

03043

1
2ey



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATEMATICAS
APLICADAS Y EN SISTEMAS

**APLICACIÓN DE MODELOS
ESTADÍSTICOS AL ESTUDIO DE
CRECIMIENTO DEL ACOCIL
Cambarellus montezumae (SAUSSURE)
EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

TRABAJO FINAL
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:
ESPECIALIZACIÓN
EN ESTADÍSTICA APLICADA
PRESENTA:
LA BIOL. MARIA DE LOURDES BARBOSA SALDAÑA

BAJO LA DIRECCION DE: DR. IGNACIO MENDEZ RAMIREZ

México, D.F.

1998

264417

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

*A mis padres Luis y Raquel:
cimientos, pilares y abrigo de mi
existencia*

y

*A mis hermanos: Henry, Becko y
Gaby, porque cierro los ojos y
puedo ver a esos 4 niños
jugando, creciendo, riendo y
llorando juntos.*

*Mi adorada familia. ¡Cómo podría
no amarlos con todo mi corazón!*

*A mis sobrinas: Jeaninne, personita
maravillosa y a la pequeña Linnette,
porque el egoísmo y la ignorancia
no las alcancen nunca, porque sean
felices dondequiera que estén.*

*A mi demás familia por todos los
recuerdos de la convivencia, muy
especialmente a mi tía Rebe,
quien ha sabido sobreponerse a
la adversidad, y a mi primo Noel
por quien siempre he tenido un
cariño especial.*

*A Nacho, por todo lo que nos ha
tocado compartir, por el cariño y
apoyo que siempre me ha brindado,
por todo esto que ahora tenemos,
que no es fácil expresar en
palabras y que tiene un enorme
valor para mí.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ignacio Méndez Ramírez, a quien no tengo palabras para agradecer su apoyo en todo momento, su amplia disponibilidad, el brindarme conocimientos tan valiosos y además por su enorme paciencia. A quien debo en gran medida la culminación de este trabajo.

A los demás miembros del jurado; M. en C. Rafael Madrid Ríos, excelente maestro, siempre interesado en apoyar y ser amigo de los alumnos; al Dr. Jorge Manuel Olguín Uribe, por su comentarios y buena disposición; al M. en C. Benjamín Álvarez Rubio y al M. en C. Margarito Álvarez Rubio, muy buenos amigos. A todos ellos por revisar el trabajo, enriqueciéndolo con sus conocimientos y sugerencias.

Al M. en C. José R. Latournerié Cervera, por proporcionar los datos de sus tesis para realizar este estudio, por el trabajo que hay detrás de todos estos años, por el apoyo y amistad que me ha brindado.

A los tesis de la Laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Ciencias; Biol. Raúl Aguilar y Biol. Salvador García, porque sin su valioso trabajo este estudio no hubiera sido posible.

A mis amigos de la Especialidad; Carmen, Esmeralda, Laura, Verónica y Roberto, por todas esas horas que pasamos juntos en el saloncito descifrando, sufriendo y gozando el fascinante mundo de la Estadística.

A todos mis maestros y ayudantes de la Especialidad, muy especialmente al Dr. Carlos Díaz, quien siempre tuvo tiempo para disipar mis dudas y regalarme una charla amena. Al Geog. Jaime Morales y al M. en C. Gerardo Varela, quienes además de calificar tareas y exámenes supieron ser amigos.

A la Biol. Patricia Huerta, por su apoyo tan incondicional para la culminación de esta travesía.

A mis queridos amigos, que por tantos años me han dado amistad, cariño y apoyo, a quienes no puedo ubicar en un momento porque nuestra amistad siempre ha ido más allá; Hectorepas, Nacho, Jorgito, Chóchilt, Claudia, Celia, Germancito, Paco, Sergio, Mimi, Jaime grande, Jaimito, Lety, Chio, Ninel, Humberto y Estelita.

ÍNDICE

Resumen.....	I
Introducción.....	1
Objetivos.....	7
Materiales y métodos.....	8
Resultados.....	13
Discusión.....	23
Conclusiones.....	32

Literatura citada

Anexos:

Datos para los experimentos I y II, y residuos de análisis

RESUMEN

Los acociles son organismos que tienen gran importancia, no sólo desde el punto de vista ecológico, dado que son los organismos dominantes del ambiente bentónico, por ser los principales consumidores, si no también en el terreno de la investigación, sirviendo como modelos para conocer el sistema neuromuscular de los invertebrados y aún más importante en el ámbito de la producción.

En muchos países de Asia, Europa y Norte América se lleva a cabo su explotación, la cual se basa principalmente en la pesca, pero en algunos de ellos se ha implementado su cultivo con buenos resultados.

Por ello es fundamental desarrollar estudios que conlleven a proporcionar información sobre las condiciones en las cuales se puede obtener un crecimiento óptimo, así como la selección de las especies que son más susceptibles de ser cultivadas.

Estos estudios se deben de iniciar a nivel de laboratorio a pequeña escala en donde se pueda tener control de las variables de interés, teniendo en cuenta los aspectos de validez interna y validez externa y sobre todo planearlos a la luz de una estrategia experimental.

En este estudio se consideraron dos experimentos realizados en el laboratorio de Acuicultura del plantel Xochimilco de la UAM, con el acocil Cambarellus montezumae para, por una parte, ver el efecto de la talla (CT1= 0.03-0.13g y CT2= 0.14-0.25g), la temperatura (17 y 23 °C), y el nivel de ración (0, 1, 3, 5, y 10 % del peso corporal de un ejemplar promedio por día (% Pc/ejem x día⁻¹), en el crecimiento de este organismo, y por otro, analizar el efecto de la composición de la dieta (porcentaje de proteínas, lípidos y carbohidratos), también sobre su crecimiento. Para ambos experimentos la evaluación del crecimiento se llevó a cabo en dos etapas, para evaluar también el efecto del tiempo.

Se recomendó un análisis de parcelas divididas para el primer caso, quedando la cámara anidada en los factores temperatura y talla, y adicionando el peso inicial de los organismos como una covariable. Para analizar la variabilidad del crecimiento en el tiempo se ajustó este mismo modelo a la diferencia entre las dos etapas de crecimiento, ya que este análisis equivale a un análisis de observaciones repetidas.

Para todas las evaluaciones ninguno de los efectos principales resultó significativo, pero la interacción talla y ración resultó significativa para todos los casos, mostrando que las tallas mayores respondieron mejor a las raciones de manutención pequeñas, que las tallas menores.

En el segundo caso se ajustó un modelo lineal con los tres componentes y se incluyó el efecto cuadrático de la proteína. El análisis mostró que el crecimiento aumenta cuando la proporción de proteína aumenta en la dieta, pero cuando alcanza cantidades mayores al 40% la curva comienza a estabilizarse, por lo que las proporciones óptimas de proteína en la dieta se estiman entre 30 y 40%.

Se comenta sobre las bondades que brindan los modelos estadísticos lineales a los estudios de laboratorio, pero sobre todo se reflexiona sobre la planeación de los experimentos, la cual debe de estar en función de las respuestas que se desea obtener, y buscar la solidez de los mismos.

INTRODUCCIÓN

Los acociles son los organismos dominantes de los invertebrados bentónicos en muchos ambientes dulceacuáticos (Momot, *et al.*, 1978). Su distribución abarca Norte América, Sur América, Europa, Este de Asia, Australia y Nueva Guinea (Huner, 1994).

Constituyen la fuente principal de alimento de muchos peces que comparten su hábitat (Rosas, 1976), y dado su alto contenido nutricional se han sugerido como complemento alimenticio en la elaboración de dietas para peces y otros crustáceos que se cultivan con fines comerciales (Lee & Wickins, 1992), ya que su carne es rica en proteínas y aunque es baja en carbohidratos contiene altas concentraciones de vitaminas y minerales como sodio, potasio, calcio y magnesio (Goddard, 1988). En muchos lugares son aceptados en el mercado para consumo humano, incluso como un platillo cotizado (Anvergne, 1982). También se han utilizado para controlar la proliferación de macrofitas, así como indicadores de contaminación y metales pesados. En el terreno científico muchos fisiólogos los han adoptado como un modelo para comprender procesos en el sistema neuromuscular de los invertebrados (Holdich & Lowery, 1988 y Lee & Wickins, 1992).

El acocil es el único decápodo dulceacuícola bajo la clase macrura-reptantia, pertenece al infraorden Astacoidea y están muy relacionados con las langostas marinas. Se conocen 2 superfamilias; la Astacoidea con dos familias; Astacidae y Cambaridae, ésta última con 3 subfamilias; Cambaroidinae, Cambarellinae, a la cual pertenece el género *Cambarellus*, y Cambarinae; y la Superfamilia Parastacoidea con sólo una familia; Parastacidae (Hobs Jr, 1988).

A través del curso de su evolución no han registrado un tipo de alimentación específica, por lo que se han catalogado como politróficos, siendo herbívoros, predadores y detritívoros. Este amplio rango omnívoro les ha conferido una ventaja para conquistar una gran variedad de hábitats y los hace excelentes candidatos para implementar su cultivo (Arrignon, 1985; Avault, 1983; Goddard, 1988 y Holdich & Lowery, 1988).

Los acociles son explotados principalmente a través de las pesquerías artesanales, aunque se ha desarrollado una pesquería sustentable en Estados Unidos, Australia, Nueva Guinea, Kenia, Escandinavia, Turkia y China. Además de haberse desarrollado una acuicultura significativa para algunas especies en la parte sur de Estados Unidos (Louisiana), Australia, Nueva Guinea, Nueva Zelanda y Tasmania (Morrissy, 1983 y Huner, 1994), y dadas las bondades del organismo sería deseable extender estas prácticas acuiculturales a otros sitios.

Dada la problemática de la alimentación que se ha venido dando en los últimos años, la acuicultura surge como una alternativa para crear nuevas fuentes de producción, seleccionando aquellas especies de fácil manejo que puedan aportar un alto valor nutritivo a un bajo costo, como ha sido el caso del acocil en los lugares en donde se ha implementado su cultivo (García, 1991).

El éxito de la acuicultura de cualquier especie consiste en establecer aquellas condiciones a las cuales se registra la tasa mínima de mortalidad y el mayor crecimiento (Huner, 1994). Estos factores pueden ser divididos en 2 grupos; aquellos que dependen del organismo, factores internos, y aquellos que están relacionados con el ambiente, factores externos. Dentro de los factores internos los más importantes son, el estado de desarrollo y talla de los organismos, muchos autores consideran esencial conocer la relación entre peso corporal o longitud y la tasa de crecimiento para cada categoría de edad de los especímenes de interés, en la mayoría de los casos los organismos más chicos exhiben tasas de crecimiento más elevadas (Paloheimo & Dickie, 1966b; Lee & Wickins, 1992). El sexo puede ser otro factor importante a considerar sobre todo en las etapas de maduración de los aparatos reproductivos y la producción de gametos. Por otro lado es importante el estado fisiológico de los animales, ya que la presencia de parásitos y enfermedades o cualquier situación de estrés merman su crecimiento. Por último, es necesario considerar los aspectos de la genética de los individuos, como podrían ser la utilización fisiológica del alimento, o los efectos negativos que trae consigo la endogamia (Hepher, 1990).

Entre los factores externos, la temperatura es uno de los más importantes, ya que los organismos ectotermos no poseen mecanismos fisiológicos para regular el grado de calor en sus cuerpos. La temperatura afecta todos los procesos metabólicos de los individuos. Estos procesos tienen un rango de temperatura óptimo, en el cual se desarrollan favorablemente, con un gasto mínimo de energía, por encima y por debajo de este rango se puede delimitar otra zona, conocida como zona de resistencia, en la cual los procesos metabólicos comienzan a tener problemas para llevarse a cabo, sin embargo el organismo puede mantenerlos aunque ello le involucre un gasto mayor de energía. En los extremos de las zonas de resistencia se encuentran las zonas letales, una exposición del organismo a estas temperaturas un tiempo considerable ocasionará su muerte (Schmidt-Nielsen, 1980). La calidad del agua es un aspecto fundamental para el crecimiento de organismos acuáticos, en tal caso hay que monitorear las concentraciones de algunos elementos disueltos en el agua, así como algunos compuestos íntimamente relacionados con la fisiología de los organismos, como serían la concentración de oxígeno, nitritos, nitratos y sulfatos, el pH, la concentración de magnesio y calcio, éste último muy importante para estos organismos, ya que en muchos estudios se ha visto que la tasa de muda, proceso ligado con el crecimiento en crustáceos, depende de las concentraciones de calcio en el medio (Corona, 1993). El fotoperiodo es otro factor que puede afectar, ya que puede influenciar las horas que los organismos destinan a su alimentación. Por último, y como uno de los factores más importantes para el crecimiento de cualquier organismo, sobre el cual se han desarrollado la mayoría de las investigaciones en crustáceos tenemos la alimentación.

En una práctica acuicultural es fundamental conocer la cantidad de alimento a suministrar para obtener un crecimiento óptimo. Se conoce como ración de manutención a la cantidad de alimento que proporciona al animal la energía suficiente para desarrollar las funciones mínimas para su sobrevivencia, sin que se pueda destinar energía para su crecimiento. Por debajo de la ración de manutención el organismo tiene que echar mano de sus tejidos para obtener la energía necesaria para sus procesos metabólicos, en tal caso se presentan

decrementos de peso. Para que se pueda lograr un buen crecimiento la porción de alimento proporcionado debe de ser mayor a la ración de manutención (Paloheimo & Dickie, 1966a). Sin embargo es también importante delimitar el suministro. Exceder la ración óptima de alimento puede resultar perjudicial, dado que se disminuye la eficiencia con que éste es utilizado (Paloheimo & Dickie, 1966b y Aguilar, 1991), además de representar una pérdida económica para la producción, y si el alimento no es ingerido se acumula, propiciando su descomposición y con ello la disminución de la calidad del agua, convirtiendo el ambiente en un medio estresante para el desarrollo del organismo.

