



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL ACOCIL
Cambarellus montezumae (SAUSSURE) (CRUSTACEA:
ASTACIDAE), EMPLEANDO ALIMENTO VEGETAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

RAUL AGUILAR ESCOBAR

MEXICO, D. F.

1991

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 está 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.

I N D I C E

Resumen	1
Introducción	3
Material y Método	14
Resultados	
Ingesta	23
Eficiencia de Absorción	24
Eficiencia Bruta (K1)	25
Eficiencia Neta (K2)	26
Tasa Instantanea de Crecimiento (TIC)	28
Producción	29
Crecimiento	30
Sobrevivencia	31
Calidad del Agua	33
Discusión	
Ingesta y Eficiencia de Absorción	34
Eficiencia Bruta (K1) y Eficiencia Neta (K2)	37
Producción y Tasa Instantanea de Crecimiento (TIC)	39
Crecimiento y Supervivencia	40
Calidad del Agua	45
Conclusiones	49
Bibliografía Citada	51
Anexo	

R E S U M E N

El propósito de esta investigación se centró en evaluar el crecimiento y producción en acociles juveniles de la especie *Cambarellus montezumae* (Saussure), empleando *Egeria densa*, como alimento.

El diseño factorial de efectos fijos comprendió: dos temperaturas (17° y 23°C), dos clase talla (CT1 : 0.03-0.13 g y CT2 : 0.14-0.25 g) y cinco niveles de ración (NR) (0, 1, 3, 5 y 10% Pc/ej * día⁻¹). Los acociles se mantuvieron en cámaras de 1 l a razón de 3 ejemplares por unidad experimental (3 cámaras por NR), en las condiciones referidas .

Los índices evaluados fueron : Ingesta (mg/ej * día⁻¹), Crecimiento (mg), Eficiencia Bruta (K1), Eficiencia Neta (K2), Eficiencia de Absorción (%), Tasa Instantanea de Crecimiento (TIC), Producción y Supervivencia . Todos los índices fueron evaluados cada 14 días.

La ingesta se incremento acorde con el nivel de ración en todos los ensayos . La misma tendencia se observó en la fracción de proteínas y calorías ingeridas.

El crecimiento presento una alta variabilidad con respecto a ambas temperaturas, clase talla y niveles de ración, ya que estos factores resultaron ser significativos (P<0.05), en el transcurso del tiempo.

Se calcularon las eficiencias K1 y K2 de conversión de alimento ingerido, obteniendose que solo el tiempo tiene un efecto significativo (P<0.05), sobre las eficiencias de los métodos comparados.

La eficiencia de absorción, decreció acorde con el nivel de ración en ambas temperaturas y clase talla.

La TIC presentó los valores máximos en la CT1 de ambas temperaturas . En relación a la producción los valores más uniformes los presentaron los ejemplares de la CT2, siendo estos no muy diferentes con los de la CT1 . Los factores que influyeron en la TIC fueron el tiempo y CT siendo significativo ($P < 0.05$) y en el caso de la producción sólo el tiempo fue significativo ($P < 0.05$).

Las curvas de sobrevivencia para los diversos ensayos fluctuaron entre 11 y 95% .

Los parámetros fisico-químicos registrados en el transcurso del experimento estan dentro del rango que cita la literatura especializada en el cultivo e investigación de organismos acuáticos.

I N T R O D U C C I O N

Dentro de la clase crustácea se incluyen gran número de especies que presentan una enorme diversidad en cuanto a morfología, fisiología, nutrición, habitats, función ecológica y posibilidades de explotación.

Las investigaciones sobre requerimientos nutricionales de crustáceos son relativamente recientes, no habiéndose llegado a soluciones definitivas que puedan resolver los problemas que plantea la explotación comercial. Por otra parte, es grande la diversidad taxonómica de las especies a considerar, por lo cual pueden esperarse notables diferencias en cuanto a sus necesidades nutritivas.

Como rasgo general, las crustáceos de interés comercial son animales omnívoros, incluyendo una amplia variedad de alimentos en su dieta natural, tales como fito y zooplankton, vegetales y animales de mayor tamaño así como detritus de diversos orígenes (Huner, 1989a; Avault, 1983; Arrignon, 1985; New, 1976). No obstante, debe tenerse en cuenta que las fuentes de alimentación varían considerablemente, entre las diferentes especies de este grupo incluso dentro de la misma especie, dependiendo de las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollan y de las distintas fases de su ciclo vital.

Las dietas comerciales para peces y crustáceas incorporan desde hace tiempo, diversos productos vegetales como aporte energético y, en cierta medida, de proteína. Sin embargo debería señalarse que tan solo aquellas harinas vegetales con un cierto nivel proteínas, se deberían considerar como auténticas fuentes de proteína, aunque sus posibilidades como alternativa de otros componentes (harina de

pescado) hayan sido ya establecidas en muchos casos. Así, existen productos vegetales que se consideran fuentes proteicas secundarias y cuyo nivel de incorporación a las dietas es, de forma, muy restringida (5-15% (New, 1976).

En el caso de las acociles una gran variedad de plantas acuáticas son una fuente muy importante de alimentación.

Boyd, (1968a) realizó estudios de diversas plantas vasculares acuáticas en donde propone el cultivo de diversas especies como forraje para alimentación del hombre y animales terrestres y acuáticas. En otro trabajo también Boyd, (1970b) analizó químicamente varias plantas acuáticas como fitoplancton, algas, plantas sumergidas como emergentes, obteniendo buenos resultados y concluye que la vegetación acuática representa una fuente potencial de proteínas.

Las cangrejos de río o acociles son omnívoros, con tendencia carnívora o herbívora, según las circunstancias de las distintas especies. Al respecto Avault et al. (1985) señala que, la mayor parte de la dieta de estos animales consiste en detritus enriquecidas microbiológicamente. La materia animal (gusanos, insectos y sus larvas, etc.) es especialmente importante, como fuente de alimento, para los acociles inmaduros. Las algas y otras plantas acuáticas pueden constituir, según las circunstancias, una considerable proporción de la dieta. No obstante, Cukersis (1984,) afirma que *Astacus astacus* es principalmente vegetariano indicando que este tipo de alimento puede alcanzar una proporción del 85% de la dieta, mientras que el componente de origen animal puede llegar al 50% en determinadas condiciones fisiológicas y ambientales. Garces y Avault, Jr. (1985) trabajando con *Procambarus clarkii* en estanques piloto y utilizando como forraje plantas acuáticas como

arroz (*Oriza sativa*), vegetación silvestre y hierba cocodrilo (*Alternanthera phytolerooides*), solas y en combinación, encontraron que la mezcla arroz -hierba cocodrilo produjo los mejores rendimientos en la producción de acocil (2882 kg/ha).

Trabajando con la misma especie Goyert y Avault, Jr. (1977) y utilizando productos agrícolas determinaron el crecimiento en diferentes combinaciones, cabe resaltar que en esta investigación se probaron diversos alimentos con un proceso de envejecimiento el cual fue producido por actividad microbiana en condiciones aerobicas y que fué evaluado mediante el cociente C:N, de los productos obtenidos.

El sistema del detritus es importante en el cultivo del acocil (Goyert, 1978, Huner, 1978 y Milthner, 1980 citados en Garces y Avault, Jr 1985). Tenny y Waksman, (1930, citado en Goyert 1977) demostraron que la descomposición aeróbica produce más proteínas que la descomposición anaeróbica.

Diversos trabajos con *P. clarkii* han utilizado como forrajes una gran variedad de plantas acuáticas, en distintas proporciones y combinaciones, con utilización de estiércol de diferentes animales (Caves, bovinas, etc) habiendose encontrado buenos resultados en el crecimiento y sobrevivencia de esta especie. El factor densidad tambien ha sido investigado con acociles de diferentes edades y en condiciones diversas tanto de laboratorio como en estanques piloto y a nivel comercial (Chien y Avault, Jr. 1983a, Johnson, Jr., Glasgow y Avault, Jr. 1983, Johnson, Jr. y Avault, Jr 1982, Johnson, et al 1982, Witzig, Avault, Jr. y Huner 1983).

Huner (1984) evaluando una dieta comercial y empleando como alimento suplementario a la planta acuática *Elodea densa* encontró que la combinación *Elodea densa* -alimento comercial produjo los mejores rendimientos. Por otra parte resultados obtenidos por Cange, y colaboradores (1982), demostraron que la combinación arroz (*Oryza sativa*) con un pelletizado comercial, obtuvieron buenas cosechas en *P. clarkii* y *P. acutus acutus*.

Ahora bien, cabe señalar que en diversas especies de acociles, se han realizado investigaciones en varios rubros, que incluyen : respuestas fisiológicas, requerimientos nutricionales, crecimiento, sobrevivencia, producción, y diversos aspectos de ecología (Huner y Lindquist, 1985, Huner y Meyers, 1979, Wiernicki, 1984, Fernández et al. 1983, Celada, et al 1989, Rusdquist y Goldman 1983, Pursiainen et. al 1983, Hogger, 1986).

Las investigaciones ecofisiológicas fueron iniciados principalmente en peces dando un gran aporte en el campo de la Bioenergética, este enfoque primario, ha ampliado su acción a un gran número de organismos acuáticos como son las experiencias realizadas en nemátodos, moluscos y crustáceos.

La vida animal existe como un estado termodinámicamente inestable, cuya continuidad depende del equilibrio existente entre la incorporación de energía con los alimentos y la producción de calor como consecuencia de los procesos de mantenimiento.

Así si la dieta proporciona menos energía de la que el animal necesita para mantener sus procesos vitales y soportar sus actividades voluntarias, además del alimento, se catabolizarán los tejidos corporales. Adicionalmente, los animales necesitan energía para el crecimiento, la reproducción y la actividad física general.

La Bioenergética consiste en el estudio de este balance, entre el aporte dietario de energía, gasto y ganancias y requiere de un exámen de los procesos fisiológicos por las que la energía se transforma dentro de los organismos vivos. (Duncan y Klekowski, 1975).

La comprensión y estudio de la energética nutricional de cualquier animal, incluidos los peces, moluscos, crustáceos, etc., es una base necesaria para la consecución de un régimen dietario equilibrado y adecuado a un determinado ambiente físico. La definición completa de los requerimientos nutritivos y energéticos, depende del conocimiento de la proporción en que la energía contenida en los componentes de una dieta es catabolizada como combustible o anabolizada para constituir reservas tisulares.

Ege y Krogh (1914, citado en Cho, 1986) aplicaron a los peces los principios de la bioenergética, en tanto Ivlev (1939) extendió esos estudios a la carpa. Más recientemente, se han realizado investigaciones sobre la utilización y gasto de la energía por varias especies de peces (Brett, 1971; Niimi y Beamich, 1974; Eldridge, et al 1982. Pandian (1987 a) realizó estudios comparativos en alimentación evaluando los siguientes índices: digestión, absorción y conversión en el pez *Megalops cyprinoides*, alimentado con el pez mosquito *Gambusia affinis* y con el camarón *Metapenaeus monoceros*. En otra investigaciones del mismo autor (1987 b,c) trabajando con los peces, *Megalops cyprinoides* y *Ophiocephalus striatus*, evaluó diversos índices sobre digestión, absorción y conversión de alimento.

