materia seca en el medio se concentra la cantidad de fibra bruta presente, sin embargo para trigo y zanahoria se podría decir que el microgusano (*P. redivivus*) utilizo parte de esta como medio para favorecer su crecimiento; el cual se explica por el agotamiento total de la misma. Figura 20.

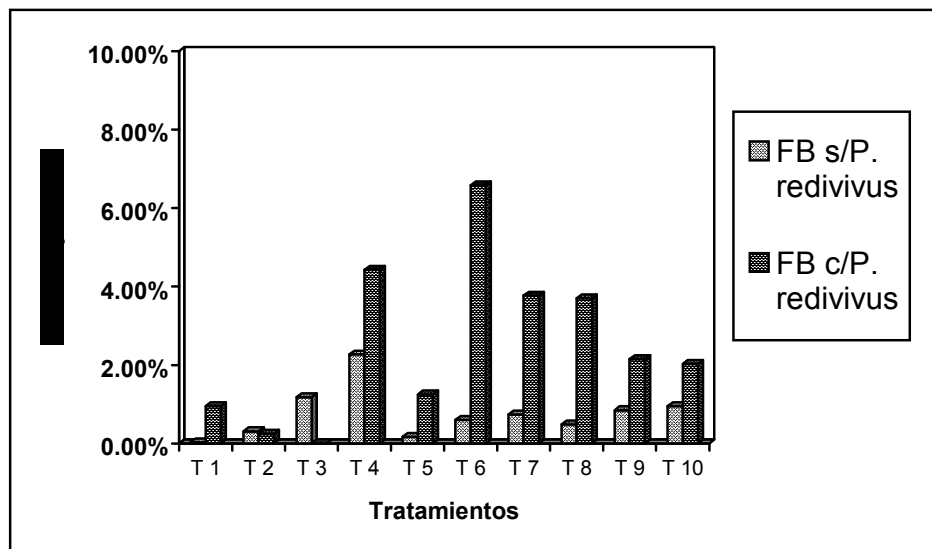


Figura 20. Comparación del contenido de fibra bruta (Base Seca) en distintos medios de cultivo al inicio y final de la investigación, sin y con microgusano (*Panagrellus redivivus*), respectivamente.

Elementos libres de nitrógeno

Al obtener por fórmula el contenido de estos, estará en función de las observaciones antes descritas.

Total de nutrientes digestibles

Se puede observar que independientemente de la cantidad encontrada en los principios inmediatos del análisis químico proximal (PC, EE, Cen, FC) (Cuadros 14 y 15) el valor de TND no se vio afectado encontrándose este, entre 84.76 y 96.82% para soya y avena respectivamente; lo que indica que el contenido de materia seca del sustrato se relaciona con TND. Figura 21.

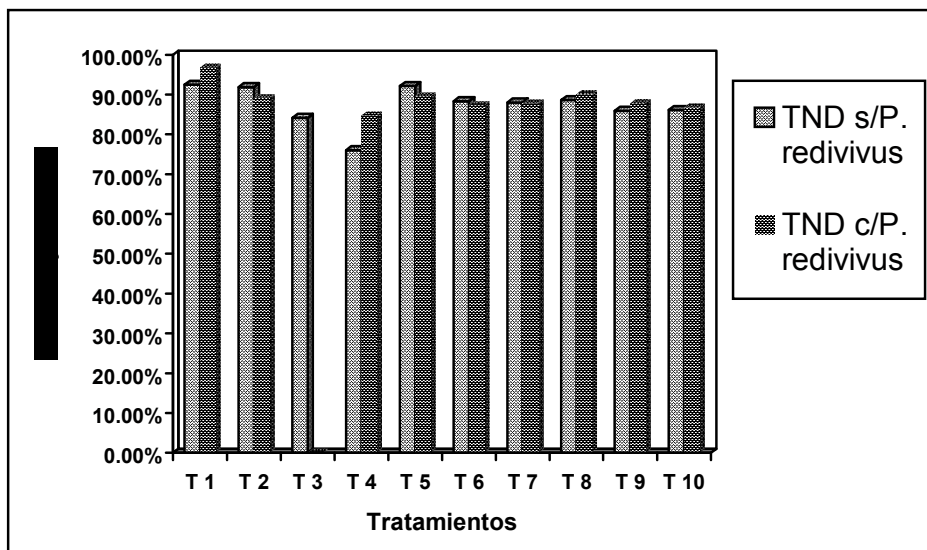


Figura 21. Comparación del contenido de nutrientes digestibles totales (Base Seca) en distintos medios de cultivo al inicio y final de la investigación, sin y con microgusano (*Panagrellus redivivus*), respectivamente.