Por otro lado la calidad de la dieta es fundamental. Las dietas artificiales deben de cumplir ciertas características como palatabilidad, estabilidad, tamaño de partícula apropiado, etc. (García, 1991 y Miguel, 1992). Para la elaboración de una dieta es necesario disponer de información sobre requerimientos nutricionales, hábitos alimenticios, entre otros. Éstas se evalúan a través de ensayos de crecimiento y digestibilidad, además de analizarlas químicamente y toxicológicamente, así como la evaluación de costos (Martínez, 1993).

La base fundamental de una dieta es la proporción de proteínas, lípidos y carbohidratos, además de tomar en cuenta vitaminas y algunos minerales indispensables.

La proteína es el componente básico del tejido animal, es además un nutriente esencial tanto para la manutención del organismo como para su crecimiento. Como constituyente la proteína se requiere para reemplazar los tejidos desgastados y los productos proteínicos tales como las células intestinales epiteliales, enzimas y hormonas, las cuales son necesarias para el funcionamiento del cuerpo y son recicladas rápidamente. El requerimiento de proteína para la síntesis de nuevo tejido es obvia, ya que ésta constituye entre el 45 y el 75% del tejido de la materia seca. La capacidad del organismo para sintetizar nueva proteína a partir de sus constituyentes es limitada, por lo que la mayoría de ésta debe de ser aportada por la dieta. Existen evidencias de que los crustáceos, al igual que los peces, utilizan preferentemente la proteína como fuente de energía, más que las grasas y los carbohidratos.

Los carbohidratos pueden usarse como fuente de energía, como reserva de glicógeno, en la síntesis de quitina y en la formación de esteroides y de ácidos grasos.

Los ácidos grasos forman parte de los componentes esenciales en el cuerpo de los animales. La mayoría de los ácidos grasos pueden ser sintetizados por el organismo utilizando como precursor el acetato, por lo que las cantidades de éstos suministrados en la dieta no tienen que ser muy elevadas. Los lípidos también pueden ser una fuente de energía utilizada por los crustáceos.

Los minerales y las vitaminas son importantes en ciertos procesos metabólicos, el calcio y el fósforo, por ejemplo, intervienen en la síntesis de exoesqueleto y para funciones como la contracción muscular, la transmisión del impulso nervioso, actividad enzimática, etc., y aunque algunos de estos minerales pueden ser absorbidos a partir del agua, el fósforo es necesario adicionarlo a la dieta, y ofrece mejores resultados si se adiciona combinado con calcio.

No se encuentra mucha información sobre requerimientos de vitaminas en crustáceos, sin embargo, la adición de mezclas de vitaminas en dietas para diferentes especies ha producido un marcado aumento en el crecimiento y sobrevivencia de los animales bajo estudio, y se ha reportado que los crustáceos requieren la mayoría de las vitaminas del grupo B, así como las vitaminas C y E. Recordar que un exceso de vitaminas en la dieta puede ser no solo incosteable, si no peligroso, ya que se ha visto que en cantidades por encima de las requeridas causa disminución en el crecimiento de los organismos (Schmidt-Nielsen, 1980; Goddard, 1988; Hephher, 1990 y Martínez, 1990).

La elaboración de la dieta en prácticas acuaculturales es un punto medular, dado que se tienen que reunir los requerimientos nutricionales mínimos para el crecimiento óptimo del organismo, además de tener un costo bajo, que permita que la producción sea redituable. Basados en la dieta natural de los animales se ha intentado incorporar algunos de sus elementos como complementos en la elaboración de las dietas, tal es el caso de los estudios de Huner (1984) y Huner y Lindquist (1984), quienes han adicionado *Egeria densa* (una planta acuática que crece comúnmente en los sistemas lacustres) a sus dietas con resultados satisfactorios en el crecimiento de algunas especies de acociles.

Más aun, el alimento vegetal se puede enriquecer si se adiciona sustrato con bacterias que contribuyan a la descomposición de éste. Las bacterias que degradan las sustancias vegetales convierten en parte de su protoplasma a la celulosa, lo que disminuye este compuesto en la mezcla de detritus, dejando libres una mayor cantidad de sustancias de fácil asimilación (Fenchel, 1970; Gosselink & Kirby, 1974 ; Wiernick, 1984 y Pieczynska & Jachimowicz-Janaszek, 1988).

Estos factores que se ha mencionado, afectan el crecimiento de los organismos en mayor o menor medida, no actúan de manera aislada, por el contrario, se combinan para dar resultados diferentes. Para conocer sus interacciones es necesario realizar estudios en una escala pequeña antes de implementarlos al cultivo masivo, donde las pérdidas pueden ser muy elevadas, probando diferentes niveles de aquellos más importantes y controlando algunos de menor interés según las necesidades de cada investigación. En este sentido cobran relevancia los experimentos de laboratorio planeados a la luz del diseño experimental, tomando en cuenta por un lado, que las condiciones del experimento sean similares a aquellas de los estanques destinados al cultivo de los especímenes para que las conclusiones sigan siendo válidas en éstos, y por otro, considerando todas aquellas variables que puedan tener efecto en los resultados, de tal forma que se tenga certeza de que la respuesta evaluada depende de aquellas variantes que se estén manejando y no de la acción de factores de confusión (Méndez, *et al.*, 1994).

De igual forma, la utilización de los modelos estadísticos lineales como herramienta para modelar respuestas como el crecimiento que puede estar influenciado por variables tanto categóricas como numéricas, resulta de gran apoyo a las investigaciones para tomar decisiones en cuanto a elegir aquellos niveles de los factores que satisfacen mejor los intereses de los investigadores para su futura implementación (Neter, *et al.*, 1990).

Los camarínidos pueblan gran parte de los arroyos y depósitos lacustres de Guatemala, México, Cuba y Estados Unidos. Algunos se han adaptado a la vida cavernícola, otros perforan túneles en la tierra húmeda en donde soportan las condiciones desfavorables, generalmente en la época de sequía. *Cambarellus montezumae* (Saussure) es una especie endémica del lago de Xochimilco, actualmente se distribuye en el lago de Xochimilco y Chapultepec, así como en remanentes del lago de Texcoco y en cuerpos residuales de agua del Estado de México, Hidalgo y Morelos (Villalobos, 1983; Vargas, 1989).

A pesar de ser una especie con gran potencial y amplia distribución es un grupo al cual se ha dado poca importancia, por lo que la información con la que se cuenta es muy limitada. Maldonado (1990), comparó dos métodos de estrés a alta temperatura para evaluar la tolerancia de *C. montezumae*, y encontró que los acociles de la época cálida del año soportaban temperaturas más elevadas que aquellos de la época fría, lo cual refleja un fuerte efecto de aclimatización de los organismos. García (1991), probó el efecto de diversas dietas en el crecimiento y la sobrevivencia de crías de esta misma especie, encontrando buenos resultados con una dieta comercial combinada con alimento vegetal. Por su parte, Aguilar (1991), empleando un ensilado de *Egeria densa* analizó diferentes niveles de ración a dos temperaturas en dos diferentes clases talla, sobre el crecimiento de estos acociles en estado juvenil, y pudo constatar que todos estos factores influyen de manera significativa sobre el crecimiento. Rodríguez (1991), en juveniles y Miguel (1992), en crías evaluaron aspectos del metabolismo energético de *C. montezumae* alimentados con diferentes dietas y evaluando el efecto de la temperatura, y ambos coinciden en señalar a la temperatura como uno de los factores que tiene más efecto en la actividad fisiológica de los organismos, lo cual se ve reflejado en el metabolismo energético. Cornejo (1991), quien evaluó las preferencias de temperatura para acociles de la misma especie en función de la hora del día, la época del año y el estado de desarrollo, señala que el rango de temperatura seleccionado por un organismo está íntimamente relacionado con la temperatura óptima para realizar sus funciones y ésta depende de la historia ecológica de los organismos, su ritmo circádico, el estado de desarrollo y para los organismos de tallas mayores, incluso el sexo. Morones (1991), revisó aspectos reproductivos bajo condiciones de laboratorio, y pudo dar una talla promedio a partir de la cual hembras y machos son sexualmente maduros, además de información relacionada con la fecundidad de estos animales. Este mismo autor en su trabajo realizó una descripción sobre este grupo he incluye además una amplia revisión de estudios realizados con algunas especies de acociles mexicanas, muchos de los cuales son incluso de carácter inédito. Latournerié y algunos colaboradores (1993) en otra especie del mismo género, *C. chapalanus* (FAXON), del estado de Michoacán, realizaron un estudio de la dinámica poblacional correlacionándola con algunos aspectos de composición corporal, en este trabajo discuten la relación entre la dinámica poblacional y la dinámica ambiental y la interacción de ésta especie con otras especies de acociles que comparten el hábitat.

Dada la importancia que tiene el acocil como una especie con un amplio potencial acuacultural, y dada la poca información que hay al respecto, en esta investigación se realizó una revisión sobre dos estudios de crecimiento en el acocil *C. montezumae* a nivel de laboratorio, estos estudios correspondieron a dos tesis de licenciatura desarrolladas en el

laboratorio de Acuacultura y Producción Acuática, de la Facultad de Ciencias, UNAM, con apoyo del laboratorio de Acuacultura de la UAM en el plantel Xochimilco (García, 1991 y Aguilar, 1991).

OBJETIVOS

- Dar una alternativa al análisis de resultados de dos experimentos de crecimiento (incremento en peso) del acocil *Cambarellus montezumae* (SAUSSURE) (CRUSTACEA:ASTACIDAE), mediante el planteamiento de algunos modelos estadísticos lineales.
- Proporcionar información de diseño y análisis para experimentos de crecimiento de organismos acuáticos en condiciones de laboratorio.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar los factores: nivel de ración, temperatura y crías, talla en el crecimiento de acociles juveniles de *C. montezumae* a nivel de laboratorio.
- Evaluar el efecto de los principales componentes de la dieta: Proteínas Carbohidratos y Lípidos en el crecimiento de crías de *Cambarellus montezumae* en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento I

Para este experimento se trabajó con acociles juveniles de la especie *C. montezumae* colectados en la presa Guadalupe Victoria, ubicada en el Municipio de San Miguel Almaya, Estado de México. Dicha localidad ha sido ampliamente descrita por Maldonado (1990).

Los organismos fueron colectados durante los meses de enero y febrero de 1990, por lo que corresponden a la época fría del año, la cual oscila entre 9 y 17 °C de temperatura (Maldonado, 1990). La captura se efectuó utilizando, como artes de pesca, chayo y red de cuchara, los animales fueron colocados en bolsas de plástico con agua del medio y con una atmósfera saturada de oxígeno, éstas fueron dispuestas en cajas de plástico con el fin de trasladar a los especímenes al laboratorio de Acuicultura del plantel Xochimilco de la UAM, donde se llevo a cabo la fase de aclimatación, esta fase consistió en mantener a los organismos en cajas de plástico de 20 y 40 l con agua del medio, aireación constante y alimentación *ad libitum* con *Egeria densa*.

Para la alimentación durante la fase experimental se preparó un ensilado a partir de *Egeria densa* (Cuadro 1) (Aguilar, 1991). Los acociles fueron pesados al inicio del experimento empleando una balanza analítica Sartorius modelo A210 P. Se definieron así 2 clases talla: CT1 = 0.03 - 0.13 g y CT2 = 0.14 - 0.25 g. Se manejaron 2 temperaturas: 17 y 23 °C y 5 niveles de ración (NR): 0, 1, 3, 5 y 10 % del peso corporal de un ejemplar promedio por día (% Pc/ejem x día⁻¹). Se colocaron de manera aleatoria tres organismos por cámara, la cual consistió de un recipiente de plástico de 1 l tapado con una malla fina, cada una fue asignada también de manera aleatoria a uno de los 5 niveles de ración ya referidos. Se contó además con 3 repeticiones para cada tratamiento, posteriormente las cámaras fueron dispuestas en cajas de plástico sumergidas en un baño para homogeneizar y controlar las temperaturas (Cuadro 2).

CUADRO 1.

COMPOSICIÓN PROXIMAL DEL ALIMENTO SUMINISTRADO AL ACOCIL *C. montezumae* DURANTE EL EXPERIMENTO I DE CRECIMIENTO.

Materia seca	Porcentaje (%)
Proteína cruda	13.61
Grasa cruda	0.65
Cenizas	38.62
Fibra cruda	13.57
Extracto libre de nitrógeno	33.55
Calorías	3327.7 cal/g

CUADRO 2.

DISEÑO DE TRATAMIENTOS PARA EL EXPERIMENTO I DE CRECIMIENTO EN EL ACOCIL *C. montezumae*.

Temperatura (°C)	Clase Talla	n	Niveles de ración (% Pc/ejem x día ⁻¹)				
			0	1	3	5	10
23	1	3					
	2	3					
17	1	3					
	2	3					

Clase talla 1= (0.03g-0.13g), Clase talla 2= (0.14g-0.25g).

El experimento tuvo una duración de 42 días, los acociles fueron alimentados cada tercer día con el ensilado antes mencionado de acuerdo a la ración correspondiente, además de efectuar recambio de agua en estas mismas fechas parcial o total según los parámetros fisicoquímicos evaluados; pH y temperatura cada tercer día, oxígeno cada 7 días y dureza y alcalinidad cada 14 días.

Durante el período de experimentación, para evaluar el crecimiento, se realizaron mediciones de peso húmedo de cada organismo al inicio y posteriormente cada 14 días (0,14, 28 y 42 días).

DISEÑO ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados mediante un modelo de parcelas divididas tomando como respuesta el crecimiento (incremento en peso) a los 14 y 28 días únicamente, ya que debido a las altas tasas de mortalidad en los últimos días, muchas unidades experimentales se perdieron. En este caso la cámara con 3 organismos quedó anidada en los factores temperatura y talla, y el peso inicial de los organismos se tomó como una covariable (Montgomery, 1991), el modelo general resultante es el siguiente:

$$Y_{r(ijkl)} = \mu + \beta_i + \delta_j + (\beta*\delta)_{ij} + C_{r(ij)} + \tau_l + (\beta*\tau)_{il} + (\delta*\tau)_{jl} + (\beta*\delta*\tau)_{ijl} + \theta X_{r(ijkl)} + \varepsilon_{r(ijkl)}$$

Donde :

Y = Incremento en peso para los valores de i de β , j de δ , k de C y l de τ .

