

**EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN Y EL CRECIMIENTO DEL CAMARÓN DE
AGUA DULCE *Gammarus lacustris* EN EL MUNICIPIO DE MÁLAGA,
SANTANDER**

CARLOS EDUARDO MUÑOZ RÍOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2015**

**EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN Y EL CRECIMIENTO DEL CAMARÓN DE
AGUA DULCE *Gammarus lacustris* EN EL MUNICIPIO DE MÁLAGA,
SANTANDER**

CARLOS EDUARDO MUÑOZ RÍOS

**Trabajo de grado para optar al título de
Zootecnista**

**Directora
FALLON YAMILE RIAÑO JIMÉNEZ
M.Sc., Zootecnista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
MÁLAGA
2015**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios primeramente, por la bendición de la vida y el regalo de mis padres quienes ha sido el motor y artífices de este logro, ya que gracias a su sacrificio y dedicación han hecho de mí la persona que hoy día soy, me inculcaron valores y respeto para con mis semejantes, han sido mi ejemplo y orgullo.

Igualmente de manera muy especial agradezco a mi directora de trabajo de grado, la profesora **FALLON YAMILE RIAÑO**, quien creyó en mí, en mi propuesta y me apoyo para que hoy pueda estar acá terminado mi carrera, mil gracias profesora, y a todos quienes me apoyaron y colaboraron a lo largo de mi carrera, bendiciones para todos.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACION	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO REFERENCIAL	17
4.1 MARCO TEÓRICO	17
4.1.1 Alimento vivo	17
4.1.2 Plancton	18
4.1.3 Fitoplancton	18
4.1.4 Zooplancton	19
4.1.5 Camarón (Gammarus Lacustris)	21
4.1.6 Parámetros de cultivo	22
4.1.7 Reproducción	22
4.1.8 Alimentación	22
4.2 MARCO LEGAL	23
4.3 MARCO CONCEPTUAL	24
5. DISEÑO METODOLÓGICO.	26
5.1 LOCALIZACIÓN	26
5.2 TIPO DE ESTUDIO	26
5.2.1 Fase de campo No. 1	26
5.2.2 Fase de campo No. 2	27

5.2.3 Fase de análisis	27
5.3 INDIVIDUOS EXPERIMENTALES	27
5.4 CONDICIONES EXPERIMENTALES	27
5.5 DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS	28
5.6 MANEJO EXPERIMENTAL	29
5.7 VARIABLES A EVALUAR	29
5.8 DISEÑO ESTADÍSTICO	30
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	31
6.1 FASE DE CAMPO NO. 1	31
6.2 FASE DE CAMPO NO. 2	32
6.2.1 Sobrevivencia	32
6.2.2 Talla	34
7. CONCLUSIONES	36
8. RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFIA	38

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema general de las interacciones biológicas que implican al zooplancton	20
Figura 2. Clasificación taxonómica	21
Figura 3. Porcentaje de sobrevivencia en los tratamientos evaluados.	33
Figura 4. Talla promedio (mm) de los individuos experimentales en los tratamientos evaluados.	34

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características climáticas del municipio de Málaga	26
Tabla 2. Descripción de tratamientos	29
Tabla 3. Porcentaje de supervivencia al día 28, de acuerdo a la talla en cada uno de los tratamientos evaluados.	33

RESUMEN

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN Y EL CRECIMIENTO DEL CAMARÓN DE AGUA DULCE *Gammarus lacustris* EN EL MUNICIPIO DE MÁLAGA, SANTANDER.*

AUTORES: CARLOS EDUARDO MUÑOZ RÍOS. **

PALABRAS CLAVES: CAMARÓN, ALIMENTO VIVO, PLANCTON, FITOPLANCTON, ZOOPLANCTON

DESCRIPCIÓN:

El propósito de este trabajo se focaliza en el estudio del camarón *Gammarus lacustris*, un crustáceo diminuto adaptado a ambientes con bajas temperaturas, su rápida reproducción, su alto valor nutritivo, su fácil mantenimiento y lo más importante el bajo costo que se tiene en la producción de estos animales son una alternativa de complemento alimenticio para la cría de peces tanto de consumo como ornamentales.

La piscicultura es una actividad creciente en la provincia de García Rovira, y la presente investigación busca precisamente evaluar la adaptación de este crustáceo en la zona, a fin de que a futuro pueda ser implementado como suplemento nutricional en la cría y producción de alevines, logrando minimizar los costos de producción.

La prueba de adaptación consistió en una evaluación preliminar en dos municipios, donde se logró en la primera fase una adaptación exitosa pues se pudo observar el crecimiento y adaptación de los animales. En la segunda fase se evaluaron dos niveles de densidad de siembra, encontrándose altos índices de mortalidad a lo largo del ensayo. Actualmente la investigación depende de su dinámica de crecimiento natural, la cual expresa en los primeros meses un rápido crecimiento poblacional decayendo posteriormente de manera drástica, esto dificulta una constante producción de la especie y por ende limita la disponibilidad de oferta alimenticia en la cría de peces

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Directora: Fallón Yamile Riaño Jiménez, Zootecnista.

ABSTRACT

TITLE: ADAPATATION AND GROWTH OF FRESHWATER SHRIMP *Gammarus Lacustris* EVALUATION, IN MÁLAGA TOWN – SANTANDER..*

AUTHORS: CARLOS EDUARDO MUÑOZ RÍOS. **

KEYWORDS: SHRIMP, FRESHWATER, GROWTH, ECONOMIC EXPLOITATION, ZOOPLANKTON ORGANISM, FISH FARMING, PHYTOPLANKTON, AND ADAPTATION.