Por otra parte Brett (1977a) midió la tasa de crecimiento y la eficiencia de conversión en el salmón *Oncorhynchus nerka*, utilizando diferentes dietas y planes de nutrición. Tres aspectos relacionados

con la alimentación de *Oncorhynchus nerka* fueron estudiados por Brett (1971b) empleando un alimento comercial, los aspectos examinados fueron tiempo medio de saciación, alimentación voluntaria y máxima alimentación.

Brett y Shelbourn (1975) midieron en juveniles del salmón *Oncorhynchus nerka* la tasa de crecimiento en relación al tamaño del pez y en diversos niveles de ración.

Hidalgo, y colaboradores (1987) determinaron en el robalo *Dicentrarchus labrax*, la ración óptima del alimento en relación a la temperatura del agua, como también la tasa de crecimiento y la eficiencia de conversión Bruta pero no evaluaron la eficiencia de proteína.

En el caso de las diversas especies de crustáceos los estudios en el campo de la bioenergética se han desarrollado en las últimas décadas, tomando como base las investigaciones en peces. Este enfoque ha permitido un desarrollo posterior de técnicas apropiadas en los crustáceos, redituando en incrementos significativos de la producción.

En el caso de acociles Jones y Momot, (1983) examinaron el desempeño de poblaciones naturales de *Orconectes virilis*, en dos lagos de Norteamérica, mediante un criterio bioenergético.

Adegboye, (1983) investigó la condición fisiológica estandar de el acocil *P. acutus acutus* determinando el factor de condición 'K' y el factor de condición 'F'.

Re Araujo y Bückle (1985) trabajando con crías de *P. clarkii* reportan su crecimiento y sobrevivencia al ser sometidas a diferentes temperaturas y dietas isocalóricas, concluyendo que el rango más aceptable de temperatura se localiza entre 18 y 20^o, y una mejor sobrevivencia con la dieta animal.

Wiernicki (1984) estableció la eficiencia de asimilación para *P. clarkii* utilizando *Etodea densa* con diferentes grados de descomposición, para diversas clases tallas.

Brown, et al (1989) examinaron los coeficientes de energía metabolizable en la digestibilidad de adultos, *P. clarkii*, asociados a los efectos de dietas experimentales.

El suministro de alimento fresco, ha constituido hasta hace poco tiempo, la base fundamental de la alimentación de crustáceos en cultivo. Pero las dificultades, cada vez mayores, en su obtención, junto con los problemas de su conservación y manejo, han encarecido progresivamente los costos, de manera que la sustitución por el alimento comercial se ha hecho necesaria. En muchos casos, sin embargo, esta sustitución no se ha realizado por completo, puesto que los excelentes resultados conseguidos mediante una combinación de los dos parecen indicar que la presencia de una cierta fracción del alimento natural, o de algún metabolito esencial contenido en él, todavía es necesaria (García, 1991; Fernández, et al., 1983).

Puesto que la alimentación constituye uno de los principales puntos en el cuadro de costos de una explotación comercial y teniendo en cuenta los problemas planteados por el alimento y los requerimientos nutricionales, el desarrollo de una dieta efectiva y económica es un requisito esencial para el éxito del cultivo.

La acuicultura es una actividad muy compleja en donde el conocimiento de factores bióticos y abióticas es muy importante, como también la biología del organismo que se desee cultivar dentro de esta biotecnología, los candidatos deben de cumplir con ciertos criterios de selección, para que su explotación sea un éxito, entre estos pueden citarse :

- 1.- Fácil adaptación al cautiverio.
- 2.- Alta reproducción.
- 3.- Rápido crecimiento y alta sobrevivencia.
- 4.- Bajos costos en el mantenimiento y alimentación.
- 5.- Resistencia a enfermedades.
- 6.- tolerar densidades medias y altas.
- 7.- Responder en cuanto a su sabor y costo, al gusto del consumidor, y que su carne al ser apreciada cubra las exigencias del mercado.

(Bardach y Ryther, 1986, Webber y Riordan, 1976).

Existen en México y en el mundo tres sistemas de cultivo que se practican, siendo estas : extensivo, semi-intensivo e intensivo opciones donde el productor escogerá el sistema más apropiado tomando en cuenta sus recursos económicos, así, el cultivo puede ser de dos formas; monocultivo y policultivo. Este último ha aportado mejores beneficios en cuanto a producción que el primero. Esto también va a depender de las especies a cultivar ya que no todas pueden adoptarse al modelo de policultivo debido a las características de su biología, alimentación, conducta, etc.

En el caso de los acociles estos han sido cultivados en Europa y E.U.A., en donde su tecnología es avanzada y son apreciadas por su importancia económica.

Huner (1988) enfatiza la importancia económica de los acociles como una industria, en E.U.A., donde los Géneros *Procambarus*, *Orconectes* y *Cambarus* se ubican entre las más importantes.

Los acociles son invertebrados que dominan el macrobentos en diferentes latitudes del mundo. Alrededor de 500 especies divididas en tres familias: Astacidae, Cambaridae y Parastacidae. En donde

géneros como *Astacus*, *Austropotamobius*, *Cherax*, *Euastacus*, *Orconectes*, *Pacifastacus* y *Procambarus*, son las que tienen una importancia comercial y recreativa. (Huner, 1981, 1983, 1989, Avault, Jr y Huner, 1985; Auvergne 1982, Arrignon 1985).

Morrissy, (1983) reporta las actividades en el cultivo de acociles en Australia, Nueva Guinea, Nueva Zelanda y Tasmania en donde la explotación comercial de las especies *Cherax destructor* y *C. tenuimanus*, *Euastacus armatus*, *Astacopsis gouldi* y *Paraneopros* sp., representan un gran potencial alimenticio para la población.

El acocil rojo *Procambarus clarkii* es una de las especies más cultivadas en todo el mundo, teniendo una producción anual alrededor de 80-90,000 tons. El acocil blanco *P. acutus acutus* es una especie potencial para su cultivo, siendo originaria del Noroeste de México y solo se encuentra en E.U.A. y Canada, (Davis, 1987; Huner, 1981, Avault y Huner, 1985).

Con relación al policultivo Huner, y colaboradores (1983), realizaron un trabajo en estanques donde conjuntan a diferentes especies de peces con crustáceos. Estos autores obtuvieron buenos resultados y proponen el policultivo como una alternativa para una mayor producción. También Martino y Wilson (1986) realizaron un estudio similar obteniendo resultados significativos.

Los Cambarinos son crustáceos decápodos de agua dulce que habitan gran parte de los arroyos y depósitos lacustres de Guatemala, México, Cuba y E.U.A. Estos animales se localizan en depósitos, pequeños estanques o bien regiones lacustres y en donde la vegetación sumergida está representada entre otras especies por *Myriophyllum*, *Egeria* (Villalobos, 1955 ; 1983).

Cambarellus montezumae es una especie endémica de México y se localiza en toda la cuenca del Valle de México, ocupando residuos

lacustres que han quedado como recuerdo del enorme depósito de agua que cubrió una gran superficie de ella. Esta especie fue estudiada a nivel taxonómico por Villalobos (1955, 1983) realizando una descripción detallada de la especie. Este organismo no tiene una gran importancia económica a nivel comercial pero en nuestro país representa una fuente de alimento en las comunidades rurales, siendo una especie subexplotada y poco estudiada

Recientemente se han realizado investigaciones con un enfoque ecofisiológico tendientes al cultivo del acocil *Cambarellus montezumae* (García 1991).

En la actualidad el consumo del acocil sigue siendo importante en las zonas rurales y en las ciudades dentro de la clase de bajos recursos de nuestro país.

Por ende, siendo México un país con una gran variedad de recursos acuáticos subexplotados, y constituyendo el acocil *C. montezumae* una fuente de alimento para diversas especies de animales incluyendo al hombre, la explotación comercial de esta especie debe ser considerada en un futuro próximo, dada la problemática actual del país en el renglón alimenticio.

La biotecnología acuacultural en nuestro país esta a la zaga en relación a otros países, por lo que necesario actuar con los recursos que disponemos para el desarrollo de esta actividad. Es así, que dentro de esta investigación se propone el uso de la planta acuática *Egeria densa* como una fuente alimenticia que cumple con los requerimientos nutricionales mínimos para el desarrollo y crecimiento del acocil *Cambarellus montezumae*. En base a lo anterior, nos hemos planteado los siguientes objetivos en el presente estudio :

Objetivo general : Evaluar a la planta acuatica *Egeria densa* como una fuente alternativa y económica en la alimentacion, desarrollo y crecimiento del acocil *Cambarellus montezumae*.

Objetivos particulares:

- 1) Medir el crecimiento y sobrevivencia del acocil *Cambarellus montezumae* con el alimento ofrecido.
- 2) Monitorear diversos indices fisiológicos relacionados con su crecimiento y producción en un tiempo dado.
- 3) Delimitar las condiciones óptimas para los factores en ensayo y su incidencia en la sobrevivencia y crecimiento.
- 4) Contribuir al conocimiento de los requerimientos básicos para el cultivo del acocil *Cambarellus montezumae*.

MATERIAL Y METODO

los acociles juveniles que fueron empleados en esta investigación fueron colectados en la presa Guadalupe Victoria en el Municipio de San Miguel Almaya, Estado de México, localidad descrita ampliamente por Maldonado, (1990).

Las capturas se realizaron en los meses de Enero y Febrero de 1990, con el arte de pesca llamado chayo y con redes de cuchara con una luz de malla de 1/8 de pulgada. Los animales capturados fueron colocados en bolsas de polietileno con agua del medio y con una atmósfera saturada de oxígeno, estas bolsas fueron colocadas en cajas de plástico de 40 L para su transportación al laboratorio de Acuicultura de la UAM-Xochimilco, donde se mantuvieron los organismos previo a la fase experimental.

Los acociles se mantuvieron en cajas de plástico de 20 y 40 L con agua del medio, aireación constante y fueron alimentados *ad libitum* con *Egeria densa*. Esta especie fue colectada en la referida presa, ya que es la planta acuática más abundante y se consideró para esta investigación como el alimento a evaluar.

PREPARACION DEL ALIMENTO

Para la obtención del alimento se requirió de un molino rústico, el cual fue utilizado para moler la planta de manera que el producto fuera lo más regular posible este se colocó en garrafones de vidrio de 20 L que se forraron para evitar la acción de la luz durante la fase de incubación. La planta fue puesta a razón de 2.5 Kg. del molido con 15 L de agua desclorada y 225 ml de inóculo (sedimento y agua del medio). Posteriormente fue colocado un tapon de plástico con dos tubos de vidrio en donde uno de ellos sería para

la aireación y otro para la salida de los gases provocados por el proceso. El dispositivo se mantuvo a temperatura de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante un lapso de 10 días. Este procedimiento tiene afinidad con lo reportado por (Fenchel,1970; Wiernicki,1984; Pleczynska, et al., 1988). Al término del proceso de descomposición, el vegetal remanente fue colectado en red de 1/16 de pulgada y refrigerado para su posterior utilización. De este alimento se realizó un análisis bromatológico, como también su valor calórico que fue determinado en una bomba calorimétrica marca Parr (ver Cuadro II).

DISEÑO EXPERIMENTAL.

De los acociles juveniles se delimitaron dos clases tallas para la realización de esta investigación : clase talla uno (CT 1) de 0.03 a 0.13 g, clase talla dos (CT 2) de 0.14 a 0.25 g, independientemente de su sexo. Los acociles fueron pesados en balanza analítica marca Sartorius modelo A210 P, previo secado con papel absorbente.