μ = Media general

θ = Coeficiente de regresión para el peso inicial.

β = Efecto de la temperatura

$\beta*\delta$ = Efecto de la interacción entre temperatura y talla

δ = Efecto de la talla

$\beta*\tau$ = Efecto de la interacción entre temperatura y ración

C = Efecto de cámara

$\delta*\tau$ = Efecto de la interacción entre talla y ración

τ = Efecto de la ración

$\beta*\delta*\tau$ = Efecto de la interacción talla, temperatura y ración

X = Peso inicial

ε = Error aleatorio

$i = 1, 2$

$j = 1, 2$

$k = 1, 2, 3$

$l = 1, 2, 3, 4, 5$

$v = 1$

Se efectuó el análisis para el modelo general completo y posteriormente se reportó el modelo solo con aquellos parámetros que fueron más significativos. Con el modelo seleccionado se probó el efecto de los factores en el crecimiento de 0-14 días y en el crecimiento de 14-28 días, en los factores que resultaron significativos se utilizaron contrastes para comparar las medias (Neter, *et al.*, 1990) utilizando el error según la regla de Satterthwaite (Méndez, 1981). Además se analizó la variabilidad del crecimiento en el tiempo, tomando como variable de respuesta la diferencia entre los dos crecimientos en este mismo modelo. Dado que son dos evaluaciones en el tiempo, esto equivale a un análisis de mediciones repetidas (Hand & Taylor, 1987).

En cada modelo se probaron los supuestos del modelo, mediante análisis exploratorio de datos y realizando algunas pruebas de normalidad y correlación (Shapiro Will y Durbin-Watson) en caso de duda, además de que se eliminaron los datos extremosos ya que se consideraron errores de medición (ver anexo).

EXPERIMENTO II

En este experimento se colectaron hembras cargadas provenientes del mismo sitio de colecta anteriormente citado. En esta ocasión las capturas se efectuaron en los meses de mayo y junio de 1990, correspondientes a la época cálida del año.

Las hembras fueron trasladadas al laboratorio de Acuicultura de la UAM plantel Xochimilco, donde fueron aisladas en cámaras individuales, manteniéndose así hasta que las crías fueron liberadas y apartadas en cajas de plástico hasta reunir el número necesario para realizar el experimento (García, 1991). Para la realización del experimento se utilizaron 6 peceras de acrílico de una capacidad aproximada de 20 litros, en cada una se probó una de las siguientes dietas: Dieta 1, alimento balanceado GIGANTE en polvo; Dieta 2, *Spirulina* en polvo; Dieta 3, mezcla GIGANTE-*Spirulina*; Dieta 4, ensilado de *Egeria densa*; Dieta 5, *E. densa* fresca y Dieta 6, mezcla GIGANTE-*E. densa*, cada una con diferentes niveles de proteína, lípidos y carbohidratos como principales componentes (Cuadro 3).

Se asignaron 90 acociles por tratamiento y se trabajó con una sola repetición para cada dieta ensayada. Para la evaluación del crecimiento los organismos fueron pesados al inicio del experimento, a los 14 y 28 días. Durante el desarrollo del experimento, los animales fueron alimentados cada tercer día con una ración del 30% de su peso corporal promedio por condición. Se realizaron recambios de agua también cada tercer día y como índices de la calidad del agua se evaluaron la temperatura (°C) y pH cada tercer día, O₂ cada 7 días y alcalinidad, CO₂ y dureza total cada 15 días.

CUADRO 3.

DISEÑO DE TRATAMIENTOS PARA EL EXPERIMENTO II DE CRECIMIENTO DE *C. montezumae* ANALIZANDO DIFERENTES COMPOSICIONES DE DIETA.

Componente	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Proteínas (%)	38.5	55.68	13.61	47	21.64	30
Carbohidratos (%)	2.06	0.05	13.56	1.05	19.56	10.8
Lípidos (%)	5.34	1.01	0.65	3.17	1.94	3.64

DISEÑO ESTADÍSTICO

Para evaluar el crecimiento de 1-14 y de 15-30 días en este caso, los datos fueron analizados mediante diferentes modelos inicialmente considerando solo los efectos principales y posteriormente considerando modelos cuadráticos, introduciendo en cada caso los efectos principales para los tres factores a comparar y uno de ellos con efecto cuadrático, debido a la falta de repeticiones no se pudieron probar todos al mismo tiempo. El único modelo que resultó significativo fue el siguiente:

$$Y_i = \mu + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 (X_{1i})^2 + \varepsilon_i$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

Donde :

Y = Incremento de peso en valores i de P, C y L.

μ = Media general

X_1 = Efecto de proteína

X_2 = Efecto de carbohidratos

X_3 = Efecto de lípidos

ε = Error aleatorio

Nuevamente se probó este modelo resultante con ambos crecimientos y con la diferencia entre estos para ver el efecto del tiempo (Neter, *et al.*, 1990). De la misma forma se hizo la validación de los supuestos y para este experimento ningún dato se consideró atípico.

Dado que no se tuvieron repeticiones para comparar las dietas, se consideró a la dieta 1 (alimento balanceado) y a la dieta 4 (ensilado de *Egeria densa*), como repeticiones de un mismo tratamiento, dado que tienen una composición muy similar, y con éstas se calculó un

error para comparar las dietas en cada fase de crecimiento, y las diferencias fueron contrastadas con una t con un grado de libertad y un nivel de significancia de 0.05 ($t_{1-\alpha-0.05} = 6.3138$).

RESULTADOS

Experimento I

Como se mencionó en la metodología, una vez analizado el modelo general, se tomaron sólo aquellos efectos que tenían mayor peso en el modelo. El modelo final fue el siguiente:

$$Y_{v(ij)} = \mu + \beta_i + \delta_j + (\beta * \delta)_{ij} + C_{v(ij)} + \tau_{ij} + (\delta * \tau)_{ij} + \theta X_{v(ij)} + \varepsilon_{v(ij)}$$

Este modelo ajustado al crecimiento a los primeros 15 días, presentó un coeficiente de determinación ($R^2=0.604$) y los únicos efectos que resultaron significativos fueron la ración ($p=0.0014$) y la interacción entre ésta y la talla ($p=0.0105$)(Cuadro 4).

CUADRO 4.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL EXPERIMENTO I DE CRECIMIENTO DE *C. montezumae* EN LABORATORIO DE 0 A 14 DÍAS

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Grados de libertad	Valor de F	Significancia P
Temperatura	0.00047	0.00047	1	2.0583	0.1792
Talla	0.00004	0.00004	1	0.2212	0.6407
Temperatura *Talla	0.00003	0.00003	1	0.1068	0.7515
Cámara(Temperatura, Talla)	0.00192	0.00024	8	1.3171	0.2684
Ración	0.00407	0.00102	4	5.5968	0.0014
Ración*Talla	0.00283	0.00071	4	3.8893	0.0105
Peso inicial	1.82×10^{-6}	1.82×10^{-6}	1	0.0100	0.9208
Error	0.00618	0.00018	34		

Utilizando la técnica de contrastes se pudo ver que las únicas raciones que difirieron significativamente fueron la ración de 1% la cual tuvo un decremento en peso promedio predicho por el modelo de -0.0036g y la ración de 10%, en la cual se registró el mayor crecimiento (0.0204g). Entre las demás raciones no hubo diferencias significativas.

No obstante, dado que la interacción entre la ración y la talla resultó significativa, es este efecto el que debemos de estudiar. El cuadro 5 muestra los contrastes de las 2 tallas en cada una de las raciones. Aquí se puede ver que para las raciones 0% y 10% la talla 2 tuvo mayor crecimiento que la talla 1 (diferencias de 0.005 y 0.009 respectivamente), mientras que para las raciones 1, 3 y 5, donde se registró un crecimiento mayor fue en la talla 1 (diferencias de

0.0312, 0.00008 y 0.0129, en cada caso) (Figura 1). Sin embargo el único contraste que fue significativo fue la diferencia entre la talla 1 y la talla 2 en la ración 1 ($p=0.0287$), siendo la talla 1, 0.3g mayor que la talla 2.

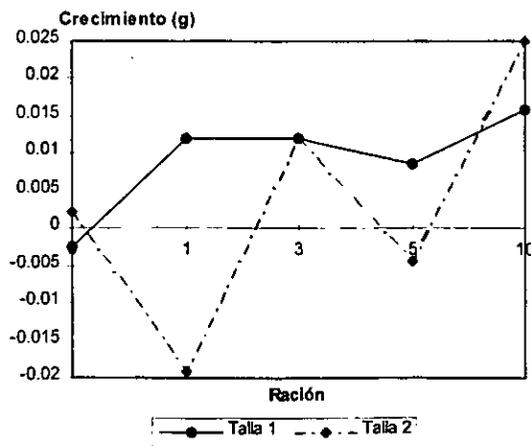
CUADRO 5.

CONTRASTES ENTRE LAS DOS TALLAS EN CADA NIVEL DE RACIÓN PARA EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* DE 0 A 14 DÍAS, EXPERIMENTO I.

Índice	Ración 0 Talla 1-Talla 2	Ración 1 Talla 1-Talla 2	Ración 3 Talla 1-Talla 2	Ración 5 Talla 1-Talla 2	Ración 10 Talla 1-Talla 2
Contraste	-0.005	0.0312	8.4×10^{-3}	0.0129	-0.009
Error estándar	0.0123	0.0157	0.0171	0.0156	0.015
Valor de t	-0.389	2.2839	0.0049	0.8257	-0.603
Significancia p	0.6998	0.0287	0.9961	0.4147	0.5503

FIGURA 1

MEDIAS AJUSTADAS PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LA RACIÓN Y LA TALLA EN EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* DE 0 A 14 DÍAS, EXPERIMENTO I.



Este mismo modelo se ajustó a la segunda fase de crecimiento, es decir, al incremento en peso registrado de los 14 a los 28 días. En este caso con el modelo ajustado se obtuvo un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.501$, así mismo, los efectos significativos fueron la interacción entre la temperatura y la talla ($p=0.0212$), y nuevamente la interacción entre la

ración y la talla ($p=0.0177$), y aunque la ración no fue significativa, estuvo muy cercana de serlo ($p=0.0533$) (Cuadro 6).

CUADRO 6.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* EN LABORATORIO DE 14 A 28 DÍAS, EXPERIMENTO I.

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Grados de libertad	Valor de F	Significancia P
Temperatura	4.4×10^{-7}	4.4×10^{-7}	1	0.0040	0.9502
Talla	0.00007	0.00007	1	0.4572	0.5031
Temperatura *Talla	0.00082	0.00082	1	8.0719	0.0212
Cámara(Temperatura, Talla)	0.00081	0.0001	8	0.6482	0.7321
Ración	0.00161	0.0004	4	2.5928	0.0533
Ración*Talla	0.00215	0.00054	4	3.4506	0.0177
Peso inicial	0.00005	0.00005	1	0.3532	0.5561
Error	0.01091	0.00016	35		

Como puede verse en los contrastes que se muestran en el cuadro 7, de las comparaciones de las 2 tallas en cada temperatura, la talla 2 registró mayores incrementos de peso que la talla 1 para ambas temperaturas, en la cual hubo incluso decrementos, aunque estas proporciones no se mantuvieron de una temperatura a la otra. En la temperatura de 17°C la diferencia de crecimiento de las tallas fue de 0.001g y para la temperatura de 23°C la diferencia fue más grande, 0.017 (Figura 2), no obstante, ninguno de los 2 contrastes fue significativo ($p=0.9115$ y $p=0.1788$, respectivamente).

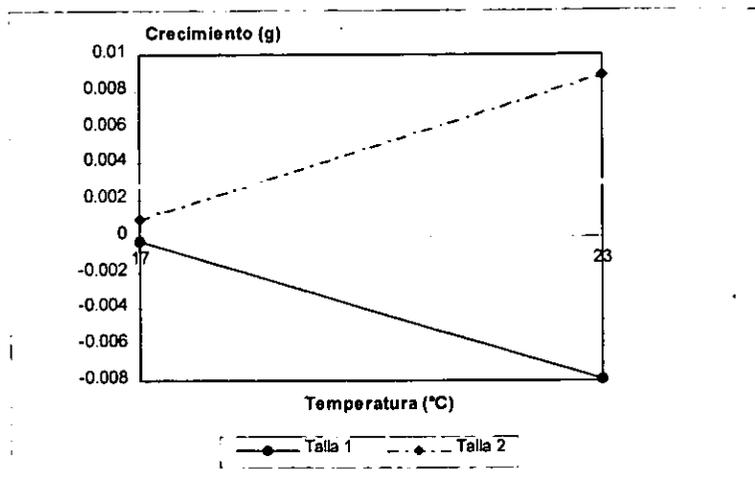
CUADRO 7.

CONTRASTES PARA LAS TALLAS EN CADA TEMPERATURA PARA EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* DE 14 A 28 DÍAS EXPERIMENTO I.

Índice	Temperatura 17°C	Temperatura 23°C
	Talla 1 - Talla 2	Talla 1 - Talla 2
Contraste	-0.001	-0.017
Error estándar	0.0111	0.0114
Valor de t	-0.115	-1.474
Significancia p	0.9115	0.1788

FIGURA 2

MEDIAS AJUSTADAS PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA TALLA EN EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* DE 14 A 28 DÍAS ESPERIMENTO I.