DESCRIPTION:

The aim of this project focus on the study of *Gammarus lacustris* shrimp a tiny crustacean adapted in the environment of low temperatures. Its fast reproduction, its high nutritional value, its easy maintenance and the most important the low cost in the production of these animals which will be a better alternative of dietary supplement for fish breeding both consumption and ornamental.

Fish farming is a growing activity in the province of Garcia Rovira, and this research looks for evaluating the adaptability of this crustacean in the area in order to be implemented as a nutritional supplement for breeding in the future, achieving to minimize the production costs.

The adaptive test consisted of a preliminary assessment in two municipalities, which was achieved a successful adaptation on the first phase because we could see the growth and the adaptation of the animals. In the second phase two levels of density were evaluated, finding high rates of mortality throughout the trial. Currently the research depends on the dynamics of natural growth, which expresses in the first months later rapid population growth declining drastically, this makes a constant production of the species and thus limits the availability of food supply in fish farming.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Directora: Fallón Yamile Riaño Jiménez, Zootecnista.

INTRODUCCIÓN

La categoría de alimento vivo dentro de la acuicultura la constituyen principalmente diferentes especies de fitoplancton y de zooplancton, los cuales son una fuente de alimento de excelente calidad para especies filtradoras y para especies en etapas fisiológicas que requieren alimentos de importante valor nutricional. De esta manera, dentro del ciclo productivo las etapas de larvicultura y de alevinaje son los periodos de mayor exigencia nutricional, en los cuales, es posible el suministro de alimento vivo y de alimento balanceado comercial, por ello en los sistemas de producción de especies ornamentales y de algunas especies para consumo, la oferta de alimento vivo hace parte obligada de los protocolos de alimentación, favoreciendo mejores tasas de crecimiento, sobrevivencia y bienestar animal. Es así, que los productores se ven en la necesidad de mantener una producción alterna (natural o artificial) de fitoplancton y de zooplancton, para suplir los requerimientos nutricionales.

El alimento vivo cumple con las características que los peces necesitan para su buen desarrollo, aportando vitaminas, minerales y proteínas óptimas para su crecimiento, además por su atractiva apariencia y movimientos estimula el instinto de caza lo cual favorece el mejor desempeño en cautiverio.

1. PROBLEMA

Dentro de la variada oferta de organismos zooplanctónicos se encuentran especies de pequeños crustáceos como el camarón *Gammarus lacustris*, de los cuales se reconoce su importante aporte de nutrientes para la cría de peces, pero se desconoce los parámetros de su dinámica poblacional y de requerimientos de hábitat para su mantenimiento, lo cual hace difícil establecer sistemas de producción alternos que soporten la demanda alimenticia de los peces en crecimiento.

Una de las problemáticas a las que se enfrentan los piscicultores es la falta de información con respecto al sistema de cría de diferentes organismos zooplanctónicos que integran los protocolos de alimentación, para lo cual se ha reconocido como primera medida la importancia de promover el crecimiento del fitoplancton que a su vez desencadena el crecimiento y desarrollo de zooplancton, este, de acuerdo a su óptimo desarrollo servirá como alimento vivo para larvas o alevinos.

Los productores que disponen de estanques en tierra (cuerpos de agua artificiales) dependen de las poblaciones naturales de zooplancton existentes en ellos, las cuales pueden variar según las condiciones climáticas y de manejo; mientras que en aquellos sistemas donde no se dispone de poblaciones naturales, se deben mantener producciones alternas en sistemas de producción un poco más artificiales, las cuales tienden a ser muy variables debido al desconocimiento de sus requerimientos. Bajo estas condiciones se hace necesario identificar las necesidades de hábitat, densidad de siembra y de alimento que permitan establecer protocolos de cría de estos organismos en cautiverio.

Por lo anterior se ha seleccionado al camarón *Gammarus lacustris*, especie usada actualmente para la cría de especies ornamentales, caracterizada por su rápido crecimiento, reproducción y adaptación a temperaturas frías, haciéndolo un ejemplar idóneo como suplemento alimenticio para especies bien sea de consumo u ornamental. Sin embargo existe un limitado número de reportes de sus sistemas de cría en cautiverio. Actualmente se depende de su dinámica de crecimiento natural, la cual expresa en los primeros meses un rápido crecimiento poblacional decayendo posteriormente de manera drástica, esto dificulta una constante producción de la especie y por ende limita la disponibilidad de oferta alimenticia en la cría de peces.

2. JUSTIFICACION

En acuicultura, uno de los factores limitantes es la obtención y producción de alimentos que cubran todos los requerimientos para las especies de cultivo. El alimento vivo está conformado por un grupo de organismos planctónicos (fitoplancton y zooplancton), que constituyen la unidad básica de producción del material orgánico. La importancia del plancton en piscicultura es mayor durante las fases de larvicultura y alevinaje, siendo independiente de la estrategia alimenticia del pez durante su vida adulta, ya que son organismos caracterizados por poseer un alto valor nutricional y son utilizados en su mayoría sin experimentar ningún proceso que haga disminuir su valor nutritivo original. El conocimiento y control de los parámetros ambientales óptimos en los cultivos de fitoplancton y zooplancton es muy importante, ya que no sólo permiten la supervivencia y desarrollo de los organismos en cultivo, sino la implementación de estrategias alimentarias integradas a los cultivos de especies objetivo.

El estado nutricional es uno de los factores determinantes en el crecimiento de los peces o crustáceos. Es nuestro deber, como profesionales del programa de Zootecnia, aportar dicho conocimiento para facilitar y contribuir a optimizar e implementar nuevas alternativas de alimentación, con el fin de que los pequeños, medianos y grandes productores de la provincia tengan la oportunidad de hacer de su explotación una producción rentable.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la adaptación y el crecimiento del camarón de agua dulce *Gammarus Lacustris*, bajo dos densidades de siembra diferentes.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el proceso de adaptación de camarón *Gammarus lacustris*, bajo condiciones controladas.

Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre la tasa de mortalidad del camarón *Gammarus lacustris*.

Evaluar el crecimiento del camarón *Gammarus lacustris* bajo dos densidades de siembra diferentes.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 Alimento vivo: Es aquel alimento que tiene cualidades que no tiene un alimento inerte, como es el movimiento, que estimula ser atrapado por el depredador; el color, que es atractivo para su captura; la calidad nutritiva ya que, los organismos que se aprovechan como alimento y que se cultivan, contienen la cantidad y la calidad de nutrientes indispensables para el adecuado crecimiento de las especies en el agua (Castro y otros, 2003)¹. Por otra parte, (Prieto y otros, 2013)² el alimento vivo tiene la cualidad de no afectar la calidad del agua, debido a que este es consumido antes de que llegue al fondo, sin causar ningún tipo de descomposición, a diferencia del alimento inerte. El alimento vivo es el grupo de organismos que componen el plancton (fitoplancton y zooplancton), el cual constituye la unidad básica de producción del material orgánico en los ecosistemas acuáticos. El valor nutricional del alimento vivo es variable en función del tamaño, alimento usado en su cultivo, digestibilidad y composición química de las diferentes especies.

El alimento vivo es un recurso de gran valor nutricional para el cultivo de peces, debido a que constituye una cápsula nutritiva que contiene los elementos básicos de una dieta balanceada y no sólo es estimado por ser fisiológicamente una forma

¹ CASTRO BARRERA, Thalía;...[y otros]. Alimento vivo en la acuicultura. [Online] México: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, 2003. p 27. [Consultado en Marzo 2014] Disponible en: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n48ne/acuicultura.pdf>

² PRIETO GUEVARA, Martha; ...[y otros]. Efecto de tres tipos de presas vivas en la larvicultura de bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*). [Online] En: Revista MVZ Córdoba, 2013. vol 18 p 3790.[Consultado en Marzo 2014] Disponible en: <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-183/v18n3a07.pdf>

valiosa de nutrimento, sino también un factor conductual importante (Luna et al, 2010)³. Se ha planteado a modo de hipótesis en numerosos trabajos, que el alimento vivo es mejor digerido que las dietas inertes, debido principalmente a una batería extra de enzimas que haría que este tipo de alimento se digiriera a sí mismo generando un proceso de autólisis. Sin embargo, recientes trabajos han sugerido que las enzimas presentes en el alimento vivo son escasas y no intervienen de manera significativa en la digestión de las larvas (Rodríguez, 2009)⁴.

4.1.2 Plancton: en el ambiente pelágico existe un grupo ecológico bien diferenciado, el plancton. Está representado por todos los organismos que viven suspendidos en el agua e independientes del fondo. Sin embargo, son organismos que por su débil capacidad de natación, no pueden superar los movimientos de las corrientes. De manera que son transportados pasivamente con las corrientes, a la deriva. Dependiendo de su nutrición se distinguen el fitoplancton o plancton vegetal y el zooplancton o plancton animal (Landines y colaboradores, 2007)⁵.

4.1.3 Fitoplancton: el fitoplancton es capaz de sintetizar su propio alimento. Al igual que la mayoría de plantas, fijan carbono por medio del proceso fotosíntesis, a partir del agua, gas carbónico y energía luminosa. La importancia del fitoplancton es evidente ya que la tierra está compuesta por tres cuartas partes de agua. El 95% de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton. Este constituye

³ LUNA FIGUEROA, J.; VARGAS, Z. T. de J.; FIGUEROA, T. J. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). [Online] En: Avances en Investigación Agropecuaria, 2010. vol. 14. p. 63 [consultado en mayo 2014]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83715746005>

⁴ RODRÍGUEZ AGUILERA, Andrés. Avances y perspectivas en microdietas para larvas de peces.[online] En: Revista AquaTIC, 2009. vol 30 p.2. [Consultado en mayo 2014] Disponible en: http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/30_01.pdf

⁵ LANDINES PARRA, Miguel Angel; SANABRIA OCHOA, Ana Isabel; DAZA, Piedad Victoria. Producción de peces ornamentales en Colombia. [Online] Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2007 p.27. [consultado en abril 2014] Disponible en: http://www.aunap.gov.co/files/Produccion_de_peces_ornamentales_en_Colombia.pdf

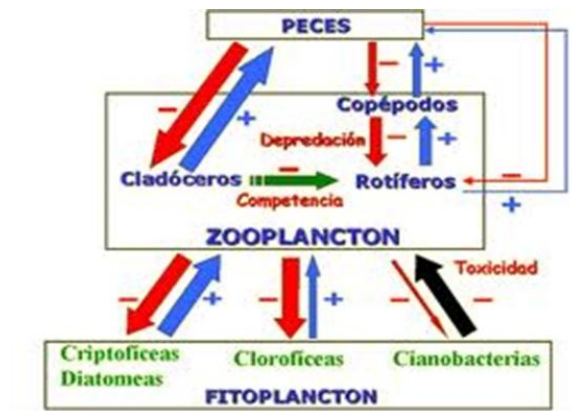
la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema marino. Está constituido principalmente por algas unicelulares microscópica.

4.1.4 Zooplancton: el zooplancton, está constituido por organismos heterótrofos que no pudiendo sintetizar su propio alimento, la obtienen del medio exterior mayormente por ingestión del fitoplancton. Muchos de ellos representan los consumidores primarios o herbívoros del océano. Sin embargo también dentro del zooplancton se encuentran consumidores secundarios o carnívoros como los crustáceos, quetognatos y larvas de peces.