Las temperaturas empleadas en los ensayos fueron 17 y 23°C , la primera corresponde a la temperatura promedio del ambiente del organismo, durante la época de las colectas la segunda representa el valor superior del rango de fluctuación del factor durante la estación referida.

Los acociles fueron alimentados cada tercer día en el transcurso del experimento que tuvo una duración de 42 días, para los cuales se determinaron los siguientes niveles de ración (NR), que fueron los siguientes: inanición, 1, 3,5, y 10 % $\text{Pc/ej} \cdot \text{día}^{-1}$. Para cada NR se realizaron 3 replicas por temperatura y clase talla.(Cuadro I).

Para el confinamiento de los organismos se utilizaron recipientes de plástico de 1 l en cada uno de ellos se colocaron 3 organismos aleatoriamente, como también de esta manera fueron asignados a cada NR, los dispositivos fueron tapados con malla fina para evitar que los especímenes escaparan de cada recipiente (unidad experimental (UE)), estas se mantuvieron con aireación constante, el recambio de agua se efectuó cada tercer día en un porcentaje aproximado del 30 % del volumen total, cuando se requirió (dependiendo de los niveles de los parámetros considerados para evaluar la calidad del agua) se hizo un recambio total. Ya asignadas las UE y NR los recipientes fueron colocados en cajas de plástico con nivel de agua externo con el fin de simular un baño María que permitiera mantener la temperatura de las cámaras lo más constante posible en el caso de las cajas a 23°C fue necesario utilizar termostátos sumergibles de la marca EBO - JAGER Automatic de 200 watt.

Se realizaron cuatro biométricos en el transcurso de el experimento; 0, 14, 28 y 42 días, para cada temperatura, clases talla y NR.

Los organismos se mantuvieron 48 hrs. en ayunas antes de comenzar el trabajo con el fin de asegurar una limpieza del tracto digestivo.

Para la evaluación de los cálculos en los índices fisiológicos, estos se realizaron en base a peso seco.

CUADRO I

Diseño de tratamientos

T°C	CT	n	NR Pc/ej * Día ⁻¹				
			0	1	3	5	10
23	1	3					
	2	3					
17	1	3					
	2	3					

Nota:

CT = clase talla (CT1 0.03-0.13 g y CT2 0.14-0.29 g)

NR = niveles de ración (% Pc/ej * día⁻¹)

n = No. de replicas (unidades experimentales)

INDICES FISIOLÓGICOS

CRECIMIENTO.

El seguimiento de este se realizó por medio del pesaje de los organismos al inicio del experimento y posteriormente cada 14 días, el pesaje se realizó considerando todos los organismos, el valor medio del peso de los acociles en cada tratamiento y para cada biométrica sirvió para calcular los niveles de ración (% Pc/ej * día⁻¹), para el siguiente período de medición.

El alimento no ingerido, se recuperaba cada tercer día mediante sifón, durante los recambios de agua (parcial o total). Este era

colocado en papel aluminio, previamente pesado y etiquetado de acuerdo al tratamiento. El alimento se secó hasta peso constante en una estufa Blue M a 60°C. Posteriormente se pesó en una balanza analítica marca Sartorius modelo A210 P, con el fin de evaluar la ingesta.

INGESTA.

Se valoró por medio de la diferencia entre el alimento suministrado y el alimento recuperado, incluyendo para este valor, el factor de pérdida del alimento (factor de corrección) el cual consiste en determinar por medio de controles (dispositivos sin organismos) la pérdida de alimento en cada nivel de ración, temperatura y clase talla.

Los valores obtenidos de la ingesta corregida fueron convertidos a calorías; también se calculó la fracción de proteína ingerida (Tabla 3).

TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO.

Es un parámetro en que denota el cambio en peso (ΔW) de los especímenes por unidad de tiempo (ΔT): $(\Delta W / \Delta T)$, se encuentra íntimamente vinculado con el cálculo de la producción y se determina conforme a Chapman (1976) estimándose mediante la siguiente ecuación

$$G = \ln W_2 - \ln W_1 / \Delta t.$$

Donde:

G = Tasa instantánea de crecimiento

W = Peso promedio de los organismos

(W_2 = peso final y W_1 = peso inicial)

Δt = Intervalo de tiempo.

(T_2 = tiempo final y T_1 = tiempo inicial)

PRODUCCION

Se estimó mediante los modelos propuestos por Ricker (1946) y Allen (1950), modificados por Chapman (1976), en donde la ecuación para expresar la producción es : $P = GB$.

Donde :

P = Producción

G = Tasa instantánea de crecimiento

B = Biomasa promedio.

EFICIENCIA DE ABSORCION.

Esta expresado como el porcentaje de alimento que es absorbido con relación al alimento que es consumido, según Gerald (1976). Y se define como :

$$EA = \text{cal. absorbidas/cal. consumidas} * 100.$$

EFICIENCIA BRUTA (K1).

Se determina como el porcentaje que es convertido en tejido por el alimento consumido por el organismo. En este rubro, dentro de la investigación realizada se compararon dos métodos para evaluarlos y discernir si alguno difiere de otro. Los métodos utilizados son los descritos por Paloheimo y Dickie (1966a,b) y Gerald (1976). Las ecuaciones de los métodos mencionados son:

a) Paloheimo y Dickie (1966a ,b)

$$K1 = \Delta W / \Delta T * 1/R$$

Donde:

ΔW = Incremento de peso de los organismos.

ΔT = Intervalo de tiempo.

R = Ración ingerida.

b) Gerald (1976)

$$K1 = \text{Crecimiento en cal./cal.consumidas} * 100$$

EFICIENCIA NETA (K2).

Es el porcentaje de alimento que es convertido en tejido a partir del alimento absorbido. También como en el punto anterior, dentro de la investigación realizada se compararon diferentes métodos, que son los siguientes:

a) Según Gerald (1976)

$$K2 = \text{Crecimiento en cal./cal. absorbidas} * 100$$

Según Palcheimo y Dickie (1966a, b)

$$K2 = \Delta W / \Delta T * 1/RP$$

Donde :

ΔW = Incremento de peso de los organismos.

ΔT = Intervalo de tiempo.

R = Ración ingerida.

P = Coeficiente de regresión del consumo de oxígeno.

Según Brett y Groves (1979)

$$K2 = (G/R - R_{\text{mant}}) * 100$$

Donde : .

G = Crecimiento.

R = Ración del alimento.

R_{mant} = Ración de mantención.

El diseño de tratamientos es un factorial 2*2*5 completo y balanceado con diseño experimental completamente al azar. Los niveles de los factores temperatura, clase talla y niveles de ración son fijos. El modelo es el siguiente :

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + C_j + N_k + Q_l + E_{ijklr}$$

$$i = 1,2 ; j = 1,2 ; k = 1,2,3,4,5 ; l = 1,2,3,4 ; E_{ijklr} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$$

donde

Y = índice fisiológico evaluado en el i-ésimo nivel de

temperatura, en el j -ésimo nivel de clase talla, en el k -ésimo nivel del nivel de ración y i -ésimo nivel de tiempo.

μ = media general ocasionada por los factores comunes en la experimentación.

T_i = efecto de la temperatura a nivel i -ésimo.

C_j = efecto de la clase talla en el j -ésimo nivel.

N_k = efecto de el nivel de ración en el nivel k -ésimo.

Q_l = efecto de el tiempo en el nivel l -ésimo.

E_{ijklr} = fluctuación aleatoria ocasionada por los factores no comunes en la investigación, en la repetición r -ésima, a nivel i -ésimo de la temperatura, a nivel j -ésimo de la clase talla, a nivel k -ésimo de el nivel de ración y a nivel l -ésimo del tiempo.

El modelo antes descrito es general y se aplicará en cada uno de los índices fisiológicos evaluados en esta investigación, por lo que Y representa dado el caso a crecimiento, ingesta, eficiencias, etc.. Los resultados obtenidos por el análisis estadístico se describirán por separado dada la complejidad del diseño.

SOBREVIVENCIA.

Se estimó como el número de organismos vivos al inicio de el experimento (100 %) menos el número de organismos que habían perecido al momento de los biométricos por efecto de los factores temperatura, CT y NR, realizándose curvas de sobrevivencia y análisis estadísticos para su evaluación.

CALIDAD DEL AGUA.

A la par de la evaluación de los diversos índices ya citados se realizó el monitoreo de los parámetros físico-químicos del agua, tomando aleatoriamente 5 cámaras por temperatura, CT y NR, al

inicio, durante y al término del experimento. Los parámetros medidos fueron pH y temperatura cada tercer día, oxígeno cada 7 días, alcalinidad y dureza total cada 14 días.

La temperatura se midió con un termómetro marca Bravo, con una sensibilidad de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

El pH con un potenciómetro Hanna modelo H1810 ± 0.1 unidades.

El oxígeno con un oxímetro YSI 54 ARC Sci. Prod. ± 0.1 mg/L.

La dureza total y alcalinidad se evaluarón mediante los métodos descritos por Brower y Zar (1979).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

Para todos los índices fisiológicos estudiados se realizaron ANOVAS factoriales al 95 % de confianza descritos por Madrid (1991), Zar (1974), Montgomery (1984), se realizó también análisis de regresión simple según Chatterjee (1977) y González (com. pers.), se aplicó comparaciones múltiples (prueba de Tukey) descritas por Steel y Torrie (1988), Zar (1974) y Madrid (1991) y por último la prueba de sobrevivencia de Long-Rank, según Méndez, et al., (1990), apoyado por los paquetes estadísticos de Statgraphics, Systat, BMDP, Lotus, el graficador Harvard Graphics y el procesador de texto Chi-Writer.

RESULTADOS

INGESTA.

La ingesta es la cantidad de alimento consumido y en donde tambien fueron estimados sus calorías y la fracción de proteínas (FP) correspondiente a la ingesta de los acociles.

Al someterse a la ANOVA factorial se observó que la temperatura es el factor que más influye sobre la ingesta, siendo altamente significativo, en cambio la CT, NR y tiempo fueron solo significativos ($P < 0.05$). El oxígeno se consideró como una covariable que resultó no ser significativa ($P > 0.05$).

La mayor ingesta observada dentro de la CT1 a 23°C, se presentó en los niveles 5 y 10% Pc/ej * día⁻¹, siendo en la primera de 2.0 mg/ej * día⁻¹ y en la segunda de 4.6 mg/ej * día⁻¹ (Tabla 3 y Fig. 9). En lo que respecta a la ingesta de calorías y FP los niveles mencionados tuvieron valores de 8.8 cal. en 5% y de 15.3 cal. para el nivel 10%. Para la FP se observó para el primero de .27 mg y .62 mg para el segundo (Tabla 3). Para la misma temperatura en la CT2 la mayor ingesta se registro en 5 y 10% siendo de 7.4 y 18.4 mg/ej * día⁻¹, respectivamente (Tabla 3). La ingesta de calorías presentó una tendencia similar. En la FP en el primero es de 1.0 mg y para el segundo de 2.5 mg (Tabla 3).

Los mayores valores de la ingesta a 17°C en la CT1 se registrarón en los NR 5 y 10% Pc/ej * día⁻¹, alcanzando 2.4 y 6.5 mg/ej * día⁻¹ (Tabla 3 y Fig. 9). Las calorías coinciden con los NR, para 5% fue de 8.1 cal. y para 10% de 21.6 cal.. En la FP se obtiene que ingerieron .33 mg para el nivel 5% y .88 mg para el NR de 10% (Tabla 3).