Para el caso de la interacción entre la ración y la talla los contrastes se muestran en el cuadro 8, donde se puede ver que para las raciones 3 y 10 la talla 1 presentó mayores crecimientos que la talla 2, con diferencias de 0.0002g y 0.0036g en cada caso y en las raciones 0, 1 y 5 fue la talla 2 quien registró mayores incrementos de peso, con diferencias de 0.005g para la ración 0, 0.012 g en el caso de la ración 5 y 0.032 g en el caso de la ración 1 (Figura 3). De todos los contrastes éste último fue el único que resultó significativo ($p=0.031$).

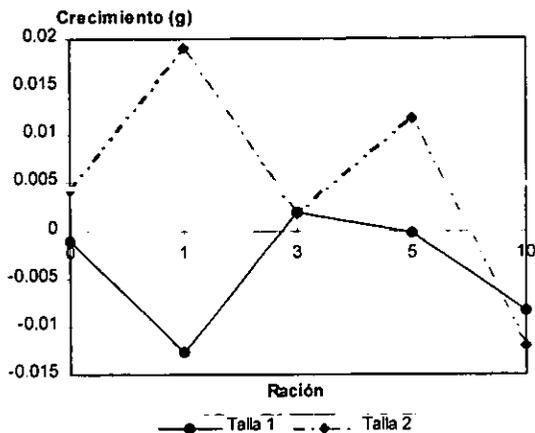
CUADRO 8.

CONTRASTES PARA LAS TALLAS EN CADA RACIÓN PARA EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* DE 14 A 28 DÍAS.

Índice	Ración 0	Ración 1	Ración 3	Ración 5	Ración 10
	Talla 1-Talla 2	Talla 1-Talla 2	Talla 1-Talla2	Talla 1-Talla2	Talla 1-Talla 2
Contraste	-0.005	-0.032	0.0002	-0.012	0.0036
Error estándar	0.0128	0.0141	0.0172	0.0154	0.0162
Valor de t	-0.426	-2.248	0.0124	-0.775	0.2249
Significancia p	0.6725	0.031	0.9901	0.4434	0.8234

FIGURA 3

MEDIAS AJUSTADAS PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LA RACIÓN Y LA TALLA PARA EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* 14 A 28 DÍAS, EXPERIMENTO I.



El modelo ajustado con las diferencias de los crecimientos alcanzados en las 2 fases, la segunda fase menos la primera, mostró un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.6205$, además, se mantiene el esquema reportado para los crecimientos individuales, ya que los efectos de ración ($p=0.0008$) y de interacción entre ración y talla ($p=0.0002$) fueron significativos en el modelo (Cuadro 9).

Con respecto a la ración, nuevamente donde se detectan diferencias significativas es en donde se encontraron las diferencias de crecimiento extremas ($p=0.0017$), es decir, entre la ración 1 (diferencia de crecimiento promedio ajustada de 0.0124g) y la ración 10 (diferencia de crecimiento promedio ajustada de -0.0389). En cuanto a la interacción entre la ración y la talla (Cuadro 10), únicamente en la ración 1 la talla 2 registró una diferencia mayor a la talla 1 (0.042 g), mientras que en las raciones 0, 3, 5 y 10 (0.0344 g, 0.0443 g, 0.0203 g y 0.0629 g, respectivamente), la diferencia en la talla 1 es mayor a la de la talla 2 (Figura 4), sin embargo, ninguno de los contrastes fue significativo ($p > 0.05$ en todos los casos).

Cabe mencionar que en todos los modelos se llevó a cabo un análisis exploratorio de los residuos para verificar los supuestos, así mismo, se probó normalidad de los mismos, sin que existieran problemas en ninguno de los casos.

CUADRO 9.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS DIFERENCIAS ENTRE LAS DOS FASES DE CRECIMIENTO DE *C. montezumae* EN LABORATORIO, EXPERIMENTO I.

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Grados de libertad	Valor de F	Significancia P
Temperatura	0.0003	0.0003	1	0.4182	0.5320
Talla	0.00045	0.00045	1	0.7798	0.3825
Temperatura *Talla	0.00082	0.00082	1	1.1193	0.3198
Cámara(Temperatura, Talla)	0.00591	0.00074	8	1.3130	0.2693
Ración	0.01381	0.00345	4	6.1274	0.0000
Ración*Talla	0.01699	0.00425	4	7.5487	0.0002
Peso inicial	0.0005	0.0005	1	0.8930	0.3511
Error	0.05189	0.00056	35		

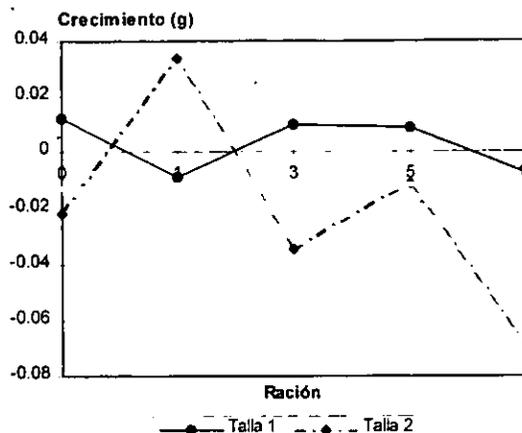
CUADRO 10.

CONTRASTES PARA LAS TALLAS EN CADA RACIÓN PARA LA DIFERENCIA DE LAS DOS FASES DE CRECIMIENTO DE *C. montezumae*, EXPERIMENTO I.

Índice	Ración 0	Ración 1	Ración 3	Ración 5	Ración 10
	Talla 1-Talla 2	Talla 1-Talla 2	Talla 1-Talla2	Talla 1-Talla2	Talla 1-Talla 2
Contraste	0.0344	-0.042	0.0443	0.0203	0.0629
Error estándar	0.0241	0.0274	0.0339	0.0301	0.0337
Valor de t	1.4299	-1.541	1.3082	0.675	1.868
Significancia p	0.1616	0.1324	0.1993	0.5041	0.0702

FIGURA 4

MEDIAS AJUSTADAS PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LA RACIÓN Y LA TALLA EN LA DIFERENCIA ENTRE LOS DOS CRECIMIENTOS DE *C. montezumae*, EXPERIMENTO I.



Experimento II

Para este experimento, aunque se probaron varios modelos el único que resultó significativo fue el modelo que se presentó en la metodología. Para el crecimiento en su primera fase, del primer día al día catorce, el modelo mostró un coeficiente de determinación de $R^2=0.9999$ y todos los efectos del modelo fueron significativos, proteína ($p=0.0030$), lípidos (0.0039), carbohidratos ($p=0.0036$) y el efecto cuadrático de la proteína ($p=0.0030$) (Cuadro 11).

Dando como resultado el modelo siguiente, donde Y es el crecimiento estimado:

$$Y_1 = -7.1496 + 1.1684(\text{Proteína } \uparrow) - 1.6235(\text{Lípido } \uparrow) - 0.3037(\text{Carbohidrato } \uparrow) - 0.0182(\text{Proteína } \uparrow)^2$$

Ocurre todo lo contrario con la segunda fase del experimento, es decir, el incremento en peso alcanzado del día 14 al día 30, pues aunque el coeficiente de determinación fue alto, $R^2=0.7831$, ninguno de los efectos del modelo resultó significativo ($p > 0.05$, para todos los casos) (Cuadro 12).

CUADRO 11.

RESUMEN DE EL MODELO PARA PROBAR EL EFECTO CUADRÁTICO DE PROTEÍNA Y EL EFECTO LINEAL DE LOS DEMÁS COMPONENTES DE LA DIETA EN EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* EN LA PRIMERA FASE DE CRECIMIENTO, EXPERIMENTO II

Fuente	Parámetro estimado	Error Estándar	Valor de t	Significancia P
β_0	-7.149618	0.039447	-181.2	0.0035
Proteína	1.16844	0.005497	212.55	0.0030
Lípidos	-1.025556	0.010022	-102	0.0059
Carbohidratos	-0.303723	0.001696	-179.1	0.0036
Proteína*Proteína	-0.018242	0.000085	-213.8	0.0030

CUADRO 12.

RESUMEN DE EL MODELO PARA PROBAR EL EFECTO CUADRÁTICO DE PROTEÍNA Y EL EFECTO LINEAL DE LOS DEMÁS COMPONENTES DE LA DIETA EN EL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* EN LA SEGUNDA FASE DE CRECIMIENTO, EXPERIMENTO II

Fuente	Parámetro estimado	Error Estándar	Valor de t	Significancia P
β_0	-8.826714	8.429065	-1.05	0.4853
Proteína	1.4009277	1.174647	1.19	0.4442
Lípidos	-1.96445	2.14159	-0.92	0.5274
Carbohidratos	-0.364023	0.362375	-1.00	0.4986
Proteína*Proteína	-0.021744	0.018233	-1.19	0.4442

Por último, como en el experimento anterior se ajustó el mismo modelo para las diferencias de crecimiento entre las fase 2 y 1, y en este caso nuevamente ninguno de los efectos fue significativo, e incluso el coeficiente de determinación fue muy bajo $R^2 = 0.1039$ (Cuadro 13). Cuando se compararon los crecimientos alcanzados con las diferentes dietas a partir del error calculado con las dietas 1 y 4, las cuales dado que tuvieron una composición muy similar se consideraron como repeticiones, en la primera fase ninguna de las dietas fue diferente de ninguna otra, aunque como se puede ver en la Figura 5 las dietas que alcanzan los crecimientos más altos

CUADRO 13.

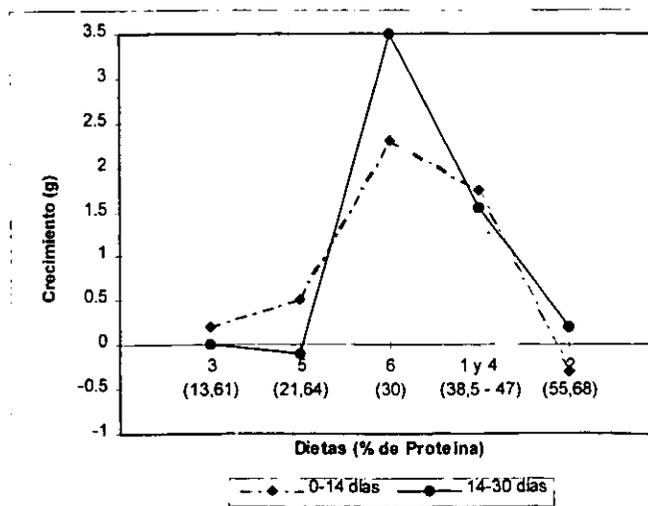
RESUMEN DE EL MODELO PARA PROBAR EL EFECTO CUADRÁTICO DE PROTEÍNA Y EL EFECTO LINEAL DE LOS DEMÁS COMPONENTES DE LA DIETA EN LA DIFERENCIA DEL CRECIMIENTO DE *C. montezumae* EN LAS DOS FASES EVALUADAS, EXPERIMENTO II

Fuente	Parámetro estimado	Error Estándar	Valor de t	Significancia P
β_0	-1.677096	8.389618	-0.20	0.8744
Proteína	0.2324877	1.16915	0.20	0.8750
Lípidos	-0.340914	2.131568	-0.16	0.8990
Carbohidratos	-0.060301	0.360679	-0.17	0.8945
Proteína*Proteína	-0.003502	0.018147	-0.19	0.8786

son la dieta 1 con la 4 y la dieta 6, sin embargo no difieren de las otras porque el error empleado (0.125) fue grande, no permitiendo detectar estas diferencias como significativas.

FIGURA 5

CRECIMIENTOS ALCANZADOS CON LAS DIFERENTES DIETAS EN LAS DOS FASES DE CRECIMIENTO DE *C. montezumae*, EXPERIMENTO II.



Para la segunda fase de crecimiento la dieta 6 alcanzó el crecimiento más alto difiriendo significativamente de todas las otras, el promedio de la dieta 1 y la dieta 4 fue el que registro el crecimiento en segundo término y nuevamente este promedio difirió significativamente de los crecimientos alcanzados con las demás dietas, en esta ocasión los crecimientos registrados para las dietas 1 y 4 fueron muy similares, de tal forma que el error utilizado para constrarar diferencias fue muy pequeño.

DISCUSIÓN

El incremento en peso, así como el aumento en la longitud son estimaciones para evaluar el crecimiento, ambas mediciones son prácticas y han proporcionado información valiosa sobre todo en campos como la acuicultura, donde el interés económico se centra en la producción global como resultado del incremento en biomasa y la sobrevivencia en un tiempo dado (Chapman, 1978). Sin embargo sería conveniente tener una explicación fisiológica de los resultados que se obtienen, considerando sobre todo algunos aspectos de nutrición como serían la asimilación del alimento proporcionado, la digestión de éste o el costo metabólico del procesamiento del suministro, referido como efecto calorigénico de la acción dinámica específica (Lee & Lawrence, 1985; Smith, *et al.*, 1985), que pueden ser de gran ayuda cuando se requiera tomar la decisión de elegir un tipo de dieta, o las condiciones en las cuales se tiene que administrar ésta.

La acuicultura en nuestro país es una rama que se está desarrollando, para algunas especies de peses, sobre todo, se realiza con buenos resultados. No obstante son pocas las especies en las cuales se ha implementado el cultivo, existe en general poca información sobre la biología de las especies, que permita determinar aquellas con potencial acuacultural y las condiciones óptimas para que se asegure el éxito de las mismas. En este tenor, cobran importancia los estudios a nivel de laboratorio, en donde se puede tener control sobre las variables de interés, manejando varias a la vez, con la posibilidad de analizar sus interacciones. Además de tener la ventaja de poder planear los experimentos de manera secuencial, con lo cual se puede ahorrar tiempo y recursos, además la planeación puede estar en función de encontrar aquellas combinaciones que maximizan la respuesta deseada (Méndez, 1980).