Estructura de las comunidades de zooplancton: interacciones planctónicas: en consecuencia, la sucesión de especies era generalmente considerada como el resultado de la diferente tolerancia ecológica a varios factores ambientales abióticos, tales como la intensidad de la luz y la densidad del agua o la viscosidad (Conde y otros 2004)⁶. En décadas más recientes los ecólogos del plancton han mostrado un interés creciente en el estudio de las interacciones bióticas, la competencia por recursos comunes y la depredación por invertebrados, manifestando su importancia en la regulación de las comunidades acuáticas. Un resumen esquemático de dichas interacciones se refleja en la Figura 1.

⁶ CONDE PORCUNA J.M.; RAMOS RODRÍGUEZ, E.; MORALES BAQUERO, R. El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lenticos. [Online] En: Revista Científica Ecológica y Medio Ambiente, 2004. vol 13. p.1 [consultado en abril 2014] Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/204>

Figura 1. Esquema general de las interacciones biológicas que implican al zooplancton



Fuente: CONDE PORCUNA, J.M ,2004.

*las flechas con mayor grosor indican un mayor efecto relativo.

El desarrollo de las poblaciones de zooplancton no solo va a depender de la cantidad de alimento disponible sino también de su calidad. La diferente calidad nutricional de los diferentes taxones de algas sugiere que el zooplancton estará limitado por la calidad nutricional de las comunidades fitoplanctónicas cuando estas no estén sumamente dominadas por diatomeas o criptofíceas, u otros grupos de algas de alta calidad nutricional. En los sistemas acuáticos y terrestres el nitrógeno y el fósforo pueden encontrarse en concentraciones más bajas en las plantas que en los herbívoros y, en consecuencia, los nutrientes de la dieta pueden limitar el crecimiento y la reproducción de estos organismos. Dentro del zooplancton, los rotíferos son más sensibles a la limitación de fósforo que los crustáceos. En sistemas oligotróficos, las entradas atmosféricas de fósforo y las diferencias en las cuencas de captación pueden controlar la abundancia de los organismos zoo planctónicos en una escala regional. En consecuencia, y paradójicamente, en sistemas acuáticos el zooplancton podría desarrollarse mejor bajo limitación de nutrientes en el medio dependiendo del tipo de población fitoplanctónica dominante.

4.1.5 Camarón (*Gammarus Lacustris*)

Generalidades: Son un grupo de pequeños crustáceos que suelen pasar desapercibidos para la mayoría de las personas. Esto se debe a que son organismos de colores oscuros y claros que no suelen sobrepasar los 2 cm de tamaño y poseen una gran capacidad para camuflarse en el medio en el que habitan. Se encuentran entre las algas u otras estructuras artificiales, alimentándose fundamentalmente de detritus, formando agregados de un alto número de individuos, y desempeñando varias funciones en el ecosistema como la de servir de alimento a muchas otras especies animales. Estas características hacen que estos individuos puedan ser fácilmente cultivados bajo condiciones controladas y puedan usarse como un alimento alternativo para la producción de especies de interés comercial en acuicultura, cuyas primeras fases de crecimiento en condiciones naturales necesitan de estos organismos para poderse alimentar. Como todos los camarones, también estos poseen un elevado porcentaje de fibra y proteínas en lo que los convierte en un buen alimento para la mayoría de los peces. También se puede adquirir liofilizado, congelando o deshidratado (Baeza y Pageo, 2012)⁷.

Figura 2. Clasificación taxonómica

Phyllum	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Amphipoda
Familia	Gammaridae
Genero	Gammarus

⁷ BAEZA Elena; PAGEO Rojano. Crustáceos anfípodos: una alternativa al alimento vivo usado tradicionalmente en acuicultura. [online] Sevilla, España: Universidad de Sevilla, Facultad de Biología, 2012. P 64-65 [consultado abril 2014] Disponible en: http://hombreyterritorio.org/chronica_naturae/num2/archivos/chronicanaturae2_64_2012.pdf

4.1.6 Parámetros de cultivo:

Temperatura: Entre un rango de 0 a 20° C, son bastantes resistentes asegurando que entre más fría sea el agua, casi llegando a su punto de congelación el *Gammarus* aumenta su reproducción.

Oxígeno: El *Gammarus* no necesita una fuente externa constante de oxígeno, ya que en clima frío se cuenta con aguas ricas en oxígeno, y por su pequeño tamaño sus demandas de este gas son mínimas.

Las plantas como la lenteja de agua se usan como refugio para los *Gammarus*, ya que es un filtro natural manteniendo el agua libre de bacterias y parásitos.

Luz: El *Gammarus* es un animal que no soporta muy bien la luz directa.

4.1.7 Reproducción: su reproducción es de la siguiente manera, el macho sujeta a la hembra durante una semana aproximadamente, luego el macho la suelta teniendo ya en ese momento la hembra todo el abdomen lleno de huevos que empiezan a colorear. De una semana a 10 días después, los huevos cambian de color naranja y de ahí nacen las crías midiendo 1mm y son de color transparente. Aproximadamente en 10 días ya se distinguen las crías y empiezan a nadar por toda la superficie y están de 2mm o más, con un tono grisáceo uniforme. En un mes ya es posible diferenciar si es macho o hembra ya que la hembra es más clara que el macho⁸.

4.1.8 Alimentación: la alimentación del *Gammarus* es sencilla, ya que se alimentan de materia orgánica, animales en descomposición y algunos insectos. Actualmente, la poca literatura reporta que el *Gammarus* acepta además algunas verduras y frutas, pero con ciertas restricciones, especialmente en cuanto a la

⁸ SUTCLIFFE, D. W. Reproduction in *Gammarus* (*Crustacea, Amphipoda*): basic processes. [Online] England: Freshwater Biological Association, 1987. P.102. [consultado en abril 2014]. Disponible en: <http://aquaticcommons.org/4533/1/DWSutcliffe.pdf>

cantidad y a la presentación se refiere, ya que este tipo de ingredientes se descomponen con rapidez alterando la calidad del agua generando la necesidad de recambios diarios lo cual perjudica la formación de algas benéficas para los animales.