DISCUSIÓN

El crecimiento y calidad nutricional del microgusano (*P. redivivus*) bajo las condiciones del presente estudio se vio beneficiado por los medios de cultivo utilizados.

Para avena Schlechtriem y colaboradores (2003)¹³, reportan que después de utilizar 200 g de harina de avena en 1 l de agua y adicionar 0.8% de sal marina recolectaban 390 millones de microgusano (*P. redivivus*) por litro, pero cuando este lo enriquecieron con aceite de girasol el crecimiento se incremento a 729 millones de microgusano (*P. redivivus*), por cifra, no concordando con el presente estudio pues al sembrar 158 microgusanos (*P. redivivus*) /ml² se colectaron 1,250 microgusanos (*P. redivivus*) /ml² que indica que el medio de cultivo si influye sobre el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*); sin necesidad de incluir grasa.

De la misma manera Kumlu *et al* (1998)¹⁴ reportan un crecimiento variable con diferentes medios de cultivo; tras inocular 2,000 microgusanos (*P. redivivus*) /ml¹ e incubar por 22 días, sin embargo para su estudio se inoculo de manera extra aceite de diferente o ninguno, lo cual no ocurrió en el presente estudio pero si se observo la influencia del medio de cultivo sobre el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*) por tanto se puede mencionar que la calidad nutrimental del microgusano (*P. redivivus*) se ve influenciada por el medio de cultivo donde para extracto etéreo se pudo observar que el contenido del mismo limito en cierta medida el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*) efecto que se puede corroborar con el estudio realizado por Rouse *et al* (1992)¹⁵, Jakangard *et al* (2001)¹⁶ y Schletriem *et al* (2004)³ quienes observaron que el perfil nutritivo del

microgusano varía en función de la composición nutricional del medio de cultivo utilizado.

Por tanto es importante hacer notar que la cantidad de proteína en un alimento vivo depende de los sustratos utilizados,^{18, 19, 20} resultando favorable la combinación de base, combinada con alguna otra fuente que enriquezca el medio de cultivo.^{21, 22, 23}

Para Análisis Químico Proximal como se comentó en el capítulo de resultados se puede notar una marcada diferencia entre los principios inmediatos del alimento, sin embargo y para cuestiones del presente estudio no se midió el análisis químico proximal del microgusano (*P. redivivus*) como tal por lo que se desconoce como el medio de cultivo influyó sobre la calidad nutritiva de este.

CONCLUSIONES

El medio de cultivo influyo sobre el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*).

El mejor momento para cosechar el microgusano (*P. redivivus*) es a los 24 días.

La cantidad de humedad presente en el medio de cultivo influye de manera determinante en el crecimiento del microgusano (*P. redivivus*).

El número de microgusano (*P. redivivus*) /ml⁻¹ se ve afectado por el número de días al muestreo.

Se cree necesario la adición de fuentes extras de nutrientes, mismas que mejoren el perfil nutritivo del mismo.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente experimento se recomienda reproducir *P. redivivus* en cultivo de zanahoria 100% o en combinación 50:50 o 33% ya sea con avena o trigo y enriquecerla con distintos ingredientes que sean ricos en grasa, proteína, vitaminas y minerales, a fin de cubrir los requerimientos nutricionales para crías de peces.