Experimento I

Como ya se ha mencionado el tipo de dieta es uno de los aspectos fundamentales a tomar en cuenta para analizar el crecimiento. En este estudio se empleó un ensilado de *Egeria densa*, como alimento, el análisis bromatológico de éste muestra un contenido proteico bajo para los requerimientos mínimos que se han reportado para estos organismos (Huner & Meyers, 1979, Clifford III & Brick, 1978; Hewitt & Irving, 1990 y Zein-Eldin & Corlis, 1976), y aunque este punto se discutirá más adelante es importante subrayar aquí que muy probablemente los crecimientos tan pequeños que se obtuvieron fueron debidos a que el valor nutritivo del alimento no fue adecuado. Por otro lado, es posible que este tipo de alimento no deba de ser descartado en su totalidad, hay que recordar que el acocil en su hábitat natural se alimenta de vegetación acuática y semiacuática, de invertebrados bénticos y detritus asociado (Holdich & Lowery, 1988; Goddar, 1988), las bacterias que se encuentran en los sustratos donde habitan estos organismos son una buena fuente de alimento, sobre todo para los organismos de las tallas más chicas (Moriarty, 1976). Además las macrofitas que en algunas ocasiones han sido utilizadas como fuente de proteína vegetal, son otro componente en la dieta que ha

proporcionado muy buenos resultados, incluso aportando una fuente de carotenos que permite a los organismos mantener su coloración normal, así como los pigmentos del hepatopancreas (Huner & Meyers, 1979; Brown, *et al.*, 1992 y Huner, 1984).

Los ensilados de algunos alimentos han sido utilizados en la elaboración de dietas empleadas en el cultivo de algunos organismos, principalmente en acuicultura. El valor nutritivo del alimento así preparado, al igual que cualquier otro que no sea sometido a algún proceso de este estilo, depende de la composición inicial de los alimentos. Sin embargo, tan solo una fracción de éstos va a ser asimilable por los organismos que lo ingieren. El proceso de descomposición actúa desdoblado los nutrientes principales haciéndolos más accesibles y logrando con ello mejores eficiencias de crecimiento (Cordero & Voltolina, 1990).

Aunque es probable que aún después de un proceso de ensilado la Elodea siga siendo un suministro bajo nutricionalmente, una combinación con otros elementos dietéticos puede dar buenos resultados. Tal es el caso del estudio de García (1991), quien obtuvo los más altos crecimientos en acociles empleando una combinación de Elodea y un alimento comercial.

En la producción de cualquier cultivo de organismos el rubro que demanda la inversión más fuerte de capital es el alimento que es suministrado, es por ello prioritario elaborar dietas de fuentes naturales cuyo costo sea bajo y con las cuales se puedan alcanzar eficiencias de crecimiento óptimas.

La temperatura es quizá el factor que tiene más efecto en los procesos fisiológicos de los organismos (Kinne, 1970; Prosser, 1990), sin embargo en este estudio no se encontraron diferencias significativas entre las dos temperaturas ensayadas en el crecimiento de estos organismos para ninguno de los análisis. Es posible que aunque existan diferencias a nivel fisiológico, éstas no se vean reflejadas en el crecimiento. Hay que recordar, por un lado que los incrementos en peso para todo el experimento en general fueron muy bajos, por lo que si existen diferencias entre las dos temperaturas éstas deben de ser mínimas, y por ello no fueron detectadas. Es posible que 28 días sea un lapso corto para evaluar el efecto de estos factores en el crecimiento, por lo cual sería más conveniente; o ampliar los periodos de observación o buscar índices fisiológicos más sensibles.

Por otra parte el hábitat del cual proceden estos organismos se caracteriza por presentar fluctuaciones bruscas de temperatura, tanto diarias como estacionales (Cornejo, 1991), por lo que estos organismos están adaptados a tolerar un amplio rango térmico.

Stephens (1985) al igual que Vernberg y Vernberg (1978), mencionan que los crustáceos ejercer la termorregulación a través de mecanismos compensatorios fisiológicos y de comportamiento que les permiten sobrevivir a una amplia gama de temperaturas.

Algunos autores mencionan que estos organismos son capaces de seleccionar una temperatura óptima para realizar sus diversas funciones cuando son dispuestos en un gradiente térmico (Brett, 1971; Reynolds, 1977 y Prosser & Nelson, 1981).

Para poder determinar un rango óptimo en el cual se desarrollen estos organismos es importante considerar varios factores; como estado de desarrollo, sexo, hora del día y época del año, entre otros (Crawshaw, 1974; McCauley, 1977 y Cornejo, 1991).

En un estudio realizado por Cornejo (1991), para acociles de esta misma especie encontró que organismos juveniles colectados en la época fría del año, con una talla máxima de 1.89 cm de longitud total, seleccionaban un rango de temperatura de 15-20 °C cuando eran colocados en un gradiente térmico, aunque las hembras seleccionaron temperaturas más altas, hasta de 30 °C, sobre todo para las horas de oscuridad.

En general los acociles tienden a ubicarse en ambientes de templados a fríos. Avault y Huner (1985) recomiendan para las especies que se cultivan en E. U. A. temperaturas entre 20 y 25°C, por su parte Re-Áraujo y Burcke (1985), encontraron un rango térmico intolerante para *Procambarus clarkii* entre 25-30 °C y un rango aceptable para su crecimiento entre 18-22 °C. Por su parte Cordero y Voltolina (1990), trabajando con esta misma especie ensayaron diferentes dietas a distintas temperaturas y encontraron que a la temperatura de 18 °C todas las dietas fueron mejor asimiladas.

Para este trabajo una de las temperaturas ensayadas, 17 °C, corresponde a la temperatura promedio del hábitat durante la época a la cual pertenecen los organismos empleados en este estudio, y la otra, 23 °C, representa el valor superior del rango de fluctuación de este factor, para esta misma estación (Aguilar, 1991). Por lo que si se considera que existe un componente estacional para los acociles, una temperatura de 17 °C podría ser la más recomendable para organismos de la época fría. Además si 23 °C es una temperatura que se puede presentar en esta estación, los acociles deben de tener la capacidad para sobrellevarla, aún y cuando les represente un costo energético mayor que sólo se vería reflejado en la exposición prolongada a este factor, dado que se puede considerar que una temperatura de 23 °C, para estos organismos, estaría ubicada en la zona de resistencia, pero no en la zona letal (Smith-Nelsen, 1980), ya que Maldonado (1990), en un estudio con esta misma especie definió, a partir del método TL_{50} , la temperatura letal superior en 34 °C, temperatura a la cual murió el 50 % de la población de acociles.

Zein- Eldin y Griffith (1966) estudiando el crecimiento de postlarvas de *Penaeus aztecus* encontraron los mejores crecimientos y las más altas sobrevivencias cuando las temperaturas experimentales se acercaban a los valores registrados en la colecta, y mencionan que dado que los organismos están sujetos a un proceso de aclimatización, se espera tener los valores de producción más altos en condiciones similares a las del hábitat en la época a la cual corresponden estos organismos.

El peso inicial introducido al análisis como una covariable no fue significativo para ninguno de los análisis efectuados. No obstante, se sabe que el crecimiento depende del tamaño de los organismos, por lo que en estudios donde se desea evaluar el efecto de algunos factores en el crecimiento es recomendable homogenizar en la medida de lo posible las tallas de los animales al inicio del experimento o tomar en cuenta esta variación al momento de hacer el análisis de los resultados a través de análisis de covarianza (Bordner, 1989 y Morrissy, 1989), por esta razón se incluyó siempre el peso inicial en los modelos, aun cuando resultó poco

significativo, además del hecho de que cuando dicho término entra en el modelo mejoran las propiedades distribucionales de los residuos.

En este experimento se consideró a la talla como un factor de interés, definiéndose así 2 clases talla, cada una de las cuales con un rango de 1g de peso húmedo, por lo que podemos considerar que dentro de cada talla la variación del peso inicial fue muy poca y por ello la covariable no resultó significativa.

La talla es un factor que se relaciona de manera inversa con el crecimiento, es decir, los organismos más chicos exhiben tasas de crecimiento mayores. En los primeros estados de desarrollo la mayor parte de la energía está destinada al crecimiento, conforme los organismos se aproximan a la madurez parte de la energía es canalizada al desarrollo de los aparatos reproductores, una vez en la madurez, cuando se ha alcanzado la talla definitiva la energía es básicamente destinada a la producción de gametos (González, 1990).

Lee y Lawrence (1985) evaluaron el efecto de la talla en el crecimiento de *P. setiferus*, ensayando 3 tamaños diferentes y encontraron que los camarones chicos crecieron dos veces más que los medianos y cinco veces más que los camarones grandes. En un estudio similar Smith y algunos de sus colaboradores (1985) encontraron una relación inversa entre la talla y el crecimiento que alcanzan *P. vannamei*.

En el estudio aquí presentado la talla como efecto principal no fue significativa para ningún caso, sin embargo, en todos los análisis su interacción con el nivel de ración resultó significativa, y así mismo en el crecimiento de 14 a 28 días la interacción de ésta con la temperatura. Este último fue un caso muy particular que no se volvió a presentar ni en el crecimiento de 0-14 días, ni en la diferencia entre los 2 crecimientos. La talla 2 presentó un crecimiento mayor a 23 ° C, mientras que la talla 1 en esta temperatura mostró un decremento mayor al que mostró para los 17 ° C.

Como se hizo mención anteriormente la temperatura para que un organismo tenga un crecimiento óptimo depende de su estado de desarrollo, de tal modo que aquellas temperaturas más favorables para algunas fases de desarrollo no son las más adecuadas para otras.

Existen pocas investigaciones sobre la cantidad de alimento suministrado a los organismos, en la mayoría de los estudios se implementan raciones *ab libitum* para que el alimento no sea una limitante para el crecimiento. Sin embargo esto no es lo más recomendable, Brett (1979), menciona que el crecimiento aumenta de manera lineal conforme aumenta la ración de alimento proporcionado a los organismos, no obstante, para valores grandes de la ración el crecimiento se estabiliza, haciéndose independiente de ésta, por lo cual, lo ideal sería suministrar la cantidad de alimento a partir de la cual el crecimiento ya no cambia. Esto contribuiría por un lado al ahorro en los costos de manutención y por otro al mantenimiento de la calidad del agua.

Miao y Shunchi (1993) estimaron las raciones óptimas para postlarvas de *Penaeus penicillatus* a 25 ° C entre 22 y 23% del peso corporal de los camarones, no obstante estas

raciones pueden estar sobre estimadas, ya que en el análisis de los resultados con diferentes niveles de ración para *C. montezumae* Aguilar (1991), define como raciones óptimas de crecimiento a las raciones de 3 y 5% del peso corporal de los acociles.

Por otro lado Brett (1979), expone que los animales más pequeños demandan una proporción mayor de alimento con respecto a su talla que los organismos mayores, en tales casos, se recomienda dividir las raciones en dos o tres periodos de alimentación, ya que la capacidad de los estómagos chicos es reducida, y la cantidad de alimento que pueden admitir es insuficiente para la demanda en tales estados de desarrollo.

La cantidad de alimento ingerido también va a depender de la composición de éste, Aguilar (1991) manifiesta que los organismos deben de poseer la capacidad de regular la magnitud de su ingesta en función de sus requerimientos nutricionales. Aunque hay que ser muy cuidadosos en este punto, Tyler y Dunn (1976) trabajando con *Pseudopleuronectes americanus*, así como Jones y Momot (1983) con *Orconectes virilis*, concuerdan en que existe una relación lineal entre la ingesta y la cantidad de alimento suministrado, como consecuencia de esto es posible que cuando el suministro alimenticio es elevado los animales ingieran más de lo que necesiten, y por lo tanto disminuyen la eficiencia de alimentación, esto se puede deber a que su actividad enzimática es mayor cuando el alimento es escaso (Kelso, 1972 y Aguilar, 1991).

La talla y la cantidad de alimento suministrado son dos factores que afectan al crecimiento y que están muy relacionados, como se vio para el crecimiento a los 14 y a los 28 días, así como para la diferencia entre estos. Con algunas raciones se obtuvieron mejores resultados para los acociles más grandes, mientras que los pequeños crecieron mejor en otras raciones. Según Brett (1979), se esperaría que los acociles grandes resistieran menos la carencia de alimento en las raciones menores que los organismos pequeños, pero este patrón no es muy claro para la evaluación de los crecimientos en cada tiempo, sin embargo para la diferencia entre crecimientos si se manifiesta esta tendencia, la talla 1 crece mejor en las raciones mayores (3, 5 y 10 % del peso corporal) que la talla 2, invirtiéndose el comportamiento en la ración 1% del peso corporal.

En términos generales los organismos más grandes se ajustaron mejor a las condiciones experimentales en la segunda fase de crecimiento que los organismos chicos, contrario a lo que ocurrió en la primera, aunque nuevamente los crecimientos alcanzados para ambas fases son mínimos, por lo que resulta muy arriesgado hacer aseveraciones, de hecho para ninguno de los casos las diferencias fueron significativas.

EXPERIMENTO II

El alimento suministrado es un aspecto fundamental a considerar en una empresa acuacultural, ya que de la calidad de éste dependerán en buena parte los resultados que se obtengan, además de que representa aproximadamente el 60% de la inversión de capital.

La mayoría de las investigaciones realizadas para incrementar las ganancias en la producción están encaminadas a la elaboración de dietas. Por un lado para determinar los requerimientos nutricionales óptimos para alcanzar los rendimientos más altos y poder efectuar un balance con los costos de los mismos, además de buscar alternativas para algunos componentes como lo ha sido la complementación con ensilados, de la cual se habló anteriormente.

En este estudio se ensayaron diferentes dietas considerando los tres componentes básicos, no obstante hay que tomar en cuenta que existen otros componentes que aunque son de menor importancia deben de estar presentes en la dieta para que ésta sea completa (Herper 1990; Martínez, 1993).

En la primera fase de crecimiento fue el único caso en que se pudo ajustar un modelo a los crecimientos. En este modelo se puede ver que el factor que tiene mayor efecto en las ganancias en peso es la proteína, el crecimiento aumenta conforme aumenta la proteína y disminuye cuando los carbohidratos y lípidos alcanzan valores altos.