Varios investigadores han estudiado el contenido nutricional de los anfípodos, sobre todo de los gammáridos ya que son muy ricos en ácidos grasos poli-insaturados y omega 3.

Estos ácidos grasos poli-insaturados se encargan de mantener la estructura y la función de las membranas celulares y son unos precursores muy importantes de varios compuestos bioactivos en vertebrados, invertebrados y plantas. Son beneficiosos para la alimentación de las larvas de peces y crustáceos, ya que se les requiere para el crecimiento normal somático, la supervivencia, el desarrollo neuronal, la pigmentación y la reproducción. Los gammáridos, además de poseer un alto nivel de ácidos grasos de poli-insaturados, también poseen altos valores de proteínas, por lo que han sido probados como fuente alternativa en la elaboración de piensos para peces, principalmente para salmón, mero, bacalao truchas y peces ornamentales⁹.

4.2 MARCO LEGAL

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) y el Comité Técnico No. 48 encargado de la Normalización del sector Pesquero y Acuícola y Crustáceos, han trabajado en el desarrollo de una serie de documentos técnicos dentro de los cuales se encuentran:

GTC 157:2007: Es la Guía para la aplicación de un sistema de trazabilidad en el sector de productos de la pesca y de la acuicultura, abarca la producción, proceso

⁹ Ibid. p. 21

y comercialización de los mismos en todas sus presentaciones. De la misma forma asegura la trazabilidad de los insumos que se incorporen en las fases del proceso productivo acuicultor o de pesca.

La Norma Técnica Colombiana NTC 5700:2008, Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA)¹⁰, define los requisitos generales y las recomendaciones que sirven de orientación a los productores, tanto para el mercado nacional como para el de exportación, con el fin de mejorar las condiciones de la producción acuícola.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Acuicultura: cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. La actividad de cultivo implica la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores, etc. La actividad de cultivo también presupone que los individuos o asociaciones que la ejercen son propietarios de la población bajo cultivo.

Alevino: estado larval de peces desde la eclosión hasta el final de la dependencia del vitelo como fuente de nutrición. A menudo este término está restringido de la dependencia del vitelo como fuente de nutrición. A menudo este término está restringido a salmónidos y peces afines, antes que dejen el sustrato de incubación (grava de desove) de las ovas, para iniciar libremente la natación.

Crustáceo: es una clase de animal artrópodo de respiración branquial, que cuentan con dos pares de antenas y un número variable de apéndices. La mayor parte de los crustáceos son acuáticos, habitando en agua dulce y salada y en todas las profundidades compartiendo ciertas características anatómicas, aunque su tamaño es muy variable.

¹⁰ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) NTC 5700 [online] Bogotá: El Instituto, 2014. p.3-4 [consultado en octubre 2014] Disponible en: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5700.pdf>

Buenas Prácticas de Producción de la Acuicultura (BPPA): aplicación de los conocimientos para lograr la sostenibilidad ambiental, económica y social de la producción y de los procesos posteriores a la producción en el establecimiento de la acuicultura, con el fin de obtener alimentos inocuos y sanos.

Cuarentena: sistema de mantenimiento preventivo por un lapso de tiempo de ejemplares externos al establecimiento de la acuicultura, donde se busca adaptar o cultivar, con el fin de evitar la introducción de nuevos agentes patógenos.

Densidad de siembra: relación entre el número de ejemplares sobre la unidad de área o de volumen, según la especie que se va a cultivar y el sistema de cultivo.

Desinfección: reducción del número de microorganismos presentes en el medio ambiente, por medio de agentes químicos o métodos físicos o ambos, a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento.

5. DISEÑO METODOLÓGICO.

5.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se realizó en el municipio de Málaga Santander (Tabla 1), situado a una altura promedio de 2.200 m. s. n. m, cuyas coordenadas son 6°46' 0" al Norte y 72° 40'0" al Oeste (POT, Málaga 2012).

La fase experimental se llevó a cabo en una terraza al aire libre y la evaluación de las variables respectivas se realizó en el Laboratorio de Biología de la Universidad Industrial de Santander, Sede Málaga.

Tabla 1. Características climáticas del municipio de Málaga

Parámetro	Málaga
Temperatura atmosférica (°C)	18
Temperatura del agua (°C)	19
Humedad (%)	94

5.2 TIPO DE ESTUDIO

Se trata de un estudio realizado bajo los parámetros del método científico, el cual tuvo una duración de 3 meses, ejecutado en tres fases:

5.2.1 Fase de campo No. 1: Consistió en una prueba preliminar; durante un mes y medio se evaluó la adaptación y el comportamiento del camarón *Gammarus Lacustris* bajo las condiciones climáticas que se presentan en el municipio de Málaga Santander. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta fase se hizo el montaje de las instalaciones para la fase de campo No. 2.

5.2.2 Fase de campo No. 2: Con el fin de evaluar el crecimiento bajo dos densidades de siembra diferente, se seleccionaron y distribuyeron los animales por tamaño (crías y adultos) en recipientes de 5 litros, los cuales se llenaron a un nivel de 2.5 litros de agua previamente madurada y acondicionada para los animales, esta fase tuvo una duración de 5 semanas.

5.2.3 Fase de análisis: Durante esta etapa se analizaron estadísticamente los datos obtenidos del estudio del camarón *Gammarus Lacustris*.