En la CT2 a 17°C la ingestas más altas se ubican también en los NR 5 y 10% Pc/ej * día⁻¹, con los siguientes valores, para el primer caso de 5.6 y en el segundo de 9.5 mg/ej * día⁻¹. Para FP en el primero es de .76 mg y para el segundo fue de 1.3 mg. (Tabla 3).

Mediante la prueba de Tukey se identificaron las medias de la ingesta en donde se observó un mayor incremento. En general se observó una homogeneidad en los valores de ingesta entre los diversos ensayos, se identificó que en CT1 (17°C) en el NR 10% se elevaron significativamente los valores de este índice durante el último lapso del experimento (Fig. 1).

EFICIENCIA DE ABSORCIÓN.

La capacidad de absorción que presentaron los organismos con el alimento ofrecido fue de un porcentaje alto. Esto puede ser debido a que los nutrientes presentes eran más fácilmente tomados y esto se debe en gran parte al proceso que se le aplicó a la planta acuática, descrito anteriormente.

Los resultados que se obtuvieron con la realización del ANOVA factorial, indicaron que la CT, NR y tiempo fueron altamente significativos (P<0.05), en cambio la temperatura no fue significativa (P>0.05).

En general el comportamiento de la absorción del alimento, fue similar en las dos temperaturas y ambas clases talla, dado que los mayores porcentajes se dieron en los NR 1% Pc/ej * día⁻¹ y fueron decreciendo conforme aumentaban estos (Tabla 4, Figs. 10c y 10 d).

El análisis estadístico identificó que las mejores eficiencias de absorción se ubicaron alrededor del NR del 5% en ambas clases talla y temperaturas (Figs. 2a y 2d).

EFICIENCIA BRUTA (K1).

La provisión de un balance óptimo de los componentes energéticos y proteicos de la dieta es importante dado que un exceso o deficiencia de energía no proteica (en forma de lípidos y carbohidratos) puede provocar un retraso en la tasa de crecimiento.

La digestión, absorción y utilización de los carbohidratos, lípidos y proteínas del alimento van asociados a diversas pérdidas biológicas de nutrientes no digeridos y no utilizados y a un cierto gasto de energía.

Los cambios de energía libre que ocurren en los animales, cuando la energía química de la dieta es utilizada para mantener los procesos vitales, no pueden ser medidos directamente. Sin embargo, como punto final, la energía dietaria es, o eliminada como heces o deshechos metabólicos, o disipada en forma de calor o almacenada como depósito en los tejidos.

Dentro de la estimación de este índice fisiológico de crecimiento, la ganancia de tejido por el animal fue evaluado por medio de la eficiencia bruta (K1), que en forma general puede definirse como el porcentaje de alimento convertido en tejido a través del alimento consumido en un intervalo de tiempo dado.

Con este fin se compararon dos métodos de K1 descritos por :

1) Gerald (1978) y 2) Paloheimo y Dickie (1986a y 1986b).

La información obtenida a través del ANOVA factorial indicó que el tiempo es el factor que resultó ser significativo ($P < 0.05$) para ambos métodos en tanto la temperatura, CT y NR no fueron significativos ($P > 0.05$).

Las mejores eficiencias promedio totales, conforme al método de Gerald se desarrollaron dentro de los NR 3 y 5% Pc/ej $\cdot \text{día}^{-1}$, en CT1 a 23°C. Siendo para el primero de 8.7% y 4.2% para el segundo.

En CT2 los mejores K1 se presentaron en los NR 1 de 12.2% y para 5% de 1.5% de incremento de tejido corporal. (Figs. 11a, 11b y Tabla 1).

Para la temperatura de 17°C en la CT1 los mejores rendimientos de K1 se observaron en los NR 1 y 3% Pc/ej * día⁻¹, resultando de 10.0% y 9.4 respectivamente. En lo concerniente a la CT2 los mejores NR fueron 3 y 5%, siendo en ambos casos de 1.2%. (Figs. 11c, 11d y Tabla 1).

En el segundo método evaluado (Paloheimo y Dickie), se presentaron valores de 10.6% y 6.9% en los NR 3% y 5% respectivamente para la combinación CT1 a 23°C. En la CT2 los niveles mejor favorecidos fueron los de 1 y 5%, siendo de 19.6 y 2.8% en cada caso (Tabla 1).

A la temperatura de 17°C (CT1) los niveles 1 y 3% Pc/ej * día⁻¹, fueron los más sobresalientes. Para la CT2 las mejores condiciones se obtuvieron en NR 3% con K1= 17% de y K1= 2% para el NR 5% (Tabla 1).

Cabe señalar que en el último período de la investigación, se identificaron las mejores eficiencias brutas para ambos métodos en los NR de 3% en la CT1 a 23°C y en la CT2 en el NR 1% en la misma temperatura (Figs. 3a y 3b).

Para la temperatura de 17°C los NR 1 y 3% en la CT1 presentándose también para ambos métodos y en el último período de experimentación (Figs. 3c y 3d).

EFICIENCIA NETA (K2).

El catabolismo del alimento en el organismo, tiene como función el conservar la energía libre que será usada en los procesos anabólicos y de mantenimiento de la vida. Los mecanismos fisiológicos involucrados en este proceso son de una complejidad

extrema, pero permiten la degradación de una gran diversidad de moléculas alimenticias mediante el uso de un número finito de los sistemas enzimáticos que presentan los animales.

El crecimiento, o sea, la formación de nuevos tejidos, requiere de un aporte de energía no solo para los propios componentes del nuevo tejido, sino también para mantener los procesos anabólicos implicados en la elaboración de esos nuevos componentes.

Para este apartado la comparación de métodos descritos por diferentes autores es de suma importancia para poder valorarlas y así aceptar el o los más adecuados para la investigación realizada. Los métodos de K2 comparados fueron: 1) Gerald (1978); 2) Brett y Groves (1979) y 3) Paloheimo y Dickie (1966a, b).

El análisis estadístico permite señalar que los factores; temperatura, CT y NR, no fueron significativos ($P > 0.05$), para los métodos antes mencionados. Siendo únicamente el factor tiempo significativo ($P < 0.05$) en los tres casos.

Un análisis pormenorizado de los resultados obtenidos permite señalar que las mejores K2 para el método de Gerald se alcanzaron en los NR 3 y 5% $Pc/ej \cdot día^{-1}$, siendo de 11.1% y 15.8% para la CT1 a 23°C. En la CT2 los niveles 1 y 5% fueron los mejores obteniéndose el 13.4% para el primero y 11.2% en el segundo (Tabla 2).

A 17°C en la CT1 los mayores rendimientos, se presentaron en los NR 1 y 3% $Pc/ej \cdot día^{-1}$, alcanzándose el 9.1% y 25.0%. En CT2 el porcentaje óptimo fue de 11.4% en los niveles de 5 y 10% (Tabla 2).

Para el método descrito por Brett y Groves, se observan los siguientes porcentajes. Para la CT1 a 23°C, los NR que presentaron los más altos valores se ubicaron en 3 y 5% $Pc/ej \cdot día^{-1}$, siendo de 23.5% y 14.7% respectivamente. En la CT2 de 36.4% para el NR 1% y

de 3.7% para el NR 5% (Figs. 12a, 12b y Tabla 2).

Por lo que respecta a 17°C, en la CT1 los mejores NR fueron 1 y 3% obteniendo el 27.4% y 34.7% respectivamente. En CT2 el mejor incremento se observó en los niveles de 3 y 5% teniendo el 2.4% y 3.6% en cada uno (Figs. 12c, 12d y Tabla 2).

En el caso del método de Paloheimo y Dickie, se obtuvo que las mejores condiciones se localizaron a 23°C en la CT1, los NR 3 y 5% Pc/ej * día⁻¹, con valores de 18.4% y 10.9%. Para la CT2 estos estuvieron representados por los NR 1 y 5% (Tabla 2).

Para 17°C, los mejores resultados se obtuvieron en los NR bajos e intermedios de ambas CT. (Tabla 2).

En forma general dentro de los métodos comparados se observó que en el NR 1% hubo una pérdida de peso de los organismos, para las dos temperaturas (Fig. 4).

Con la prueba estadística de Tukey con un $\alpha=0.05$, se detectó que las mejores K2 promedio se llevaron a cabo en los NR 3 y 5%, en la CT1 a 23°C en el último período de experimentación. Y para la CT1 a 17°C se presentó en el NR 3% para el método descrito por Gerald (1976).

En tanto las mayores eficiencias se ubicaron en el rango intermedio de los niveles de ración 3 y 5% Pc/ej * día⁻¹, y todos coinciden en el último período de experimentación.

TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO (TIC).

la estimación de este índice es de suma importancia ya que proporciona información en periodos de tiempo corto de cuanto estan creciendo los organismos en forma individual, como también a nivel poblacional y de esta forma es factible evaluar la biomasa ganada por los animales, y nos proporciona información fundamental desde el

punto de vista de un cultivo.

El análisis estadístico detectó la influencia significativa ($P < 0.05$), de los factores CT y tiempo en los diversos ensayos donde se midió este índice.

En la Tabla 4 y Figs. 13a a 13d se presentan los resultados de TIC obtenidos en este estudio de nueva cuenta puede observarse que los mejores registros se presentaron en NR del 3 y 5%. Por otra parte el NR (1%), en general estuvo asociado con una pérdida de peso en los acociles.

PRODUCCION.

La producción es un concepto que está incluido dentro del metabolismo orgánico y de crecimiento que es recomendado por el IBP (International Biological Programme), y es definido como la elaboración total de tejido durante un intervalo de tiempo. Ivlev (1945, 1946 citado en Chapman, 1978), menciona que la producción puede ser medida en términos de peso húmedo, peso seco, contenido de nitrógeno o contenido de energía. Para esta investigación se estimó en base a peso seco, en las condiciones ya mencionadas.

La producción promedio registrada a 23°C en la CT1 tuvo sus mejores registros en los NR de 3 y 5% Pc/ej * día⁻¹, alcanzándose para el nivel 3% (3.1 mg) y en 5% (2.5 mg). En la CT2 se presentó en los NR de 5 y 10% siendo para el primero de 4.0 mg y 4.3 mg para el segundo (Figs. 14a, 14b y Tabla 4).

A la temperatura de 17°C la mayor producción promedio se registró en los NR de 3 y 10% Pc/ej * día⁻¹. En la CT2 los mejores promedios se localizaron en los NR 5 y 10%, siendo de 4.0 mg y 4.8 mg respectivamente, (Figs. 14c, 14d y Tabla 4).

CRECIMIENTO.

Dentro de la actividad acuacultural, el desarrollo de los organismos dentro de estanques debe cumplir con características biológicas aceptables para que su cultivo sea redituable. Una de estas es el crecimiento, el cual debe ser rápido y debe estar aunado con la calidad del alimento, presentación, características organolépticas y finalmente su aceptación. El crecimiento es influido por las condiciones bióticas y abióticas del lugar donde se pretenda cultivar, en donde los requisitos indispensables dependerá de la especie.

Diversos autores proponen o recomiendan el uso de plantas acuáticas como alimento para el acocil, entre otros pueden señalarse a Huner (1981), Huner y Avault (1985), Boyd (1988;1970), etc..

Dado que el alimento que se evaluó en este trabajo tuvo un proceso de descomposición y este fué suministrado a los acociles de los diversos tratamientos, en los distintos NR se observó una buena aceptación del alimento y un crecimiento aceptable.