La proteína es el componente medular de una dieta, ya que es el principal limitante para el crecimiento, además de representar el mayor costo en la elaboración de la misma (Smith, *et al.*, 1985). Por ello la mayoría de las investigaciones sobre este tema se ha dado a la tarea de designar los niveles óptimos de proteína para algunos organismos. Obviamente los valores óptimos están en función del tipo de organismos y de su estado de desarrollo, al parecer los requerimientos son mayores para los organismos pequeños, además de ser estos estados en los cuales se asimila más eficientemente, como lo mencionan Lee y Lawrence (1985) en su trabajo con *Penaeus setiferus*, donde encontraron que los camarones menores de 10 g presentaron más alta digestibilidad en las dietas con alto contenido proteico que los organismos mayores. Esto mismo ha sido apoyado por Smith, y otros investigadores (1985) en su estudio con *P. vannamei* quienes trabajando en un rango más amplio de talla, encontraron que independientemente de la talla la digestibilidad aumenta a medida que aumenta la cantidad de proteína, pero solo se ve reflejada en el crecimiento en los organismos pequeños.

Esto está relacionado con el hecho de que los crustáceos utilizan principalmente a las proteínas como sustrato y en las tallas menores la mayor parte de la energía que es ingerida en el alimento es canalizada hacia el crecimiento (González, 1990).

Algunos autores han mencionado que se obtienen crecimientos mejores cuando los niveles de proteína son altos. Esto ha sido expuesto en un estudio que realizó Huner (1984) con *Procambarus clarkii*, donde contrastó dos niveles de proteína (44 % y 24%) con y sin suplemento vegetal, registrando los más altos rendimientos en la condición de 44% de proteínas con suplemento vegetal. Por su parte Smith y colaboradores (1985) concuerdan en este punto, ya que en su trabajo anteriormente mencionado, en todas las tallas los camarones crecieron más en los ensayos donde la dieta contenía una proporción mayor de proteína.

No obstante hay que ser cuidadoso, en este estudio la proteína al cuadrado tiene un coeficiente de -0.0182 , esto indica que cuando la proteína tiene valores altos la relación que guarda con el crecimiento no es lineal, si no que tiende a estabilizarse, e incluso para un

porcentaje más alto (55.68 %) disminuye drásticamente, aunque este valor pudo haberse debido a otras causas que se discutan más adelante.

Investigaciones en las cuales se han explorado los niveles altos de proteína en las dietas han podido corroborar esto. Huner y Meyers (1979) mencionan que acociles de la especie *Procambarus clarkii* requieren un porcentaje mínimo de proteínas de 19.6%, por encima de este nivel el crecimiento aumenta conforme aumenta el porcentaje de proteína en la dieta, sin embargo los crecimientos con dietas entre 30 y 50% no presentan diferencias significativas, muy probablemente estos valores se encuentran por encima de los requerimientos para esta especie, y dado que la asimilación de proteínas tiene un límite, resulta infructuoso exceder tales límites.

La cantidad de proteína asimilada se ve reflejada en la acción dinámica específica, energía empleada en la utilización del alimento (Hewitt & Irving, 1990)

Clifford III y Brick (1978) trabajando niveles de proteína de 15 a 35 % en el crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii* encontraron que la acción dinámica específica aumentó de manera lineal conforme aumenta el porcentaje de proteína, entre los porcentajes de 15, 20 y 25, pero en los porcentajes de 25, 30 y 35 la pendiente se suaviza.

Es importante considerar además que algunos tipos de proteína son más fáciles de ser asimilados que otros que requieren un inversión de energía mayor, por lo que Hewitt e Irving (1990) mencionan que el porcentaje óptimo de proteína es el que disminuye más la tasa metabólica.

En crustáceos los niveles óptimos de proteína están entre 30 y 40 % (Zein-Eldin & Corlis, 1976; Clifford III & Brick, 1978; Huner & Meyers, 1979 y Hewitt & Irving, 1990). Lo cual concuerda con nuestros resultados, donde se alcanzaron los crecimientos más altos para los niveles de 30, 38.5 y 47 % de proteínas, aunque al nivel de 55% el crecimiento disminuyó drásticamente, esto pudo ser debido a varias razones; hay que recordar que aunque la proteína es el componente más importante en la dieta, los demás componentes también son indispensables, Clifford III y Brick (1978) mencionan que lo más conveniente es encontrar la fórmula de una dieta para el crecimiento óptimo no solo considerando la proteína, si no la combinación de los elementos principales, y para esta dieta el porcentaje de carbohidratos es mínimo, así mismo es la dieta que tiene el menor contenido de lípidos. Por otra parte es importante considerar la calidad de la proteína, ya que la proteína utilizable puede ser menor que la suministrada (Zein-Eldin & Corliss, 1976).

Por último García (1990) menciona que una dieta además de reunir los requerimientos nutricionales adecuados debe de cumplir con las exigencias de los organismos a quienes va a ser suministrada, es decir debe de ser palatable. En su estudio que realiza con esta misma especie encontró que la *Spirulina* no es aceptada por los organismos, ya que de todas las dietas ensayadas ésta fue la que registró la menor ingesta.

Con respecto a los carbohidratos, la literatura es escasa, Miguel (1992) menciona que no deben de exceder el 20% de la composición de una dieta, ya que en concentraciones elevadas disminuyen la digestibilidad de proteínas (Bautista, 1986) y de los lípidos (Catacutan, 1991).

Por su parte Catacutan (1991) probando diferentes niveles de carbohidratos no encontró diferencias significativas en el desarrollo de *Penaeus monodon* entre porcentajes de 5 a 35%.

Para la mayoría de los organismos los requerimientos de lípidos son mínimas, para crustáceos en general niveles entre 0 y 6% reportan buenos resultados, por arriba de estos hay decrementos notables. Aunque se desconoce la explicación de esta disminución, es posible que se altere la utilización de los lípidos y se de una deficiencia de la energía no proteica, por otro lado se sabe en cantidades excesivas, éstos pueden inhibir el apetito de los organismos. A pesar de no existir un nivel óptimo es importante que entre los lípidos suministrados se den los ácidos grasos esenciales (Davis & Robinson, 1986).

Los fosfolípidos son la principal forma de lípidos en la hemolinfa de los crustáceos. En un estudio que hacen Hilton y algunos de sus colaboradores (1984) ensayando diferentes concentraciones de Lecitina en *Macrobrachium rosenbergii* encontraron un nivel óptimo de 1%.

Los acociles son incapaces de sintetizar colesterol, por lo cual los esteroides deben de ser suministrados en la dieta, y aunque los requerimientos son mínimos, D'Abramo y sus colaboradores (1985) han recomendado un rango entre 0.5 - 1 % para *Pacifastacus lenisusculus*, se ha visto que en cantidades menores de ésta puede haber desbalance hormonal, siendo el colesterol un precursor de la síntesis de ecdisteroide, hormona necesaria para efectuar el proceso de muda.

Lochmann y otros investigadores (1992), al igual que Bordner y Conklin (1985), dan este mismo rango para *Procambarus clarkii* y mencionan que la mayoría de los crustáceos ya sea marinos o de agua dulce tienen requerimientos de esteroides entre 0.5 y 1 %, aproximadamente.

La tarea de elaborar una dieta no es sencilla, el principal problema es reunir los componentes adecuados a partir de los elementos con los que se cuenta. En acuicultura generalmente se utilizan harinas de pescado o soya y se complementan con algunos otros suplementos, dado que los requerimientos de un organismo están en función de su composición, algunos autores mencionan que el mejor alimento para crustáceos son los mismos crustáceos de tallas más pequeñas como *Artemia* spp o *Daphnia magna* (Castell, et al., 1989; Brown, et al., 1992 y Lee & Wickins, 1992).

Existen muchos estudios que han tratado el tema de la importancia de la alimentación en el crecimiento sobre todo en especies de crustáceos de importancia comercial, sin embargo se ha criticado la falta de estandarización en el diseño experimental, las condiciones de cultivo, las técnicas de análisis, etc., lo cual limita el valor de la información publicada y las posibles comparaciones de los resultados. Por ello se han creado algunas asociaciones en las que se busca establecer dietas de referencia estándar (SRD) que permitan las comparaciones de los estudios. Tras estos esfuerzos se han formulado algunas dietas, y se han hecho algunas

investigaciones con algunas especies de crustáceos para comparar sus rendimientos (Bordner, 1989; Castell, *et al.*, 1989 y Morrissy, 1989).

No obstante uno de los problemas más importante en este tipo de investigaciones sigue siendo el diseño de la investigación. En estos estudios se ha podido constatar que es prioritario contar con un diseño de investigación antes de iniciar el experimento, donde estén contemplados los aspectos de validez interna, a partir de controlar todos los posibles factores de confusión que puedan presentarse tanto al momento de planear el experimento como en el transcurso del mismo, y de validez externa, es decir, que los resultados que se obtengan puedan ser inferidos a las poblaciones de interés (Méndez, *et al.*, 1994).

Además hay que considerar el tipo de análisis a efectuar para sacar conclusiones a partir de los datos, y las limitaciones que este tipo de análisis pueda tener, como tipos de variables y escalas de medición además de número mínimo de repeticiones, este último punto muchas veces no se toma en cuenta. Sin embargo es necesario mencionar que este problema se presentó en el caso del segundo experimento que aquí se analizó, dado que no se contaron con repeticiones para las diferentes dietas solamente se contó con un grado de libertad para el error, por lo cual son dudosas las conclusiones que a partir del análisis se generan. Por otra parte hay que tener cuidado de no confundir los índices a evaluar, en el caso de este experimento algunas veces todos los índices a evaluar estaban en la condición baja para una dieta y es difícil discernir quien de ellos provoca un menor crecimiento. Por lo que podemos concluir que este experimento tuvo fuertes deficiencias de diseño al momento de su planeación.

Es posible que las variantes que se desea investigar sean muchas y el material con que se cuenta sea reducido, en este caso sería conveniente emplear factoriales fraccionados, estos diseños apriori consideran inexistentes algunas interacciones, lo cual se procura verificar con el proceso de la experimentación. Cuando se tienen muchos factores que influyen en un proceso se espera que sólo algunos de ellos sean importantes, pero se desconoce cuales de ellos tienen mayor efecto en la respuesta, de este modo se efectúa un experimento con algunos de ellos y según los resultados que se obtengan se van agregando nuevos tratamientos. A este tipo de experimentos se les denomina secuenciales (Méndez, 1977).

Por otro lado habría que controlar más algunos factores que no están siendo evaluados en el experimento porque la variación de estos factores se refleja en la variación de la respuesta, en este caso el crecimiento, y cuando la variación es muy grande no se pueden detectar diferencias entre los tratamientos que se desea contrastar.

Por último es posible que para tener un panorama más completo en experimentos sobre el crecimiento de este tipo de organismos se requieran periodos de tiempo mayores, que permitan ver los cambios, ya que en estos experimentos las diferencias de crecimientos fueron apenas detectables.

CONCLUSIONES.

El crecimiento de los acociles se ve afectado por diversos factores entre los cuales se pueden mencionar a la temperatura, que aunque en este estudio no resultó significativa por los niveles que se manejaron definitivamente es un factor que no se puede descuidar; la talla; el nivel de ración e interacciones con los factores anteriores.

Bajo las mismas condiciones de experimentación los organismos pequeños exhiben tasas de crecimiento más altas que los organismos de tallas más grandes, por lo que tienen requerimientos mayores de alimento y cuando este es limitado se ven más afectados.

Los niveles óptimos de ración para los acociles *C. montezumae* en esta fase de desarrollo están entre 3 y 5% de su peso corporal, raciones por debajo provocan decrementos en los organismos y por encima, las eficiencias de asimilación disminuyen mucho.

La proteína es el componente más importante en la formulación de dietas para evaluar el crecimiento de estos organismos, dado que es la principal fuente de energía, así como el principal componente estructural de la biomasa corporal. Sin embargo la combinación de los otros factores es fundamental para lograr una dieta que garantice buenos resultados.

Los niveles óptimos de proteína están entre 30 y 40%, los valores de lípidos no deben ser mayores de 10% y los valores de carbohidratos deben de estar entre 5 y 20 %.

Entre los niveles de proteína altos en las dietas (30, 38.5 y 47 %) no existen diferencias significativas en cuanto al crecimiento que se obtiene.

Los modelos estadísticos lineales, que representan el cambio de las medias de varias poblaciones, resultan una herramienta de mucha utilidad para analizar las respuestas de crecimiento en función de los diferentes factores, como temperatura, nivel de ración, talla, composición de la dieta, etc., en los experimentos a nivel de laboratorio con fines de aplicación a la acuicultura.

Para realizar experimentos de crecimiento en condiciones de laboratorio es fundamental controlar los factores de confusión, como pueden ser las variables que influyen en la calidad del agua, densidad de organismos, etc., disminuir la variabilidad en la respuesta, tratando de homogenizar variables como la talla de los organismos, y aumentar en lo posible las repeticiones por tratamiento, ya que como se vió en el experimento II las posibilidades de análisis se reducen cuando se tienen pocas unidades experimentales por tratamiento y los resultados obtenidos no son confiables.

LITERATURA CITADA.