5.3 INDIVIDUOS EXPERIMENTALES

Se trabajó con una cepa de camarón ornamental (*Gammarus Lacustris*), proveniente del municipio de Facatativá, Cundinamarca, la recepción de la cepa se realizó en el municipio de Málaga.

Para la identificación de los individuos se tuvieron en cuenta sus características morfológicas:

- Las crías presentan un tamaño promedio de (2 mm).
- Los machos adultos se identifican por su tamaño sobresaliente (4.0 a 5.0 mm) y su coloración oscura
- Las hembras adultas presentan un aspecto incoloro y de menor tamaño (3.5 a 4.0 mm).

5.4 CONDICIONES EXPERIMENTALES

Previo a la llegada de los animales, fue necesario realizar un abonamiento y maduración del agua en el cual iban a permanecer los individuos experimentales, una vez acondicionada esta adquirió una coloración verde esmeralda, agradable a

la vista, indicadora de la presencia de fitoplancton alimento ideal para el mantenimiento del camarón.

Con el fin de garantizar el mayor confort de los individuos, cada unidad experimental fue enriquecida con lenteja de agua, dado que el camarón tiene la particularidad de asociarse con plantas acuáticas, ya que estas aparte de brindarles una fuente alternativa de alimento les sirve como refugio de los predadores y protección del contacto directo con los rayos solares, de esta manera la luz traspasa solamente lo necesario en la columna del agua.

5.5 DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

Para la fase de campo No.1 no se diseñó ningún tipo de tratamiento, simplemente los animales se distribuyeron en tres recipientes de 15 litros, donde fueron alimentados con infusorios y licuado de arveja verde. A través de esta fase se realizaron observaciones periódicas que permitieron evaluar el comportamiento e identificar los individuos, además se registró la temperatura a diferentes horas del día.

Para la fase de campo No. 2, se clasificaron los individuos en tres grupos, de acuerdo a la talla de los animales (4mm. 3mm y 2mm), con el objeto de identificar el número de animales y distribuirlos de manera aleatoria en cada tratamiento.

Los tratamientos (tabla 2) consistieron en la siembra de los individuos experimentales bajo dos densidades diferentes:

- Alta densidad (Tx1): en promedio 99ml/animal
- Baja densidad (Tx2): en promedio 175ml/animal

Cada uno de los tratamientos contó con tres replicas, para cada una de ellas se garantizó 2,5 l de agua en una columna de 5cm.

Tabla 2. Descripción de tratamientos

Talla	Tx1. Alta densidad			Tx2. Baja densidad		
	Replica	Replica	Replica	Replica	Replica	Replica
	1	2	3	1	2	3
4mm	4	4	4	2	3	2
3mm	11	12	11	7	7	7
2mm	10	10	10	5	5	5
Total	25	26	25	14	15	14

5.6 MANEJO EXPERIMENTAL

Cada 8 días se realizaba un recambio de agua, el registro de la talla y la alimentación de cada una de las unidades experimentales.

El recambio de agua consistió en la extracción de un 10% de agua del recipiente junto con los sedimentos producidos durante la semana, posteriormente se reemplazó por nueva agua previamente acondicionada; El método de alimentación consistió en la adición de alimento natural (2 ml de infusorios y 2ml de arveja licuada) después de la limpieza de los recipientes experimentales.

5.7 VARIABLES A EVALUAR

Con el fin evaluar el grado de adaptación y el crecimiento de los animales, se evaluó en cada uno de los tratamientos durante la fase de campo No. 2:

- Sobrevivencia: $(\text{Número final de animales} / \text{numero inicial de animales}) * 100$
- Talla (mm): el registro de esta variable se realizó con ayuda de una caja de Petri y un trozo de papel milimetrado pegado a esta. Los camarones eran retirados cuidadosamente de los recipientes experimentales y colocados dentro

de la caja de Petri con un poco de agua, esto permitía que el animal no se moviera demasiado y así obtener un dato preciso de la talla.

5.8 DISEÑO ESTADÍSTICO

Las variables de sobrevivencia y talla fueron evaluadas a través de un diseño estadístico de medidas repetidas, utilizando el procedimiento mixed del paquete estadístico SAS 9.2. Las diferencias encontradas se evaluaron a través de una prueba de Tukey.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 FASE DE CAMPO NO. 1

Durante esta fase se logró identificar algunas de las características que permitieron la clasificación de los individuos (numeral 7.3), en el caso de las crías se observó que esas llegaban a una talla de 2mm aproximadamente y su color era más claro comparado con el color de los animales adultos, los cuáles eran de color marrón, siendo más oscuro los machos; el promedio de talla de los animales adultos oscilaba entre 3 y 4 mm aproximadamente; una vez identificados los individuos se observó la manera de conformación de las parejas, donde el macho se adhiere a la hembra por la parte superior y se trasladan unidos de un lado al otro. Posterior a la conformación de las parejas fue evidente el comienzo del periodo reproductivo, ya que las hembras presentaron un pequeño racimo de huevecillos sobre su dorso, acompañado esto de la aparición de pequeños camarones en los recipientes. Dentro de la columna de agua los camarones prefieren habitar más el área superficial que el área profunda.

Respecto al proceso de adaptación se observó que los animales adultos tenían una mejor adaptabilidad comparado con los animales pequeños, esto sugiere que posiblemente los individuos grandes ataquen a los más pequeños; el canibalismo en camarón es poco común, aunque en especies comerciales se ha evidenciado que los más grandes se comen las larvas más pequeñas.

El crecimiento de la lenteja de agua debe ser controlado, como se mencionó anteriormente esta planta acuática sirve a los animales como refugio y como protección de los rayos solares, pero un descontrolado crecimiento de esta ocasiona muerte en los animales y dificulta la extracción de los mismos.