Con la realización de un análisis de varianza factorial se observó que la temperatura, CT, NR y el tiempo presentarán diferencias significativas, ($P < 0.05$), siendo la CT el factor de mayor significatividad. Por otra parte la importancia que tiene el oxígeno dentro del metabolismo del organismo se incluyó como una covariable en el análisis, resultando significativo ($P < 0.05$), está covariable nos da más información para tomar en cuenta la importancia que tiene este parámetro en el crecimiento de los organismos.

Uno de los objetivos principales en esta investigación es la de determinar los niveles de ración en donde los organismos presentarán un mejor crecimiento. Con respecto a la CT1 a 23°C los niveles que

presentarán los mejores resultados fueron a 3 y 5% Pc/ej * día⁻¹, siendo de 5 mg para el NR 3% y 7 mg en el nivel 5%. En la CT2 a la misma temperatura los niveles 1 y 5% Pc/ej * día⁻¹, alcanzaron los crecimientos más altos, mostrando un crecimiento de 6 mg en 1% y 5 mg en 5%. (Figs. 15a, 15b y Tabla 5).

En la temperatura de 17°C en la CT1 los NR 1 y 3% Pc/ej * día⁻¹, tuvieron una ganancia en peso de 4 mg en el primero y de 11 mg en el segundo. Para la CT2 los NR 5 y 10 % Pc/ej * día⁻¹, con 5 mg en ambos niveles. (Figs. 15c, 15d y Tabla 5).

Por medio de la prueba de Tukey se detectaron los tratamientos donde los animales lograron un gran incremento en peso, ubicándose estos en 3, 5 y 10 Pc/ej * día⁻¹, para la CT1 a 23°C. Para la CT2 se observó el incremento de peso en los niveles 1 y 5% en el último período de experimentación. (Fig. 7).

Por lo que respecta a 17°C en la CT1 los niveles fueron a 1 y 3% Pc/ej * día⁻¹, siendo para el primero en la etapa final y para el segundo desde el tercer biométrico. Para la CT2 el NR 5% fue el único que tuvo una ganancia de peso significativa durante la fase experimental. (Fig. 7).

SOBREVIVENCIA.

Uno de los requisitos principales para un cultivo de peces, crustáceos o animales terrestres es la sobrevivencia que estos presenten. Por ende se debe tener en cuenta que la alimentación ofrecida debe cumplir con los requerimientos nutricionales mínimos, así como la idoneidad de las condiciones de los factores bióticos y abióticos tienen una importancia fundamental para el éxito de el cultivo.

La sobrevivencia fué influida por los factores temperatura, CT y tiempo ($P < 0.05$), el oxígeno actuando como una covariable también resultó significativo ($P < 0.05$), en tanto el factor que resultó no ser significativo fue el NR ($P > 0.05$).

Los acociles juveniles de la especie *Cambarellus montezumae* son organismos que presentan una sobrevivencia alta en condiciones no favorables, este es el caso de los animales que estuvieron en inanición (NR 0%), los cuales presentaron una sobrevivencia superior al 50% en ambas temperaturas y CT (Tabla 5).

Los NR que presentaron los mejores niveles de sobrevivencia fueron 1, 3 y 5% $Pc/ej \times día^{-1}$, siendo para 1 y 5% de 57.3% y 63% para el NR 3% dentro de la CT1 a 23°C. Para la CT2 los niveles fueron 5 y 10%, obteniéndose para el primero de 77.7% y 86.9% para el segundo (Figs. 16a y 16b).

A la temperatura de 17°C en la CT1 los NR en que se observó mayor sobrevivencia fueron 1, 5 y 10%, registrándose 77.7% para el nivel 1 y 5% y 83.2% para el NR 10%. En lo tocante a la CT2 los niveles fueron 1 y 5% reportándose 79.5% y 75.8% respectivamente (Figs. 16c y 16d).

Se observó en general que en ambas temperaturas, en las diferentes CT y NR que las mejores sobrevivencias se alcanzaron dentro de los primeros 28 días de los ensayos, dado que en el último periodo (28-42 días), fué notoria una gran mortalidad en los acociles.

Con las curvas de sobrevivencia (Fig. 6) utilizando el método de Long-Rank descrita por Méndez, et al., (1990) se observó que hay diferencias significativas ($P < 0.05$), comparando ambas CT y los diferentes NR, colocando como factor fijo a la temperatura. Se observó que para 23°C en la CT2 se presentó una alta sobrevivencia,

como tambien a 17°C , en ambas clase talla.

Tambien se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las curvas de sobrevivencia pero ahora tomando como factor fijo la CT, pudiendose observar que la CT1, las mejores sobrevivencias se registraron a 17°C . En la CT2 se obtuvo que los NR 0, 1 y 3% a 17°C resultaron con la tasa más alta de sobrevivencia y a 23°C estos se encontraron en los NR 5 y 10% .

CALIDAD DEL AGUA.

En la Tabla 6, se presentan los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos que se monitorearon en el transcurso del experimento.

El oxígeno promedio en la CT1 a 23°C fue de 4.1 mg/l . Para la CT2 no cambio significativamente de la anterior y fue de 4.3 mg/l .

En 17°C en ambas CT resultó de 4.8 mg/l .

En CT1 y CT2 a 23°C el pH promedio que se obtuvo a lo largo de la investigación fue de 8.6 y 8.5 respectivamente.

El pH en la CT1 fue de 8.7 y de 8.6 en la CT2 a 17°C .

La información obtenida con la alcalinidad promedio a 23°C fue de 128.7 mg/l para ambas CT.

En 17°C la alcalinidad en la CT1 fue de 131.3 mg/l y en la CT2 de 126.3 mg/l .

Para la dureza total promedio los resultados para la CT1 fueron de 130.1 mg/l y de 145.1 mg/l para CT2 a 23°C .

En CT1 a 17°C el promedio alcanzó 126.3 mg/l y 140.1 mg/l para la CT2.

DISCUSION

INGESTA Y EFICIENCIA DE ABSORCION.

Parece inmediato que la composición del alimento ofrecido influya sobre la cantidad que el animal ingiere. En otras palabras, el organismo debe poseer la capacidad de regular la magnitud de su ingesta en función de sus requerimientos en nutrientes.

En este sentido, conviene reiterar que cuando se limita la posibilidad de elección de alimento o se mantiene una dieta concreta durante algún tiempo, determinadas carencias de la misma (de algún mineral, vitaminas, aminoácidos, etc.) pueden repercutir negativamente en la salud del animal, siendo una de las primeras manifestaciones de este hecho, es una pérdida progresiva del apetito. De igual efecto y manifestación pueden tener algunos excesos alimentarios.

En los acociles de la especie *Cambarellus montezumae* se encontró una relación lineal en cuanto a la ingestión del alimento en distintos niveles de ración, la ingesta se incrementó acorde al nivel de ración. En el transcurso de el tiempo la ingesta tuvo cierta variabilidad pero no fue muy significativa (Figs. 1 y 9).

En relación a la fracción de proteína ingerida y las calorías estas también mostraron un comportamiento lineal, en ambas temperaturas y clases talla, con relación a los niveles de ración, al igual que con la ingesta. Esto se puede explicar por la forma y proceso de el alimento ofrecido y el cual fue conservado en refrigeración, con todo lo anterior, se puede decir que el alimento tenía propiedades que lo hacían más fácilmente ingerido.

Grabner, et al (1981) han comprobado que el zooplancton, utilizado para alimentar larvas de peces, al ser sometido a procesos de congelación, liofilización o almacenamiento a -18°C , por largos periodos, experimenta daños en las paredes celulares, liberándose inmediatamente sustancias valiosas a ser introducidas en el agua.

Trabajando con *Dicentrarchus labrax*, Hidalgo, et al (1987), encontró que las mejores ingestas de los peces se localizaron a temperaturas de 15 y 20°C .

Pandian (1987c) observó en *Megalops cyprionides* y *Ophiocephalus striatus* que la ingesta decrece conforme aumenta la edad de los peces y esto se puede deber a cambios en el tracto digestivo y a la concentración de enzimas digestivas.

Eldridge (1972); Tyler, et al (1978); Jones, et al (1983), encontraron una relación lineal de la ingesta en diferentes especies de peces y crustáceos, en un amplio rango de temperaturas, y conforme aumentaba la cantidad de alimento.

Diversos investigadores han encontrado que el nivel de ingesta de una dieta suministrada de forma regular esta influenciado por la temperatura. Así Rozin y Mayer (1981), trabajando con el pez dorado encontraron que, cuando se descendía la temperatura a 10°C (desde 25°C), el pez dejaba de comer y cuando la temperatura se incrementaba, la ingesta de alimento aumentaba.

Entre los factores que afectan a la ingesta de alimento en los peces podemos destacar a la temperatura (Niimi y Beamish, 1974), (Newman, et al, 1982), el oxígeno disponible (Webb, 1978).

La degradación química de los alimentos se realizó gracias a la acción de enzimas digestivas procedentes principalmente de la glándula del intestino medio. Este órgano complejo cumple varias funciones. Se admite clásicamente que, además de sus funciones en el

la secreción de enzimas digestivas y en la retención temporal y cíclica de reservas, la glándula es el principal órgano de absorción de los productos de digestión .

Ahora bien, en relación a la eficiencia de absorción en *Cambarellus montezumae* se identificó un notable decremento conforme aumentaban los niveles de ración, siendo por otra parte muy eficientes en los niveles más bajos esto se puede deber a que su actividad enzimática es mayor cuando el alimento es escaso (Fig. 10). En el transcurso de el tiempo la eficiencia de absorción no tuvo una gran variabilidad por lo que se puede considerar que estos animales presentan un sistema digestivo y de absorción muy eficientes (Fig. 2).

La temperatura parece ser un factor que no tiene una influencia dentro de este proceso y también parece ser poco significativa la clase talla.

Gerald, (1976) trabajando con el pez *Ophyocephalus punctatus*, encontró que la eficiencia de absorción es independiente del tamaño del pez.

Newman y Lutz, (1982) encontraron en *Macrobrachium rosenbergii*, que la temperatura no es un factor limitante en la eficiencia de absorción y suponen que la actividad de las enzimas digestivas son un factor limitante en la digestión de los nutrientes.

En otros trabajos realizados por Pandian (1987a, 1987b, y 1987c); Kelso (1972), identificaron en peces que la eficiencia de absorción decrete conforme aumenta la ración de alimento, como también decrete con la edad y peso de los peces y estos autores también resaltan la calidad del alimento ofrecido.

EFICIENCIA BRUTA (K1) Y EFICIENCIA NETA (K2).

La cantidad de energía que un animal necesita depende de la etapa del ciclo biológico en que se encuentra, de la estación y de las condiciones ambientales. Los animales jóvenes, en crecimiento, necesitan para su mantenimiento más energía, por unidad de peso corporal, que los maduros, aunque, en estos, las necesidades energéticas se pueden ver temporalmente incrementados debido a los procesos reproductores.

El crecimiento, o sea, la formación de nuevos tejidos requiere de un aporte de energía no sólo para los propios componentes del nuevo tejido, sino también para mantener los procesos anabólicos implicados en la elaboración de esos nuevos componentes.

La energía metabolizable ingerida de un alimento y que no es disipada en producción de calor es retenida en el cuerpo en forma de nuevos elementos tisulares. En los animales en crecimiento, parte de la energía retenida es almacenada como proteína y parte como grasa, pero a medida que el animal se acerca a su tamaño maduro, una proporción creciente de la energía retenida es almacenada como grasa; la importancia relativa de los depósitos proteico y graso depende de un gran número de factores.