- Aguilar, E. R. 1991. Crecimiento y producción del acocil *Cambarellus montezumae* (SAUSSURE) (CRUSTACEA:ASTACIDAE), empleando alimento vegetal. Tesis prof. Fac. De Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 68 p.
- Arrignon, J. 1985. **Crianza del cangrejo de río**. Acribia. Zaragoza, España. 327 p.
- Auvergne, A. 1982. **El cangrejo de río**. Mundi-Prensa. Madrid. 119 p.
- Avault, Jr. J. W. 1983. Crayfish species plan for the united States: Aquaculture. **Freshwater Crayfish**. 5:528-533.
- Avault, Jr, J. W. & J. V. Huner. 1985. Crawfish culture in the United States. (In) J. V. Huner & E. E. Brown (Eds) **Crustacean and mollusk aquaculture in hte United States** Avi Publishig Company, Inc. Westport, Connecticut. pp 1-61.
- Bautista, M. N. 1986. The response of *Penaeus monodon* juveniles to varrying protein-energy rations in test. **Aquaculture**. 53:229-242.
- Bordner C. E. & D. E. Conklin. 1985. Sterol requirement of cultured juvenile crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. **Aquaculture**. 49:245-255.
- Bordner, C. E. 1989. A Standard reference diet for crustacean nutrition research. V Growth and survical of juvenil dungeness crabs *Cancer magister*. **Journal of the world aquaculture society**. 20(3):118-121.
- Brett, J. R. 1971. Energetic responses of salmon to temperature. A study of some relations in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. **Amer. Zool**. 11: 99-113.
- Brett, J. R. 1979. Enviromental factors and growth (In) Hoar, W. S. (Ed) **Fish physiology** Academic Press. New York pp 599-675.
- Brown, P. B. , J. E. Wetzel II & A. Spacie. 1992. Evaluation of naturally-occurring organisms as food juvenile crayfish *Procambarus clarkii*. **Journal of the world aquaculture society** 23(3)
- Castell, J. D., J. K. Kean, L. R. D'Abramo & D. E Conklin. 1989. A Standard reference diet for crustacean nutrition research. I. Evaluation of two formulations. **Journal of the world aquaculture society**. 20(3):93-99.
- Catacutan, R. M: 1991. Apparent digestibility of diets with various carbohydrate levels and grown response of *Penaeus monodon*. **Aquaculture**. 95:89-96.
-

- Clifford III, H. C. & R. W. Brick. 1978. Protein utilization in the freshwater shirmp *Macrobranchium rosenbergii* **Proc World Maricul Soc.** 10:701-719.
- Cordero, B. & D. Voltolina. 1990. Short-term evaluation of three pelletized diets for the red crayfish *Procambarus clarkii* (Girad). Cientific note. **An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnología. Univ. Nal. Autón. México.** 17(1):147-152.
- Cornejo, R. N. 1991. Selección térmica del acocil *Cambarellus montezumae* (SAUSSURE) (CRUSTACEA:ASTACIDAE) y su correlación con algunos índices fisiológicos: diferencias estacionales. Tesis prof. Fac. De Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 53 p.
- Corona, S. 1993. Inducción de la ecdisis en el acocil *Procambarus digueti* bajo distintos fotoperiodos en condiciones de laboratorio. Tesis de maestría. UACPyP del CCH, maestría en Ciencias del Mar. Univ. Nal. Auton. Mexico 04 p.
- Crawshaw, L. I. 1974. Temperature selection and activity in the crayfish, *Orconectes immunis*. **J. Comp Physiol.** 95:315-322.
- Chapman, D. W. 1978. Production. (In) Bagenal (Ed.) **Fish Production in fresh water** IBP. No. 3. Blackwel Sci Pub. Oxford. 202-217 p.
- D'Abrano, L. R., J. S. Wright, K. H. Wright, C. E. Bordner & D. E. Conklin. 1985. Sterol requeriment of cultured juvenile crayfish, *Pacifastacus lenisusculus*. **Aquaculture.** 49:245-255.
- Davis, D. A. & E. H. Robinson. 1986. Estimation of the dietary lipid requirement level of the crayfish *Procambarus acutus acutus*. **Journal of the world aquaculture society** 17(1-4): 37-43.
- Fenchel, T. 1970. Studies on the decomposition of organic detritus derived from the turtle grass *Thalassia testudinum*. **Limnol. Oceanogr.** 15(1):14-20.
- Garcia, O. S. 1991. Efecto de diversas dietas sobre la sobrevivencia y crecimiento de crías del acocil *Cambarellus montezumae* (SAUSSURE) (CRUSTACEA:ASTACIDAE). Tesis prof. Fac. De Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 48 p.
- Goddard, J. S. 1988. Food and feeding (In) Holdich, D. M. & R. S. Lowery (Eds). **Freshwater crayfish. Biology management and explotation.** Croom Helm. London.
- González, M. I. D. 1990. Aspectos de las relaciones de energía en camarones juveniles de la especie *Penaues aztecus* Ives de Tamiagua, Ver. En su ambiente natural. Tesis prof. Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México 44 p
- Gosselink, J. G. & C. J. Kirby. 1974. Descomposition of salt marsh grass *Spartina alterniflora* (loisel). **Limnol. Oceanogr.** 19(5):825-832.

-
- Hand, D. J. & C. C. Taylor. 1987. **Multivariate analysis of variance and repeated measures**. Chapman and Hall. Great Britain. 261 p.
- Hepher, B. 1990. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge. U.S.A. 312 p.
- Hewitt D. R. & M. G. Irving. 1990. Oxygen consumption and ammonia excretion of the brown tiger prawn *Penaeus esculentus* fed diets of varying protein content. **Comp. Biochem. Physiol.** 96A(3):373-378.
- Hilton, J. W., K. E. Harrison & S. J. Slinger. 1984. A semi-purified test diet for *Macrobrachium rosenbergii* and the lack of need for supplemental lecithin. **Aquaculture**. 37:209-215.
- Hobbs Jr., H. H. 1988. Crayfish, distribution adaptive radiation and evolution (In) Holdich, D. M. & R. S. Lowery (Eds). **Freshwater crayfish. Biology management and exploitation**. Croom Helm. London. 52-82 p.
- Holdich, D. M. & R. S. Lowery (Eds). 1988. **Freshwater crayfish. Biology management and exploitation**. Croom Helm. London. 498 p
- Huner, J. V. & S. P. Meyers. 1979. Dietary protein requirements of the red crayfish *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapoda, Cambaridae). Grown in a closed system. **Proc. World Maricul. Soc.** 10:751-760.
- Huner, J. V. 1984. Growth response of juvenile male crayfish. *Procambarus clarkii* fed artificial diets supplemented with *Egeria densa* a vascular aquatic plant. **J. World Maricul. Soc.** 15:129-131.
- Huner, J. V. & O. V. Lindquist. 1984. Effect of temperature and diet on reproductively active male noble crayfish *Astacus astacus* subjected to bilateral eyestalk ablation. **J. W. Maricul. Soc.** 15:138-141.
- Huner J. V. (Ed). 1994 **Freshwater crayfish aquaculture**. Food products Press. New York, 312 p.
- Jones, P. D. & T. Momot. 1983. The bioenergetics of *Orconectes virilis* in two pothole lakes. **Freshwater Crayfish**. 5:117-125.
- Kelso J. R. M. 1972. Conversion, maintenance and assimilation for walleye, *Stizostedion vitreum vitreum*, as affected by size, diet, and temperature. **J. Fish. Res. Bd. Canada**. 29:1181-1192.
- Kinne, O. 1970. Temperature: animals-Invertebrates. (In) Kinne, O. (Ed) **Marine Ecology vol I. Enviromental factors pt 1**. Wiley Intersciences. London. pp 407-514.
-

-
- Latournerié, J., J. Pacheco, J. Fabian & M.L. Barbosa. 1993. Aspectos de la fisiología del acocil *Cambarellus chapalonus* (FAXON) del estado de Michoacán. Memorias del XII congreso Nacional de Zoología. Univ. Autón. Nuevo León. Fac. Ciencias Biológica.
- Lee, D. & J. F. Wickins. 1992. **Crustacean farming**. Blackwell scientific publications U. S. A. 392 p.
- Lee, P. G. & A. L. Lawrence. 1985. Effects of diet and size on growth, feed digestibility and digestive enzyme activities of the marine shrimp *Penaeus setiferus* Linnaeus. *J. World Maricul. Soc.* 16:275-287.
- Lochmann, R., W. R. McClain & D. M. Gatlin III. 1992. Evaluation of practical feed formulations and dietary supplements for red swamp crayfish. **Journal of the world aquaculture society.** 23(3)
- Maldonado, R. J. G. 1990. Respuestas al estrés térmico del acocil *Cambarellus montezumae* (Saussure). (Crustacea: Astacidae). Comparación de métodos. Tesis prof. Fac. De Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 46 p.
- Martínez, C. L. 1993. **Camaronicultura, (CICTUS)**. AGT Editor. México. 233 p.
- McCauley, R. W. 1977. Laboratory methods for determining temperatures preference. **J. Res Board. Can.** 34:749-752.
- Méndez, R. I. 1977. **Experimentos factoriales fraccionales**. Comunicaciones técnicas. IIMAS.
- Méndez, R. I. 1980. **Metodología de superficie de respuesta**. Comunicaciones técnicas. IIMAS.
- Méndez, R. I. 1981. **Modelos mixtos y aleatorios en el diseño y análisis de experimentos**. Comunicaciones técnicas IIMAS.
- Méndez, R. I., D. Namihira, L. Moreno & C. Sosa. 1994. **El protocolo de investigación**. Trillas. México 210 p.
- Miao, S. & T. Shunchi. 1993. Modeling the effect of daily ration and feeding frequency on growth of redbtail shrimp *Penaeus penicillatus* (Alock) at controlled temperatures. **Ecological Modelling.** 70:305-321.
- Miguel, G. F. 1992. Efecto de la temperatura sobre la sobrevivencia, crecimiento y diversos índices del metabolismo energético en crias de *Cambarellus montezumae* (SAUSSURE) (CRUSTACEA:ASTACIDAE). Tesis prof. Fac. De Ciencias Univ. Nal. Autón. México. 46 p.
-

-
- Momot, W. T., H. Gowig & P. D. Jones. 1978. The role of crayfish and their role in ecosystems. **Am Midl. Nat.** 99: 10-35.
- Montgomery, D. C. 1991. **Diseño y análisis de experimentos**. Iberoamericana. México. 589 p.
- Moriarty D. J. W. 1976. Quantitative studies on bacteria and algae in the food of the mullet *Mugil cephalus* L and the prawn *Metapenaeus bennettiae* (Racker and Dalla). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 22:131-143.
- Morones, F. 1991. Aspectos reproductivos bajo condiciones de laboratorio de *Cambarellus montezumae* (SAUSSURE) provenientes de la zona lacustre de Xochimilco. Informe final de servicio social. U.A.M. Xochimilco.
- Morrissy, N. M. 1983. Crayfish research and industry activities in Australia. New Guinea and New Zealand. **Freshwater Crayfish**.5:534-544.
- Morrissy, N. M. 1989. A standard reference diet for crustacean nutrition research. IV Growth of freshwater crayfish *Cherax tenuimanus*. **Journal of the world aquaculture society**. 20(3):114-117.
- Neter, J., W. Wasserman & M. H. Kutner. 1990. Applied linear statistical models. IRWIN. U.S.A.
- Paloheimo, J. E. & L. M. Dickie. 1966a. Food and growth of fishes. II Effects of food and temperature on the relation between metabolism and body weight. **J. Fish. Res. Bd. Canada** 23(6):869-908.
- Paloheimo, J. E. & L. M. Dickie. 1966b. Food and growth of fishes. III. Relations among food, body, size and growth efficiency. **Fish. Res. Board. Can.** 23(8):1209-1248.
- Pieczynska, E. & A. Jachimowicz-janaszek. 1988. Decomposition of *Elodea canadensis* (Rich) in relation to size structure of particles **Pol. Arch. Hidrobiol.** 32(2):167-180.
- Prosser C. L. 1990. **Environmental and metabolic animal physiology**. Jhon Wiley & Sons. Illinois. 578 pp.
- Prosser, C. L. & D. O. Nelson 1981. The role of nervous systems in temperature adaptation of poikilotherms. **Ann Rev. Physiol.** 43: 281-300.
- Re Araujo, A. D. & L. F. Buckle R. 1985. Crecimiento y sobrevivencia de *Procambarus clarkii* Girard (Crustacea, Decapoda) con diferentes temperaturas y dietas isocalóricas. **Ciencias Marinas. Méx.** 11(2): 39-68.
-

-
- Reynolds, W. W. 1977. Temperature as proximate factor in orientation behavior. **J. Fish. Res Board. Can.** 34: 734-739.
- Rodriguez, S. M. 1991. Influencia de la dieta en la eficiencia de asimilación: pérdida de energía por respiración y productos nitrogenados en el balance energético del acocil *Cambarellus montezumae* (SAUSSURE) (CRUSTACEA:ASTACIDAE). Reporte de servicio social. Univ. Autón. Metropolitana. Unidad Xochimilco.
- Rosas, M. M. 1976. Datos biológicos de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Mem. Simp. Pesq. INP. Tomo II 127-160p.
- Schmidt-Nielsen, K. 1980. **Animal physiology. Adaptation and environment.** Cambridge university Press. U.S.A. 560 p.
- Smith, L. L., P. G. Lee, A. L. Lawrence & K. Strawn. 1985 Growth and digestibility by three sizes of *Penaeus vannamei* Boone: effect of dietary protein level and protein source. **Aquaculture.** 46:85-96.
- Stephens, P. J. 1985. The effects of temperature and acclimation on crustacean nerve-muscle physiology **Biol. Bull.** 169:92-105.
- Tyler, A. V. & R. S. Dunn. 1976. Ration, growth and measures of somatic and organ condition in relation to meal frequency in winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*, with hypotheses regarding population homeostasis. **J. Fish. Res. Bd. Can.** 33:63-75.
- Vargas, L. 1989. Notas preliminares sobre el acocil *Cambarellus montezumae* (S.) del lago de Xochimilco, D. F. En memorias del VI Simposio sobre Fauna Silvestre. Fac. Medicina veterinari y Zootecnia. UNAM, México, 49 p.
- Vernberg, F. J. & B. Vernberg, 1978. Adaptation to extreme environments. (In) Vernberg, F. F. (Ed) **Physiological ecology of estuarine organisms.** The Belle W. Barusch library in Marine Science No. 3 Univ. South Carolina press. pp 165-180.
- Villalobos, F. A. 1983. Crayfishes of Mexico P.H.D. Thesis National and Autonomous Univ of Mexico. Smithsonian. Inst ans nat. Sci. Washington, D. C:
- Wiernicki, C. 1984. Assimilation efficiency by *Procambarus clarkii* fed elodea *Egeria densa* and its products of decomposition. **Aquaculture** 36:203-215.
- Zein-Eldin, Z. P. & G. W. Griffith. 1966. The effect of temperature upon the growth of laboratory-held postlarval *Penaeus aztecus*. **Biological Bulletin.** 131(1):186-196.
- Zein-Eldin, Z. P. & J. Corliss. 1976. **The effect of protein levels and sources on growth of *Penaeus aztecus*.** FAO Technical conference on aquaculture, Japan.
-

ANEXOS

ANEXO I

DATOS PARA EL EXPERIMENTO I DE CRECIMIENTO PARA ANALIZAR EL EFECTO DE LA TEMPERATURA, LA TALLA Y EL NIVEL DE RACIÓN.