Durante el análisis de esta fase se concluyó que aguas muy cristalinas sin maduración anticipada, ocasiona la muerte de los animales; es claro que estos animales necesitan la luz solar pero no con un contacto directo, ya que en lugares muy oscuros la lenteja muere y con el tiempo los animales también.

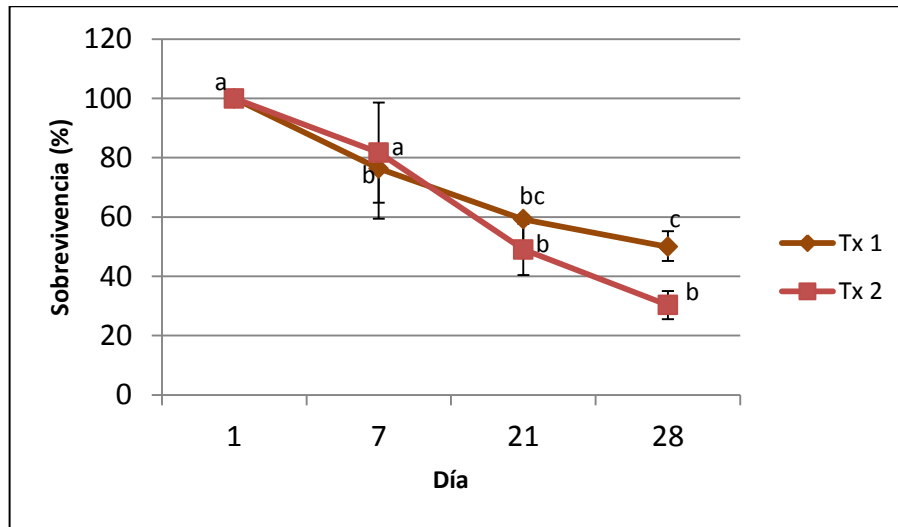
De esta fase se logró concluir que el camarón *Gammarus Lacustris* podía adaptarse a las condiciones ambientales ofrecidas en el municipio de Málaga, Santander.

6.2 FASE DE CAMPO NO. 2

6.2.1 Supervivencia: a través del periodo de evaluación se observó una disminución de la supervivencia de la especie en los tratamientos evaluados (figura 2), con diferencias significativas dentro de cada tratamiento. Sin embargo entre tratamientos no se observaron diferencias significativas, aunque al día 28 el tratamiento 2 mostró un 20% menos de supervivencia frente al tratamiento 1 ($p < 0,06$). Esto podría significar que dentro del periodo experimental la mortalidad no obedece exclusivamente a un efecto de la densidad de siembra sino a una fase normal del ciclo de vida de dichas poblaciones.

Es importante mencionar que, durante el transporte de los animales del municipio de Fusa hacia Málaga, se presentaron ciertos inconvenientes que originaron un mayor tiempo de transporte, es posible que esto haya generado una mayor susceptibilidad de los individuos frente al manejo experimental. Con relación a esta hipótesis, se podría suponer que los camarones son susceptibles a la manipulación, ya que al día siguiente del registro de la talla, fueron evidentes las mayores tasas de mortalidad tanto en los adultos como en los pequeños, siendo aun mas susceptibles los camarones adultos, pues estos eran los primeros en morir.

Figura 3. Porcentaje de sobrevivencia en los tratamientos evaluados.



*Letras diferentes indican diferencias significativas dentro de tratamiento a lo largo del periodo experimental ($p < 0.05$).

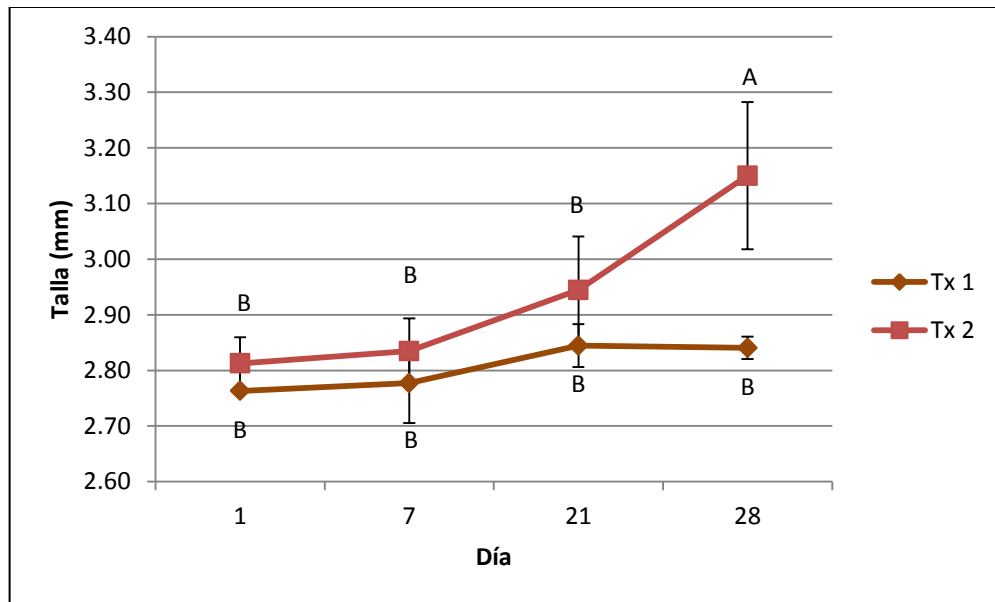
Dentro de las poblaciones evaluadas se observa que el mayor porcentaje de sobrevivencia lo presentaron los individuos de mayor tamaño (tabla 3) mientras que los individuos de menor tamaño y en especial en el tratamiento 2 presentaron el menor porcentaje de sobrevivencia dentro de la población. Esto podría explicarse por un mejor proceso de adaptación expresado por parte de los individuos adultos además de un posible fenómeno de canibalismo.