Una de las formas más usuales de medir la ganancia o incremento de nuevos tejidos es por medio de las eficiencias K1 y K2, estas han sido reportadas por diversos autores, aunque no hay una homologación entre ellos, parece ser que todos tienen los mismos principios.

Para esta investigación la comparación de métodos tanto para K1 y K2 presentarán resultados semejantes, como se pueden ver en la tabla 1 y 2 en donde se se comparan los resultados obtenidos con los métodos que se compararán.

Klein Breteler (1975), trabajando con *Carcinus maenas*, obtuvo como K1 valores entre 0.04 y 0.4 . González (1990) con *Penaeus aztecus*, encontro a una temperatura de 25°C un K1 de 15.8%, y la K2 fue de 89.9% . Juárez y Perez (1989), realizando su investigación con postlarvas y juveniles de *Macrobrachium rosenbergii*, encontraron valores para K1 de 79.9% y 94.0% para postlarvas y de 85.3 y 93.3% para juveniles .

Prus (1972), en *Acellus aquaticus*, obtuvo valores para K1 de 1.4 a 9.6% y la K2 de 4.7 a 31.8% en diferentes estadios del organismo. Jones y Momot (1983) trabajando con el acocil *Orconectes virilis*, en un rango de temperaturas de 19°-24°C obtuvo un valor de K2 de 23.5% . Mason (1975; citado en Jones y Momot, 1983), en *Pacifastacus leniusculus* encontro valores de K1 de 15.1% y 29.2% para la K2 .

Clifford III y Brick (1978), probando una dieta con un 25% de proteína en *Macrobrachium rosenbergii*, obtuvo una K1 de 27.8% . Gerald (1976), encontró un rango de K1 que va de 25.3% a 37.0% y para K2 de 26.4 a 39.0% , trabajando en el pez *Ophyocephalus punctatus* . Kelso (1972), obtuvo que las eficiencias K1 y K2 fueron afectadas por los diferentes niveles de ración, pero no por la temperatura y ambos indices decrecian con el incremento del peso del pez.

Para K1 en los métodos comparados como se puede observar en la Fig. 3, en el transcurso de el tiempo para las temperaturas de 23° y 17°C si hay una gran variabilidad, como tambien se ve afectada por los niveles de ración . Estos datos tambien son comparables para la K2 el cual tuvo un comportamiento parecido (Fig. 4).

La estimación de las eficiencias promedio totales nos dan la información más clara en lo referente a los niveles de ración que

obtuvieron los mejores resultados, con relación a la temperatura, clase talla y niveles de ración, esto se representa en las Figs. 11 y 12 .

Las eficiencias K1 y K2 se sugiere que son afectadas por la calidad de sustrato orgánico metabólico (Sarviro, 1981), el estado de desarrollo (Stephenson y Knight, 1980), la temperatura y el tiempo de experimentación o medición (Condrey, et al , 1972). Dada la información obtenida se puede decir que para decápodos juveniles con hábitos alimenticios parecidos, los resultados son similares, caracterizados por K1 bajos pero con K2 altos.

PRODUCCION Y TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO (TIC).

Con la evaluación de la producción y la TIC, podemos estimar mejor las bondades de el alimento ofrecido en los acociles de la especie *Cambarellus montezumae*.

La importancia que presentan dentro de la actividad acuicola, tanto la producción como la TIC es relevante, ya que es en suma la cantidad de tejido ganado en un intervalo de tiempo. La finalidad en la actividad comercial es que organismos en cultivo produzcan una buena calidad de tejido en poco tiempo, esto se vincula directamente con la calidad de el alimento proporcionado, el cual debe de cumplir con los requerimientos mínimos nutricionales para el buen desarrollo, crecimiento y finalmente una buena producción de tejido por el organismo.

Como se ha mencionado una gran mayoría de investigadores, han propuesto el uso de plantas acuáticas como alimento en crustáceos, especialmente Avault y Huner (1985); Wiernicki (1984); Arrignon (1985); Hogger (1988) y otros más. Estos autores trabajando con acociles de diferentes especies han encontrado que alimentos

elaborados por plantas acuáticas proveen una buena fuente de proteína, y que los rendimientos obtenidos son buenos.

En este caso y basandose en Chapman (1978), en donde define a la producción como la ganancia de tejido en un intervalo de tiempo.

Para está investigación los resultados obtenidos son buenos para la producción en forma global, observandose que en el transcurso de el tiempo en los diferentes niveles de ración, clase talla y temperatura, hay una gran variabilidad, en donde no se observa una constancia dentro de los grupos experimentales, un factor que influyó es la sobrevivencia, que presentaron los organismos (Fig. 6).

En la Fig. 14 se muestra la producción promedio total en donde se ve claramente que hubo una pérdida de peso en la CT1 en el NR 1% a la temperatura de 23°C, lo mismo ocurrió en la CT2, NR 1% pero en la temperatura de 17°C, esto se debe al escaso alimento proporcionado, aunado a las bajas cantidades de proteínas.

En general se observá que hay una tendencia clara que entre más alimento es proporcionado a los animales estos producen más tejido.

En la TIC, se obtienen resultados con gran variabilidad en el transcurso de el tiempo, con un decrementó en un cierto período y un posterior incremento en otro tiempo esto se puede ver en la Fig. 5, con relación a las temperaturas, clase tallas y niveles de ración.

La TIC total se comporta de una forma muy similar con la producción, esto es debido a que los dos índices estan íntimamente relacionados, ya que con los resultados obtenidos de la TIC, se cálcula la producción (Fig. 13).

CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA.

Cuando la cantidad ingerida de alimento sobrepasa las

necesidades requeridas para el sostenimiento del cuerpo (necesidades de mantenimiento), se produce el aumento de las dimensiones de los organismos (longitud, volumen), es lo que recibe el nombre de crecimiento y constituye el objetivo principal de la producción acuícola. Por existir notables diferencias genéticas en la capacidad de desarrollo entre las diferentes especies de peces, crustáceos, etc., resulta particularmente importante para la explotación la elección de especies de crecimiento rápido (Webber, 1978). Lo que importa en la explotación comercial no es el desarrollo del organismo aislado, sino el de la población de organismos mantenidos en cautiverio.

Con referencia a la alimentación, es de interés como criterio para el crecimiento ante todo el aumento de peso, éste tras el correspondiente análisis químico, que proporciona datos cuantitativos sobre el contenido en energía o nutrientes (Cuadro II).

La temperatura es un factor muy importante que influye directamente dentro de la vida de los organismos tanto vegetales como animales. Sin embargo, sus acciones son muy variables entre unas especies y otras. El metabolismo de actividad no sigue obligadamente por la acción de la temperatura el mismo curso que el metabolismo basal.

En *Cambarellus montezumae* se observó un buen crecimiento con el alimento proporcionado; *Egeria densa*, con un proceso aeróbico (tratado), el cual con sus niveles bajos de proteína 13.81%, fue un alimento que proporcionó los requerimientos mínimos nutricionales para el mantenimiento de los procesos fisiológicos de los organismos (Figs. 7 y 15).

Los resultados obtenidos en esta investigación están acordes con aquellos obtenidos por otros autores empleando como alimento

plantas acuáticas como es el caso de Huner (1981, 1985); Wiernicki (1984) y otros.

Hogger (1986) y Pursiainen (1983), reportan buen crecimiento en *Pacifastacus leniusculus*, en los estanques donde hay presencia de *Elodea sp.* y otras plantas acuáticas.

García (1991), trabajando con crías de *Cambarellus montezumae*, utilizando *Egeria densa* (tratada), encontró un pobre crecimiento en las crías. Esto se puede deber a los bajos niveles de proteína contenida en el alimento, dado que las crías requieren grandes cantidades de proteína para su desarrollo. Sin embargo encontró un crecimiento aceptable utilizando una dieta combinada (*Egeria densa* -Alimento comercial).

Fernandez, et al (1983) también encontró en *A. pallipes* un mejor desarrollo con una dieta comercial y suplemento de un alimento vegetal. Cange y Miltner (1982), llegan a la misma conclusión.

En investigaciones realizadas por Boyd y Goodyear (1971); Boyd (1968, 1970), encontraron que una gran variedad de plantas acuáticas, presentan una gran fuente de alimento ricas en proteínas que pueden ser utilizadas como forraje en el cultivo de crustáceos, peces, etc.

En el cangrejo de río o acocil, *Procambarus clarkii*, Huner y Meyer (1979), estimaron las necesidades proteicas en dietas artificiales entre 20 y 30%.

En los niveles de ración ensayados se observó que los niveles óptimos para ambas temperaturas son 3% y 5% Pc/ej * día⁻¹, y el mejor crecimiento se presentó a la temperatura de 23°C para los organismos de la CT1. Esto refleja que los organismos sí aprovecharon el alimento para su crecimiento aunque fue notorio que cuando el nivel se elevó su eficiencia de absorción también fue

alto, a la vez que su ingesta también aumentó.

Estos resultados son semejantes con los obtenidos por Re Araujo y Bückle (1983), encontrando que el mejor crecimiento está dentro del rango de temperatura de 18 a 22°C .

Brett (1971b); Brett y Shelbourn (1975), trabajando con salmón determinaron a 15°C y probando diferentes niveles de ración, de distintas dietas, donde se ubican los mejores crecimientos, observándose en niveles de ración entre 4 y 8% Pc/ej * día⁻¹. Goolish, et al . (1984), experimentando con carpa común llegaron a conclusiones semejantes.

Niimi y Beamish (1974) trabajando con *Micropterus salmonoides* de 8 a 150 g, entre temperaturas de 18 a 30°C, observaron que el crecimiento era mayor a 25°C y menor a 18°C, lo que puede atribuirse a un nivel mayor de alimentación .

Debido a la diversidad de resultados obtenidos en los trabajos nutricionales realizados en diferentes especies de crustáceos, así como a las grandes dificultades para su interpretación ha sido conveniente el establecimiento, de dietas standard, para ser utilizadas en diferentes laboratorios de el mundo y así poder establecer resultados más homogéneos; Castell (1987); Castell, et al (1989a, 1989b).

La sobrevivencia obtenida dentro de el lapso de experimentación fue buena en los primeros 28 días notandose que en la última etapa se nota una alta mortalidad, esto pudo deberse al manejo y stress de los organismos. Es de hacerse notar que los acociles de la especie *C. montezumae*, son de una gran resistencia, esto es notorio en los organismos que estuvieron en inanición el cual su sobrevivencia fue arriba de el 50% en ambas temperaturas (Tabla B y Fig. 16).

Muchos peces y crustáceos, pueden sobrevivir largos periodos de ayuno y, de hecho, muchos lo hacen en circunstancias naturales. Los efectos de ayuno y los combustibles utilizados dependen de la especie y de la duración del período de ayuno y de las reservas de lípidos, primero del hígado y después de los músculos, tienden a ser utilizados .

Westman (1973, citado en Chien y Avault, 1983), reporta que a temperaturas entre 18 y 21°C, presentó un buen crecimiento el acocil *P. leniusculus* pero alcanzó una sobrevivencia baja y a 10°C se observó una sobrevivencia alta y un pobre crecimiento . En tanto Chien y Avault (1983), determinan que hay un efecto de temperatura sobre el crecimiento y sobrevivencia .