Crecimiento (g) del día 1 al día 15.

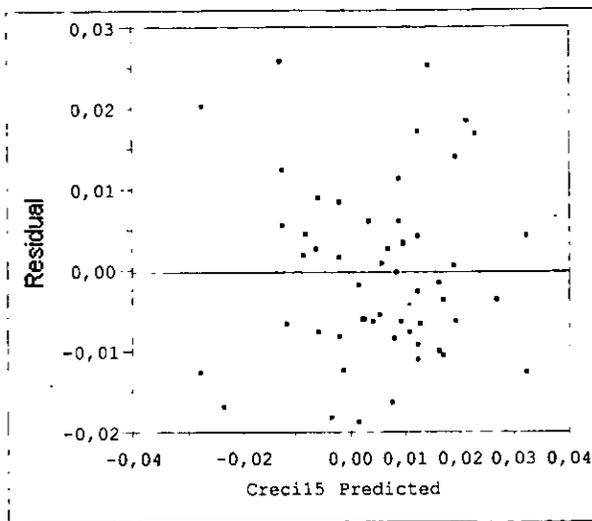
Temperatura (° C)	Talla	Cámara	R0	R1	R3	R5	R10
23	1	1	0.0133	0	-0.0167	-0.01	0.0067
		2	0.0034	0.015	0.0083	0	0.0017
		3	0	0.0034	0.0167	0.0205	0.0067
	2	1	0.0033	-0.0067	0.02	-0.0033	0.0366
		2	-0.0034	-0.04	0.01	0	0.0067
		3	0.0066	-0.04	-0.0083	-0.0033	0.04
17	1	1	-0.0213	0.0034	0.0066	0.01	0.04
		2	-0.0133	0.0066	0.03	0.0133	0.0133
		3	0	0.04	-0.08*	0.0133	0.0233
	2	1	0.01	-0.0066	-0.1833*	0.0683*	0.0067*
		2	-0.0133	-0.0067	-0.0017	-0.0183	0.015
		3	0.0133	-0.0733*	0.0334	-0.0033	0.02

Crecimiento (g) del día 15 al día 30.

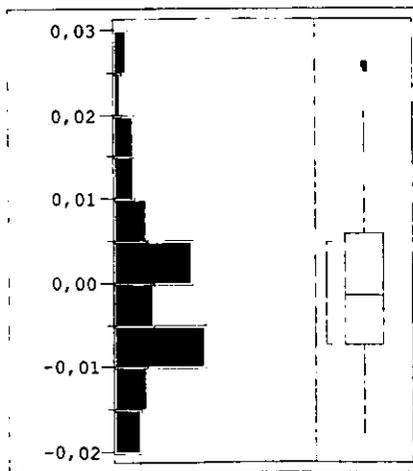
Temperatura (° C)	Talla	Cámara	R0	R1	R3	R5	R10
23	1	1	0	-0.01	-0.0033	-0.0033	-0.0317
		2	-0.0117	-0.025	-0.005	-0.0033	0.015
		3	-0.0033	-0.0017	0.02	0.0095	-0.0133
	2	1	0.0034	0.0417	-0.0017	0.03	-0.0266
		2	-0.0533*	0.01	-0.0066	0.0183	-0.01
		3	0	0.015	0.005	0	-0.015
17	1	1	0.005	-0.0034	0.0267	0.0167	-0.0167
		2	0.0183	-0.0033	-0.0067	0.0034	0.0134
		3	0	-0.01	0.0867*	0	0.0067
	2	1	-0.0117	0.0066	0.15*	-0.005	0.005
		2	0	0	-0.01	0	-0.135*
		3	0.01	0.02	0.0033	0.0033	-0.0283

* Son datos que se sacaron del análisis en cada caso porque se consideraron datos atípicos.

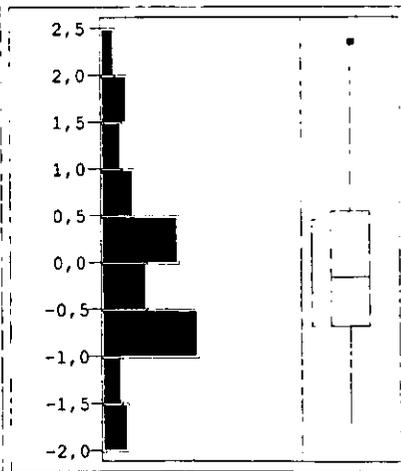
GRÁFICAS DE RESIDUOS PARA EL EXPERIMENTO I EN LA PRIMERA FASE DE CRECIMIENTO.



Residuos



Residuos estandarizados

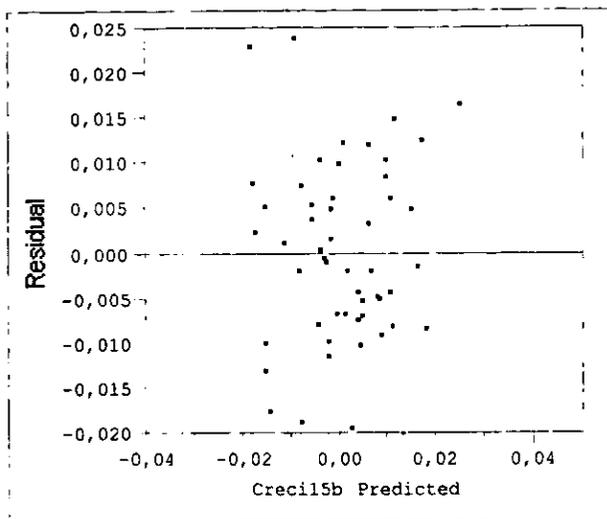


Prueba de normalidad Shapiro-Wilk:

W = 0.954 p = 0.066

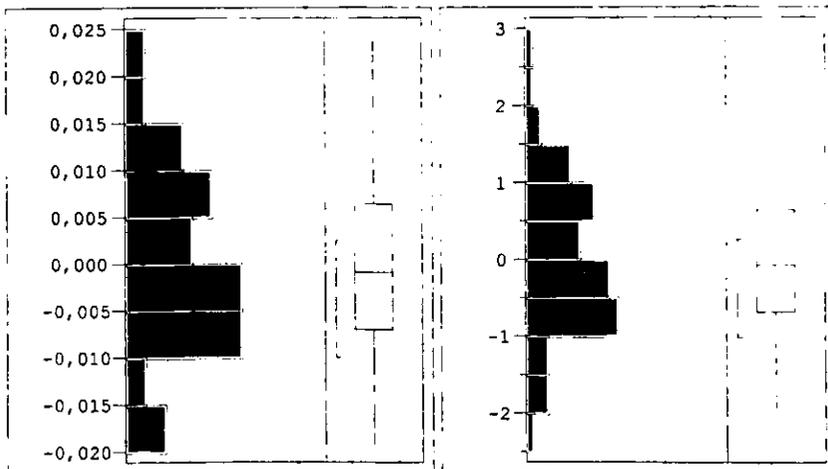
W = 0.953 p = 0.057

GRÁFICAS DE RESIDUOS PARA EL EXPERIMENTO I EN LA SEGUNDA FASE DE CRECIMIENTO.



Residuos

Residuos estandarizados

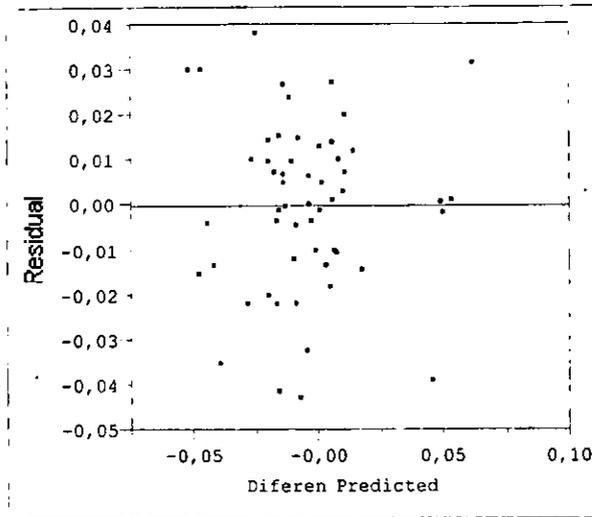


Prueba de normalidad Shapiro-Wilk:

W = 0.978 p = 0.635

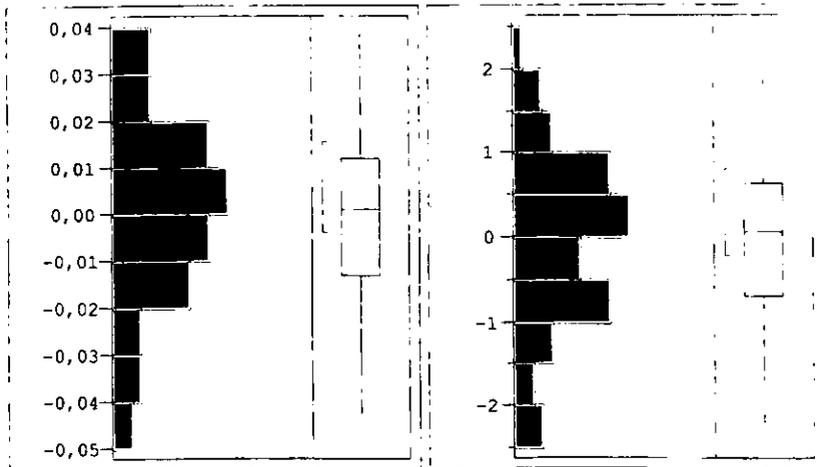
W = 0.979 p = 0.657

GRÁFICAS DE RESIDUOS PARA EL EXPERIMENTO I CON LAS DIFERENCIAS ENTRE LA SEGUNDA FASE DE CRECIMIENTO Y LA PRIMERA.



Residuos

Residuos estandarizados



Prueba de normalidad Shapiro-Wilk:

W = 0.973 p = 0.431

W = 0.968 p = 0.284

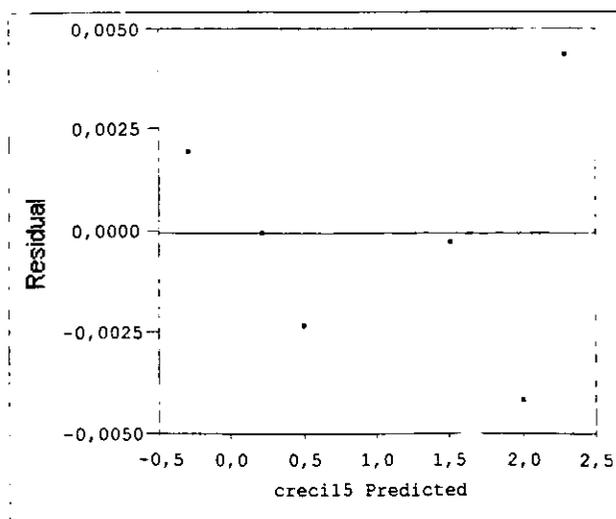
ANEXO II

DATOS PARA EL EXPERIMENTO II DE CRECIMIENTO PARA ANALIZAR LA COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS.

Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Crecimiento 0-15	Crecimiento 15-30
38.5	5.34	2.06	1.5	1.6
55.68	1.01	0.05	-0.3	0.2
13.61	0.65	13.56	0.2	0
47.0	3.17	1.05	2	1.5
21.64	1.94	19.56	0.5	-0.1
30.0	3.64	10.8	2.3	3.5

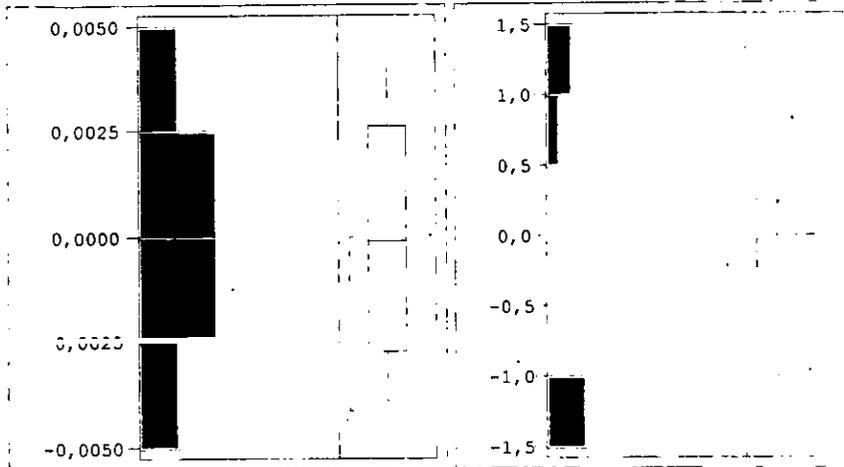
Los datos de crecimiento están dados en gramos y los datos de proteínas, lípidos y carbohidratos están dados en porcentajes.

GRÁFICAS DE RESIDUOS PARA EL EXPERIMENTO II EN LA PRIMERA FASE DE CRECIMIENTO.



Residuos

Residuos estandarizados



Prueba de normalidad Shapiro-Wilk:

W = 0.984 p = 0.964

W = 0.682 p = 0.003