BIBLIOGRAFÍA

1. FAO.2003^a, Fisheries technical paper 361. [en línea] 2003^a [citada 2007 Marzo].
Disponibile en: <http://www.fao.org/W3732E/w3732e0y.htm>.
2. Shields R, Bell J, Luizi F, Gara B, Bromage N, Sargent J. Natural copepod are superior to enriched *Artemia nauplii* as feed for halibum larvae (*Hippoglossus hippoglossus*) in terms of survival, pigmentation and retinal morphology: relation to dietary essential fatty acids. Nutrition J. 1999; 129: 1186-1194.
3. Schlechtriem C, Ricci M, Focken U, Becker K. Mass produced nematodes *Panagrellus redivivus* as live food rearing carp larvae: preliminary results. Acuacultur J. 2004; 35: 547-551.
4. Martty H. Alimentación de peces ornamentales. 1^a ed. Albatros. Buenos Aires , Argentina 1987; 5, 26-27, 38-40.
5. Velu C, Munuswamy N. Nutritional evaluation of decapsulated cysts of fairy shrim (*Streptocephalus dichotomus*) for ornamental fish larval rearing. Acuaculture J. 2003; 34: 967-974.
6. Castro T B, De Lara R A, Castro G, Mejía J, Malpica A S. Alimento vivo en la acuicultura. UAM Xochimilco. 2003; 27-33.

7. Dabrowski K. Influence of initial weight during the change from live to compound feed on the survival and growth of four cyprinids. *Aquacultur J.* 1984; 40: 27-40.
8. Castro G. Técnicas de cultivo de especies planctónicas e invertebrados útiles para la acuicultura. 1a ed. UAM Xochimilco y la Secretaria de Educación. 2004; 21-29.
9. Castro T B, Alimento vivo para organismos acuáticos, Ed AGT, México 2003; 1-80.
10. Lara R, Castro T., Castro G, Castro J. La importancia de los nematodos de vida libre. UAM-Xochimilco 2003.
11. Ricci M, Fifi A, Ragni A, Schlechtriem C, Focken U. Developmen of a low cost technology for mass production of the free.living nematode *Panagrellus redivivus* as an alternative live food for first feeding fish larvae. *App. Microbiol. Biotech.* 2003; 60: 556-559.
12. Santiago C, Gonzal A, Ricci M, Harpaz S. Response of bighead carp *Aristichthys nobilis* and Asain catfish *Clarias macrocephalus* larvae to free-living nematode *Panagrellus redivivus* as alternative feed. *Ichthyology J.* 2003; 19: 239-243.

13. Cryan S, Hansen E, Martín M, Sayre F, Yawood E. Axenic cultivation of the dioecious nematode *Panagrellus redivivus*. *Nematodologica J.* 1963; 9: 313-319.
14. Schlechtriem C, Ricci M, Focken U, Becker K. The suitability of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* as live food for first-feeding larvae. *Ichthyology J.* 2003; 20: 161-168.
15. Kumlu M, Fletcher DJ, Fisher CM. Larval pigmentation, survival and growth of *Penaeus indicus* fed the nematode *Panagrellus redivivus* enriched with astaxanthin and various lipids. *Aquaculture Nutrition J.* 1998; 4: 193-200.
16. Rouse D B, Webster C D, Radwin I A. Enhancement of the fatty acid composition of the nematode *Panagrellus redivivus* using three different media. *World Aquacult. Soc. J.* 1992 23: 89-95.
17. Jahangard A, Kamarudin M S, Saad C R, Sijam K, Razak A R A. Changes in growth, survival, and fatty acids composition of silver barb (*Puntius gonionotus*, Bleeker) larvae fed on different live foods. *Memorias de 6th Asian Fisheries Forum*; 2001 November 25-30; Kaohsiung Taiwan. National Sun Yat-Sen University,. *Book of Abstracts.* 2001; 110.
18. Santiago C, Ricci M, Reyes-Lampa. Effect of nematode *Panangrellus redivivus* density on growth, survival, feed consumption and carcass composition of bighead carp *Aristichthys nobilis* (Richardson) larvae. *A ppl. Ichthyol. J.* 2004; 20:22-27.

19. Kumlu M. Physiology of decapod crustacean larvae with special reference to diet. (tesis de doctorado). Bangor, UK. University of Wales, 1995.
20. Rottmann R W, Shireman J V, Lincoln E P. Comparison of three live foods and two dry diets for intensive culture of grass carp and bighead carp larvae. *Aquacult. J.* 1991; 96:269-280.
21. Kahan D, Apple Z. The value of *Panagrellus* sp. (Nematoda) as food for fish. *Eur. Symp. Mar. Biol. Ostend Belgium*, Sept. 1975; 1:243-253.
22. Bredenbach J M, Smith L L, Thomsen T K, Lawrence A L. Use of nematode *Panagrellus redivivus* as an *Artemia* replacement in a larval penaeid diet. *World Aquacult. J.* 1989; 20(2) 61-71.
23. Kumlu M, Fletcher D J. The nematode *Panagrellus redivivus* as an alternative live feed for larval *Penaeus indicus*. *Aquaculture Israeli J.* 1997; 49 (1)12-18.

CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales para crías del Pez gato de canal, Carpa común y Tilapia.

	Pez gato de canal	Carpa común	Tilapia
Proteína	32-36%	31-38%	35-40%
Arginina	4.3%	4.3%	4.2%
Histidina	1.5%	2.1%	1.72%
Isoleucina	2.6%	2.5%	3.11%
Leucina	3.5%	3.3%	3.39%
Lisina	5.1%	5.7%	5.4%
Metionina	2.3%	3.1%	2.68%
Fenilalanina	5.0%	6.5%	3.75%
Treonina	2.0%	3.9%	3.75%
Triptofano	0.5%	0.8%	1.00%
Valina	3.0%	3.6%	2.80%

Cuadro 2. Volumen de agua en mililitros administrado a los cultivos durante el estudio.

Tratamientos	1er Día	2o Día	3er Día	1er Conteo	2o Conteo	3er Conteo	4o Conteo	5o Conteo	6º Conteo	7º Conteo	TOTAL
T1 R1	10	15	40	15	40	20	30	30	25	20	245
T1 R2	15	15	45	20	40	15	35	30	35	20	270
T1 R3	15	15	20	20	35	15	35	30	20	20	225
T1 R4	15	15	25	15	35	30	35	35	35	20	260
T1 R5	15	15	20	25	40	20	35			20	190
T2 R1			20	20	35	20	40	30	30	20	215
T2 R2			20	15	40	40	40	20	40	20	235
T2 R3			20	30	40	30	40	20	40	20	240
T2 R4			25	35	40	20	45	20	40	20	245
T2 R5			25	25	40	20	40	20	35	20	225
T3 R1					20		30	20	20	20	110
T3 R2					20		20	20	20	20	100
T3 R3					20	20	20	20	20	20	120
T3 R4					20		20	20	20	20	100
T3 R5					20		30	20	20	20	110
T4 R1	60	30	50	35	40	10	20		30	20	295
T4 R2	60	30	50	35	20	10		20	30	20	275
T4 R3	60	30	50	20	40	10	20	30	30	20	310
T4 R4	60	30	50	20	40	10	30	20	30	20	310
T4 R5	60	30	50	15	40	10	20	20	30	20	295
T5 R1			15	20	30	20	30	20	20	20	175
T5 R2				20	20	15	30	30	20	20	155
T5 R3				10	20	10	30	30	20	20	140

T5 R4				25	20	15	30	30	20	20	160
T5 R5			15	20	20	40	30	30	20	20	195
T6 R1				20	30		30	35	40	30	185
T6 R2				20	20	20	35	40	40	40	215
T6 R3				20	20	20	20	35	40	40	195
T6 R4				20	20	30	40	40	40	40	230
T6 R5				20	20	30	30	35	40	40	215
T7 R1				20	20	40	30	30	40	20	200
T7 R2				20	20	30	30	35	40	30	205
T7 R3				20	20	30	30	35	35	20	190
T7 R4				20	20	20	30	35	35	30	190
T7 R5				20	40	35	40	30	35	30	230
T8 R1				35		20	40	40	20	30	185
T8 R2				30		30	40	35	20	30	185
T8 R3				30		30	40	35	30	40	205
T8 R4				40		30	40	40	30	30	210
T8 R5				20		30	40		20	20	130
T9 R1	10	10	40	20		20	40	30	20	20	210
T9 R2	10	10	30	20		20	25	30	20	20	185
T9 R3	10	10	35	20		20	30	30	20	20	195
T9 R4	10	10	40	30		20	35	30	20	20	215
T9 R5	10	10	20	30		20	30	30	20	20	190
T10 R1		10	50	30		35	40	25	20	20	230
T10 R2		10	40	35	20	30	35	30	20	20	240
T10 R3		10	20	40		30	30	30	20	20	200
T10 R4		10	20	30	20	30	30	30	20	20	210
T10 R5		10	40	40	20	30	30	30	30	20	250

Cuadro 3. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar de 10 tratamientos.