Diversos autores como es el caso de Johnson y Glasgow (1983); Avault y Huner (1985); Davis (1987); Auvergne (1982); Goyert y Avault (1977); Garcés y Avault (1985) y otros, trabajando con diferentes especies de acociles, probando diferentes dietas comerciales, y combinadas las anteriores con suplementos vegetales, o dietas en base a productos vegetales, han reportado sobrevivencias que son aceptables dentro de las investigaciones que elaboraron y estas no difieren significativamente con los resultados obtenidos en esta investigación .

Para tener éxito dentro de un cultivo, además de un crecimiento óptimo y una alta sobrevivencia, se debe tomar en cuenta la maximización de las tasas de encuentro (alimento-organismo), en donde debemos hacer las partículas más obvias, hecho que se puede lograr incrementando la visibilidad y/o atractivo químico . Meyers (1984) y Rach (1982), enfatizan sus investigaciones, en que el incremento de la visibilidad depende de factores tales como el tamaño, forma, color, contraste y movimiento

de las partículas, la intensidad de luz y el grado de turbidez. Además es muy importante el proceso de fabricación y almacenaje del alimento.

CALIDAD DEL AGUA.

Todos los animales acuáticos deben tener oxígeno y alguna fuente de alimento orgánico. Los requerimientos de oxígeno del agua varían con el tipo de organismo, la temperatura de el agua y el 'stress' fisiológico que experimenta el organismo. Los incrementos de la temperatura del agua tienden a aumentar la tasa metabólica de algunos organismos y disminuir los requerimientos metabólicos en otros animales. No obstante que la temperatura a la cual la tasa metabólica y el consumo de oxígeno son muy diversos para diferentes animales, generalmente todos los animales tienen esta variación característica entre el consumo de oxígeno y la temperatura.

Cornejo (1991), efectuando su investigación en tres estadios de el acocil *Cambarellus montezumae*, determinó que el intervalo de preferencia térmica elegido por los acociles fue muy amplio, sugiriendo que las temperaturas más adecuadas para un mejor desarrollo de la tasa metabólica son: 20°C para juveniles y subadultos y 25°C para adultos.

Arrignon (1985), estipula que la temperatura óptima para el desarrollo de las diferentes especies de acocil que se cultiva en Europa están dentro del rango de 15°-20°C. Auvergne (1982), propone que la temperatura para un buen desarrollo en las diferentes especies Europeas se encuentran entre 8.5°-25°C. Johnson (1987, 1988) para *P. clarkii* y *P. acutus*, recomienda temperaturas de 21°-27°C. Avault y Huner (1985), recomienda para las especies que se cultivan en E.U.A., temperaturas de 20°-25°C. Re Araujo y Buckle

(1985) obtuvieron el mejor crecimiento en *P. clarkii* a temperaturas de 18° a 22°C .

La temperatura influye considerablemente en las principales actividades vitales de los organismos, particularmente en su respiración, crecimiento y reproducción .

Dentro de esta investigación se evaluarón diversos índices fisiológicos que son de gran importancia y que fueron estimados en las dos temperaturas (17° y 23°C) el cual nos dieron una información valiosa de las respuestas de los organismos en estudio el cual se ve reflejado en esta investigación . Siendo la temperatura un factor que influye en ciertos índices más que en otros, y en otros casos no tiene mucha relevancia .

Con respecto a la cantidad de oxígeno disponible se observó una diferencia entre las temperaturas, siendo más alta en temperaturas bajas como se puede ver en la Tabla 6 . Los valores obtenidos se ubican dentro de los requerimientos que la literatura recomienda.

Avault y Huner (1985); Johnson (1987), sugieren una disponibilidad de oxígeno de 3 ppm . Auvergne (1982), propone que el oxígeno debe estar dentro de los rangos de 3 a 12 mg/l . Estos organismos tienen una alta tolerancia al factor ya que mueren en niveles de 1 a 2 mg/l, dado que la mayoría de los animales acuáticos necesitan concentraciones de más de 4 mg/l .

La dureza total se refiere a la concentración de iones metálicos divalentes en el agua, y se expresan en mg/l de equivalentes de carbonato de calcio, la dureza total está íntimamente relacionado con la alcalinidad total porque los aniones de la alcalinidad y los cationes de la dureza se derivan normalmente de carbonatos minerales, esto es lo que hacen que exista un equilibrio, dado que no es deseable que la dureza total se encuentre

debajo de la media de la alcalinidad total (Brower y Zar, 1979).

La dureza por ser principalmente la medida de iones calcio y magnesio resulta vital conocerla ya que el acocil como muchos crustáceos requieren del calcio dada su importancia para la fase de muda, y su papel en la formación de el caparazón (Avergne, 1982 ; Arrignon, 1976).

Bardach (1986), recomienda una dureza mayor de 50 ppm haciendose requerible en algunos caso a más de 200 ppm, ya que tales niveles, favorecen la producción de organismos con un buen crecimiento y buena calidad . Avault y Huner (1985) proponen una alcalinidad mayor de 125 ppm .

Hogger (1986), obtuvo buenos resultados trabajando con *P. lentusculus*, en un rango de alcalinidad de 53 a 120 mg/l y una dureza de 123 a 208 mg/l .

Los datos obtenidos en este estudio (Tabla B) se encuentran dentro de los rangos establecidos por diferentes autores .

La concentración de iones hidrógeno se mide comúnmente como pH. Muchas constantes de disociación de reacciones químicas que ocurren en soluciones acuosas dependen del pH . Por lo tanto el ambiente químico para los organismos acuáticos está fuertemente influenciado por el pH .

Los límites de sobrevivencia en los crustáceos y peces dependen de la especie y estan comprendidos entre 4 y 11 (Johnson, 1987,1988 ; Arrignon, 1985 ; Bardach y Ryther, 1986 ; Avault y Huner, 1985) . No obstante los valores comprendidos entre 5 y 9 son más apropiados para la producción de peces (Bardach y Ryther, 1986 ; Wheaton, 1982) y diversas especies de acociles (Avergne, 1982 ; Arrignon, 1985 ; Huner, 1988 y Avault y Huner, 1985) . Los niveles registrados en este trabajo se consideran aceptables ya que una baja

producción se ve afectada en registros menores de 8.5 y mayores de 9.5 (Avault y Huner, 1985).

Los requerimientos de nutrientes de los animales acuáticos varían mucho dependiendo del tipo de fuente alimenticia de la cual el animal se puede nutrir . Las necesidades nutricionales básicas son constantes sin importar de que animal se trate, sino las forma en que se ingiere la comida, la cual es muy variable . Debido a que los animales no pueden producir su propio alimento por fotosíntesis, ellos deben extraer de el agua o de materiales suspendidos compuestos orgánicos tales como proteínas, carbohidratos y grasas, o materiales que puedan convertir en dichos compuestos . Estos materiales influyen en la calidad del agua debido a que estan disueltos o suspendidos en ella . Las vitaminas, los minerales y otros compuestos son necesarios para los animales . Los animales varían en su habilidad para proveerse de todos los aminoácidos y debido a esto, el balance de aminoácidos requerido en sus dietas varía así como el potencial de contaminación del alimento. Las necesidades de vitaminas y minerales tambien varían de un animal a otro, tanto en cantidad como en clase . Afortunadamente todavía se debe de investigar en lo concerniente a las necesidades nutricionales de organismos acuáticos y sobre el efecto de las diversas dietas en la calidad del agua .

El uso de la planta acuática *Egeria densa*, como alimento, en este estudio presentó ventajas, en el caso que no afecta significativamente la calidad del agua . Esto fue demostrado por NG y Sim (1990) y Copron y Armstrong (1983), en donde recomiendan el uso de esta planta en los cultivos de peces y crustáceos, por su gran eficiencia en la remoción de productos nitrogenados y reducir notablemente la turbidez .

CONCLUSIONES

El alimento ofrecido a los acociles de la especie *Cambarellus montezumae*, aportó buenos resultados dentro de esta investigación.

La planta acuática *Egeria densa*, es una fuente potencial de alimento para el cultivo de crustáceos dulceacuicolas en concreto el acocil *Cambarellus montezumae*.

Se debe investigar con mayor profundidad el tiempo del proceso de descomposición de *Egeria densa*, para que sea más aprovechable y contenga la mayor cantidad de proteínas. Como también se debe considerar su presentación y otras características organolépticas.

Dentro de los índices fisiológicos evaluados como : TIC, producción, ingesta, eficiencia de absorción, eficiencia bruta (K1) y la eficiencia neta (K2), el factor temperatura no influye significativamente ($P > 0.05$), en estos índices, dentro del rango térmico estudiado.

La temperatura presentó un efecto significativo ($P < 0.05$) en la estimación del crecimiento y sobrevivencia de *Cambarellus montezumae*, en ambas temperaturas y clase talla.

Con los resultados obtenidos se proponen que los niveles de ración apropiados para el buen desarrollo y sobrevivencia de los acociles juveniles de *Cambarellus montezumae*, presenta el siguiente orden de importancia 3% y 5% Pc/ej * día⁻¹, para ambas temperaturas y clases talla ya que no existen diferencias significativas. El NR 10% Pc/ej * día⁻¹, también presentó buenos resultados, pero esto implicaría a nivel comercial una mayor inversión económica.

Con la comparación de métodos dentro de la evaluación de las eficiencias K1 y K2, podemos concluir que todas presentan la misma tendencia a los resultados esperados. Por lo que se puede decir que el uso de cualquiera se puede considerar aceptable. Pero se deben de realizar más investigaciones dentro de este rubro, con diferentes especies de crustáceos dulceacuícolas para poder comparar los resultados obtenidos, con los de esta investigación.

Los parámetros físico-químicos del agua no influyeron dentro del crecimiento de los acociles. *Cambarellus montezumae*, ya que estos se mantuvieron dentro de los rangos recomendados.