Tabla 3. Porcentaje de sobrevivencia al día 28, de acuerdo a la talla en cada uno de los tratamientos evaluados.

Talla	Tx1 (%)	Tx2 (%)
4mm	66,67	57,14
3mm	47,06	33,33
2mm	46,67	13,33
Total	50,00	30,23

6.2.2 Talla : los individuos de los tratamientos mostraron un aumento en la talla a través del periodo experimental (Figura 2), sin diferencias significativas dentro del tratamiento 1, contrario a lo observado en el tratamiento 2, donde además se observó al día 28 un incremento significativo comparado con el tratamiento 1. Sin embargo, a pesar del alto porcentaje de mortalidad en el tratamiento de baja densidad (tabla 3), fueron los animales sobrevivientes los que expresaron en promedio un mayor crecimiento, aproximadamente 10% más que los individuos sembrados a una mayor densidad. Esta respuesta probablemente obedece a que los animales sembrados a una baja densidad asimilaron de manera más eficiente la alimentación y asimismo el espacio disponible pudo potencializar el posible crecimiento de los animales, dado que bajo las condiciones experimentales no se pudo precisar con exactitud una curva de crecimiento de los individuos.

Figura 4. Talla promedio (mm) de los individuos experimentales en los tratamientos evaluados.



*Letras diferentes indican diferencias significativas) dentro de tratamiento a lo largo del periodo experimental y entre tratamientos en el mismo día ($p < 0.05$).

Independiente de las densidades de siembra, es posible deducir que comunidades conformadas por animales de diferentes tallas promueven un alto nivel de mortalidad, esto explicado por un posible comportamiento territorial que los animales de mayor talla ejercen sobre los animales más pequeños.

7. CONCLUSIONES

La adaptación (fase 1) de este crustáceo en el municipio de Málaga fue exitosa, las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de esta especie, lo que permitirá en futuras investigaciones la reproducción de este camarón, como una alternativa de alimentación en piscicultura.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se cree que bajas densidades de siembra influyen en la mortalidad de los animales.

De acuerdo a los resultados, los individuos con mayor disponibilidad de espacio expresaron un mayor crecimiento.

8. RECOMENDACIONES

Debido a la susceptibilidad de los animales, se recomienda que los recambios de agua no se efectúen de manera constante, se sugiere que se realicen cada 15 días.

La alimentación se debe realizar cada 4 días con el fin de evitar la mortalidad de la especie a causa de una deficiencia en la alimentación.

Evitar la sobrepoblación de la lenteja de agua, dado que esta puede aumentar el consumo de oxígeno por parte de la planta, causando muerte a los animales.

La luz solar no debe ser directa a los crustáceos por lapsos de tiempo prolongado, estos deben ser expuestos de 1 a 2 horas aproximadamente, evitando especialmente las horas del mediodía, donde se puede producir el calentamiento del agua, lo que resultaría perjudicial para la especie.

Se recomienda evaluar el efecto de una siembra de camarones con una relación 1:1 entre hembras y machos.

BIBLIOGRAFIA

BAEZA Elena; PAGEO Rojano. Crustáceos anfípodos: una alternativa al alimento vivo usado tradicionalmente en acuicultura. [online] Sevilla, España: Universidad de Sevilla, Facultad de Biología, 2012. 72 P [consultado abril 2014] Disponible en: http://hombreyterritorio.org/chronica_naturae/num2/archivos/chronicanaturae2_64_2012.pdf

CASTRO BARRERA, Thalía;...[y otros]. Alimento vivo en la acuicultura. [Online] México: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, 2003. 33p. [Consultado en Marzo 2014] Disponible en: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n48ne/acuicultura.pdf>

CONDE PORCUNA J.M.; RAMOS RODRÍGUEZ, E.; MORALES BAQUERO, R. El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lenticos. [Online] En: Revista Científica Ecológica y Medio Ambiente, 2004. vol 13. 1p. [consultado en abril 2014] Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/204>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) NTC 5700 [online] Bogotá: El Instituto, 2014. 5p. [consultado en octubre 2014] Disponible en: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5700.pdf>

LANDINES PARRA, Miguel Angel; SANABRIA OCHOA, Ana Isabel; DAZA, Piedad Victoria. Producción de peces ornamentales en Colombia. [Online] Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2007 240p. [consultado en abril 2014] Disponible en:

http://www.aunap.gov.co/files/Produccion_de_peces_ornamentales_en_Colombia.pdf

LUNA FIGUEROA, J.; VARGAS, Z. T. de J.; FIGUEROA, T. J. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). [Online] En: Avances en Investigación Agropecuaria, 2010. vol. 14. 72 p. [consultado en mayo 2014]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83715746005>

PRIETO GUEVARA, Martha; ...[y otros]. Efecto de tres tipos de presas vivas en la larvicultura de bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*). [Online] En: Revista MVZ Córdoba, 2013. vol 18 3798 p.[Consultado en Marzo 2014] Disponible en: <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-183/v18n3a07.pdf>

RODRÍGUEZ AGUILERA, Andrés. Avances y perspectivas en microdietas para larvas de peces.[online] En: Revista AquaTIC, 2009. vol 30 18p. [Consultado en mayo 2014] Disponible en: http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/30_01.pdf

SUTCLIFFE, D. W. Reproduction in *Gammarus* (*Crustacea, Amphipoda*): basic processes. [Online] England: Freshwater Biological Association, 1987. 129p. [consultado en abril 2014]. Disponible en: <http://aquaticcommons.org/4533/1/DWSutcliffe.pdf>