Tratamiento	Crecimiento poblacional	Desviación estandar	Error estándar
1 (Avena)	803 abc	527,73	89,20
2 (Harina de trigo)	741 abc	697,36	117,87
3 (Zanahoria)	1258 a	1500,70	253,66
4 (Soya)	558 bc	495,93	83,83
5 (Avena y Harina de trigo)	439 c	410,79	69,44
6 (Avena y zanahoria)	868 abc	758,55	128,22
7 (Harina de trigo y zanahoria)	1037 ab	782,26	132,23
8 (Avena, harina de trigo y zanahoria)	858 abc	623,36	105,37
9 (Avena, harina de trigo y soya)	872 abc	764,60	129,24
10 (Avena, harina de trigo, zanahoria y soya)	538 bc	379,11	64,08

Cuadro 4. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 1.

Media	Desviación estándar	Error estándar
21.00	4.528	2.02
887.20	551.416	246.60
736.00	243.179	108.75
798.40	310.659	138.93
1237.60	338.072	151.19
532.00	403.703	180.54
1408.00	256.780	114.84

Cuadro 5. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 5.

Media	Desviación estandar	Error estandar
5.20	0.837	0.37
244.00	101.705	45.48
398.40	242.744	108.56
580.00	242.586	108.49
352.80	212.704	95.12
1294.40	420.653	188.12
200.80	171.474	76.69

Cuadro 6. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 6.

Media	Desviación estandar	Error estandar
5.00	2.35	1.05
571.20	428.56	191.66
696.80	454.24	203.14
890.40	330.10	147.62
1364.80	487.21	217.89
1870.40	1138.80	509.29
677.60	411.35	183.96

Cuadro 7. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 8.

Media	Desviación estandar	Error estandar
10.60	2.966	1.33
568.80	223.256	99.84
744.00	308.221	137.84
692.00	157.099	70.26
813.60	229.026	102.42
1721.60	602.240	269.33
1452.00	538.301	240.74

Cuadro 8. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 10.

Media	Desviación estandar	Error estandar
36.80	18.700	8.36
703.20	175.713	78.58
503.20	350.752	156.86
488.80	339.475	151.82
587.20	102.972	46.05
1033.60	481.212	215.20
412.80	166.118	74.29

Cuadro 9. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 3.

Media	Desviación estándar	Error estándar
5.60	2.07	0.93
219.20	140.15	62.68
952.80	538.70	240.91
811.20	489.34	218.84
1286.40	817.83	365.75
1216.00	1269.83	567.89
4314.40	978.22	437.47

Cuadro 10. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 7.

Media	Desviación estandar	Error estándar
14.20	5.848	2.62
646.40	283.360	126.72
724.00	295.202	132.02
1626.40	755.172	337.72
1955.20	830.226	371.29
1277.60	739.738	330.82
1013.60	214.170	95.78

Cuadro 11. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 4.

Media	Desviación estándar	Error estándar
9.80	4.550	2.03
568.80	386.837	173.00
659.20	359.882	160.94
477.60	233.831	104.57
492.00	255.186	114.12
325.60	211.936	94.78
1373.60	587.868	262.90

Cuadro 12. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 9.

Media	Desviación estandar	Error estandar
28.40	22.98	10.28
1305.60	458.35	204.98
907.20	490.11	219.19
520.80	284.55	127.26
463.20	258.88	115.77
1278.40	473.52	211.76
1601.60	1335.95	597.45

Cuadro 13. Crecimiento poblacional promedio con su desviación estándar y error estándar del tratamiento 2.

Media	Desviación estándar	Error estándar
3.40	1.14	0.51
416.80	244.84	109.50
764.00	349.55	156.32
695.20	211.35	94.52
932.80	546.09	244.22
579.20	531.28	237.60
1795.20	1021.67	456.90

Cuadro 14. Análisis Químico Proximal de 10 tratamientos.

Tratamiento	MS	H	PB	EE	Cen.	FB	ELN	TND
1	37,39%	62,61%	15,44%	10,43%	2,46%	0,95%	70,72%	96,82%
2	55,58%	44,42%	12,97%	1,73%	0,85%	0,25%	84,20%	89,14%
3	8,08%	91,92%	17,83%	0%	24,60%	0%	0%	0%
4	15,75%	84,55%	54,58%	12,72%	10,65%	4,43%	17,62%	84,76%
5	54,82%	45,18%	16,05%	3,40%	1,53%	1,25%	77,77%	89,54%
6	11,57%	88,43%	22,43%	9,37%	8,00%	6,58%	53,61%	87,34%
7	33,07%	66,94%	14,90%	3,29%	2,45%	3,77%	75,61%	87,75%
8	31,83%	68,17%	18,43%	6,00%	2,62%	3,70%	69,25%	90,15%
9	32,73%	67,27%	31,74%	6,29%	4,01%	2,15%	55,81%	87,84%
10	26,52%	73,48%	32,10%	5,70%	4,48%	2,03%	55,70%	86,76%

MS = Materia seca

H = Humedad

PB = Proteína Bruta

EE = Extráto Etereo

Cen = Cenizas

FB = Fibra Bruta

ELN = Elementos Libres de Nitrógeno

TND = Total de Nutrientes Digestibles

Cuadro 15. Resultado del Análisis Químico Proximal en los distintos tratamientos antes y después del experimento sin y con microgusano (*P. redivivus*), respectivamente.

Tratamiento	M.S.	H.	P.B. B100	E.E. B100	CEN. B100	F.C. B100	E.L.N. B100	T.N.D. B100
T 1 antes	92,49%	7,51%	14,09%	5,96%	2,32%	0,03%	77,60%	92,49%
T 1 después	37,39%	62,61%	15,44%	10,43%	2,46%	0,95%	70,72%	96,82%
T 2 antes	93,27%	6,73%	11,76%	3,82%	0,61%	0,31%	83,50%	91,86%
T 2 después	55,58%	44,42%	12,97%	1,73%	0,85%	0,25%	84,20%	89,14%
T 3 antes	11,95%	88,05%	4,81%	0,37%	5,64%	1,18%	87,99%	84,15%
T 3 después	8,08%	91,92%	17,83%	0%	0,00%	0%	0%	0%
T4 antes	95,00%	5,00%	49,79%	0,41%	6,72%	2,27%	40,81%	76,04%
T 4 después	15,75%	84,55%	54,58%	12,72%	10,65%	4,43%	17,62%	84,76%
T 5 antes	92,84%	7,12%	12,92%	4,89%	1,46%	0,17%	80,55%	92,17%
T 5 después	54,82%	45,18%	16,05%	3,40%	1,53%	1,25%	77,77%	89,54%
T 6 antes	52,22%	47,78%	9,45%	3,16%	3,98%	0,60%	82,79%	88,32%
T 6 después	11,57%	88,43%	22,43%	9,37%	8,00%	6,58%	53,61%	87,34%
T 7 antes	52,61%	47,39%	8,28%	2,09%	3,12%	0,74%	85,74%	88,00%
T 7 después	33,07%	66,94%	14,90%	3,29%	2,45%	3,77%	75,61%	87,75%
T 8 antes	65,23%	33,74%	10,00%	3,34%	2,82%	0,49%	82,18%	88,59%
T 8 después	31,83%	68,17%	18,43%	6,00%	2,62%	3,70%	69,25%	90,15%
T 9 antes	92,64%	7,36%	25,01%	3,35%	3,17%	0,85%	66,61%	85,92%
T 9 después	32,73%	67,27%	31,74%	6,29%	4,01%	2,15%	55,81%	87,84%
T 10 antes	73,18%	26,82%	20,11%	2,64%	3,82%	0,95%	72,48%	86,11%
T 10 después	26,52%	73,48%	32,10%	5,70%	4,48%	2,03%	55,70%	86,76%

MS = Materia seca

H = Humedad

PB = Proteína Bruta

EE = Extráto Etereo

Cen = Cenizas

FB = Fibra Bruta

ELN = Elementos Libres de Nitrógeno

TND = Total de Nutrientes Digestibles