El cultivo del acocil *Cambarellus montezumae*, es una alternativa y una fuente de alimento rico en proteínas, y teniendo como una fuente de forraje barato y fácil de adquirir a *Egeria densa*, como una opción para su explotación en comunidades o regiones rurales de bajos recursos económicos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Adegboye, D. 1983. The 'Crayfish condition factor': A tool in Crayfish Research . Freshwater Crayfish, 5 : 154 - 170 .
- Arrignon, J. 1985. Crianza del Cangrejo de Río . Acribia. Zaragoza. España. 327 pp.
- Auvergne, A. 1982. El Cangrejo de Río . Cría y explotación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 119 pp.
- Avault, Jr. J. W. 1983. Crayfish Species Plan for the United States : Aquaculture . Freshwater Crayfish, 5 : 528-533.
- Avault, Jr. J. W. and J. V. Huner. 1985. Crawfish Culture in the United States. In J. V. Huner and E. E. Brown (Eds). CRUSTACEAN AND MOLLUSK AQUACULTURE IN THE UNITED STATES. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. p : 1 - 61 .
- Bardach, J.E., J. H. Ryther y W. O. MacIarney. 1986. Acuicultura. Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y Agua Dulce. AGT Editor S. A. . México. 704 pp.
- Boyd, C. E. 1988. Fresh - Water Plants : A Potencial Source of Protein . Econ. Bot., 22 (4) : 359 - 388.
- Boyd, C. E. 1970. Vascular Aquatic Plants for Mineral Nutrient Removal from Polluted Waters . Econ Bot., 23 (1) : 95 - 103.
- Boyd, C. D. and P. C. Goodyear 1971. Nutritive Quality of Food in Ecological Systems. Arch. Hydrobiol., 89 (2) : 258 - 270.
- Brett, J. R. 1971a. Growth Responses of Young Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka* to Different Diets and Planes of Nutrition. J. Fish. Res. Bd. Canada. 28 : 1635 - 1643.
- Brett, J. R. 1971b. Satiation Time, and Maximum Food Intake of Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka* . J. Fish. Res. Bd. Canada

- Brett, J. R. 1971c. Energetic Responses of Salmon to Temperature. A Study of Some Thermal Relations in the Physiology and Freshwater Ecology of Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka*. Am. Zoologist., 11 : 99 - 113.
- Brett, J. R. 1976d. Scope for Metabolism and growth of Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka*, and Some Related Energetics. J. Fish. Res Bd. Canada., 33 : 307 - 313.
- Brett, J. R. and T. D. D. Groves. 1979. Physiological Energetics. In Hoar et al., (Eds). FISH PHYSIOLOGY Vol. VIII. Academic Press . p : 279 - 351.
- Brett, J. R. and J. E. Shelbourn. 1975. Growth Rate of Young Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*, in Relation to Fish Size and Ration de Level. J. Fish. Res. Bd. Canada, 32 : 2103-2110
- Brower, J. E. and J. H. Zar. 1979. Field and Laboratory Methods for General Ecology. WM. C. Brown Comp. Publ. Dubuque Iowa. 194 pp.
- Cange, S., M. Miltner, and J. W. Avault, Jr. . 1982. Range Pellets as Supplemental Crayfish Feed. Prog. Fish-Cult., 44 (1) : 23 - 24.
- Castell, J. D.. 1987. Progress Review in the Development of a Standard Reference Diet for Crustacean Nutrition Research. Inst. Nal. de Invest. Das pescas. Programa NATO 'Ciencia para a Estabilidade'. Jornadas sobre Nutricao em Aquacultura. Lisboa, Janeiro. 1985. Publicacoes Avulsas, No. 12, 13 pp.
- Castell, J. D., J. C. Kean, L. R. D'Abramo and D. E. Conklin. 1989a. A Standard Reference Diet for Crustacean Nutrition Research. I. Evaluation of Two Formulations. J. World

- Castell, J. D., J. C. Kean, D. G. C. McCann, A. D. Boghen, D. E. Conklin and L. R. D'Abramo. 1989b. A Standard Reference Diet for Crustacean Nutrition Research. II. Selection of a Purification Procedure for Production of the Rock Crab *Cancer irroratus*, Protein Ingredient. J. World Aquaculture Soc., 20 (3) : 100 - 106.
- Celada, J. D., J. M. Carral, V. R. Gaudioso, C. Temiño and R. Fernández. 1989. Response of Juvenile Freshwater Crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana to Several fresh and Artificially compounded Diets. Aquaculture, 76 : 67 - 78.
- Chapman, D. W. 1978. Production. In Bagenal, T. (Ed). METHODS FOR ASSESSMENT OF FISH PRODUCTION IN FRESH WATER. 3rd. Ed. IBP. No.3 Blackwell Sci. Pub. Oxford. p : 202 - 217.
- Chatterjee, S. and B. Price. 1977. Regression Analysis By Example. John Wiley and Sons. N. Y.. 228 pp.
- Chien, Y-H. and J. W. Avault, Jr. 1983a. Effects of Flooding Dates and Disposals of Rice Straw on Crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard), Culture in Rice Fields. Aquaculture, 31 : 339 - 359.
- Chien, Y-H. and J. W. Avault, Jr. . 1983b. Effects of Flooding Dates and Type of Disposal of Rice Straw on the initial Survival and Growth of Caged Juvenile Crayfish, *Procambarus clarkii*, in ponds. Freshwater Crayfish, 5 : 344 - 350.
- Cho, C. Y., J. S. Slinger and S. H. Bayley. 1982. Bioenergetics of Salmonid Fishes: Energy Intake, Expenditure and Productivity. Comp. Biochem. Physiol., 73B, 25- 41.
- Clifford III, H. C. and R. W. Brick. 1979. A Physiological Approach to the Study of Growth and Bioenergetics in the

- Freshwater Shrimp, *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Maricult. Soc., 10 : 701 - 719.
- Cordrey, R. E., J. G. Gosselink and H. J. Bennett. 1972. Comparison of the Assimilation of Different Diets by *Penaeus setiferus* and *P. aztecus*. Fish. Bull., 70 (4) : 1281 - 1292.
- Cornejo, R. A. N. , 1991. 'Selección Térmica del Acocil *Cambarellus montezumae* (Saussure) (Crustacea : Astacidae) y su Correlación con Algunos Índices Fisiológicos : Diferencias Estacionales'. Tesis Lic. Biología. Fac. de Ciencias. UNAM. 71 pp.
- Copron, K. E. and D. A. Armstrong. 1983. Removal of Nitrogen by an Aquatic plant, *Elodea densa*, Recirculating *Macrobrachium* Culture System. Aquaculture, 32 : 347 - 360.
- Cukersis, J. . 1984. La Biologie de L'ecrevisse (*Astacus astacus* L.). INRA. Versailles. France. 313 pp.
- Davis, J. T. and E. D. Kachlik. 1987. Producción de Cangrejo de Río en el Noroeste de México. Fondepesca. Serie Extensionismo. México. FOEXT/A3/87. 18 pp.
- Duncan, A. and R. Z. Klekowski. 1975. Parameters of an Energy Budget. In Grdzinski, et al., (Eds). METHODS FOR ECOLOGICAL BIOENERGETICS. IBP. No. 24 . Blackwell Sci. Publ. Oxford p : 97 - 147.
- Eldridge, M., J. A. Whipple and M. J. Bower. 1982. Bioenergetics and growth of Striped Bass, *Morone saxatilis*, embryos and larvae. Fish. Bull. , 80 (3) : 461 - 474.
- Fenchel, T. 1970. Studies on the Decomposition of Organic Detritus Derived from the Turtle Grass *Thalassia testudinum*. Limnol. Oceanogr., 15 (1) : 14 - 20.

- Fernández, R., C. López-Bailsson, L. Ramos and L. Cuellar. 1983. Effects of Formulated Diets on Two Species of Crayfish : *Austropotampobius pallipes* (L.) and *Pacifastacus leniusculus* (Dana) Under Laboratory Conditions. *Freshwater Crayfish*, 5 : 325 - 328.
- Garcés, C. A. and J. W. Avault, Jr. . 1985. Evaluation of Rice (*Oryza sativa*), Volunteer Vegetation, and Alligatorweed (*Alternanthera phytolerooides*) in Various Combinations as Crawfish (*Procambarus clarkii*) Forage. *Aquaculture*, 44 : 177 - 186.
- García, O. S. A. . 1991. Efecto de Diversas Dietas Sobre la Sobrevivencia y Crecimiento de Crias del Acocil *Cambarellus montezumae* (Saussure) (Crustacea : Astacidae). Tesis Lic. Biología. Fac. de Ciencias, UNAM. 74 pp.
- Gerald, V. M. . 1975. The Effect of Size on the Consumption Absorption and conversion of Food in *Ophyocephalus punctatus* Bloch. *Hydrobiologia*, 49 : 77 - 85.
- González, M. I .D.. 1990. Aspectos de las Relaciones de Energía en Camarones Juveniles de la especie *Penaeus aztecus* Ives, de Tamiahua, Ver. en su Ambiente Natural. Tesis Lic. Biología. Fac. de Ciencias, UNAM. 70 pp.
- Goolish, E. M. and I R. Adelman. 1984. Effects of Ration Size and Temperature on the Growth of Juvenile Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 38 : 27 - 35.
- Goyert, J. C) and J. W. Avault, Jr.. 1977. Agricultural by Products as Supplemental Feed for Crayfish, *Procambarus clarkii*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106 (6) : 629 - 633.
- Grabner, M., W. Wieser and R. Lackner. 1981. The Suitability of Frozen and freezer Dried Zooplankton as Food for Fish Larvae

- : A Biochemical Test Program. *Aquaculture*, 26 : 85 - 94.
- Hidalgo, F., E. Alliot and H. Thebault. 1987. Influence of Water Temperature on Food Intake, Food Efficiency and Gross Composition of Juvenile sea Bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 64 : 199 - 207.
- Hogger, J. B.. 1986. Aspects of the Introduction of ' Signal Crayfish', *Pacifastacus leniusculus* (Dana), Into the Southern United Kingdom. I. Growth and Survival. *Aquaculture*, 58 : 27 - 44.
- Huner, J. V.. 1981. Information About the Biology and Culture of the Red Crawfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae) for Species Managers in Latin America. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM*, 8 (1) : 43 - 50.
- Huner, J. V.. 1984. Growth Responces of Juvenile Male Crawfish, *Procambarus clarkii*, Fed Artificial Diets Supplemented with *Egeria densa*, a Vascular Aquatic Plant. *J. World Maricult. Soc.*, 15 : 129 - 131.
- Huner, J. V.. 1985. An Update on Crawfish Aquaculture. *Aquacult. Mag.*, July : 33 - 40.
- Huner, J. V.. 1988. Culture of White River (*Procambarus acutus acutus*) and Red Swamp (*Procambarus clarkii*) Crawfishes: An Update. *Proc. Annual Meet. of the Western Australian Marron Growers Assoc.* 11 pp.
- Huner, J. V.. 1989a. Soft Shell Crawfish Industry . First Australian Shellfish Aquaculture Conference, Perth, Australia, 1988. 11 pp.
- Huner, J. V.. 1989b. Overview of International and Domestic Freshwater Crawfish Production. *J. Shellfish Res.* 8 (1) : 259

- Huner, J. V. and S. P. Meyers. 1979. Dietary Requirements of the Red Crawfish, *Procambarus clarkii*(Girard) (Decapoda, Cambaridae), Grow in a Closed System. Proc. World Maricult. Soc., 10 : 751 - 760.
- Huner, J. V., M. Miltner, J. W. Avault, Jr. and R. A. Bean. 1983. Interactions of Freshwater Prawns, Channel Catfish Fingerlings, and crayfish in Earten Ponds. Prog. Fish-Cult. 45 (1) : 36 - 40.
- Ivlev, V.S.. 1939. Energy Balance in the Carp. Zool. Zh., 18, 303-318.
- Johnson, S. K.. 1987. Calidad del Agua en el Cultivo del Cangrejo de Río (acocil). Fondepesca. Serie Extensionismo. México. FOEXT/A3/87. 15 pp.
- Johnson, S. K.. 1988. Agua Subterránea sus Características de Calidad para la Acuicultura. Fondespesca. Serie Extensionismo. México. FOEXI/88. 8 pp.
- Johnson, W. B., L.L. Glasgow and J. W. Avault, Jr.. 1983. A Comparison of Delta Duckpotato (*Sagittaria graminea platyphylla*) with Rice (*Oriza sativa*) as Cultured Red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*) Forage. Freshwater Crayfish, 5 : 351 - 361.
- Johnson, Jr. W. B. and J. W. Avault, Jr.. 1982. Effects of Poultry Waste Supplementation to Rice (*Oriza sativa* - *Procambarus clarkii*) Culture Ponds. Aquaculture, 29 : 109 - 123.
- Jones, P. D. and W. T. Momot. 1983. The Bioenergetics of *Orconectes virilis* in Two Pothole Lakes. Freshwater Crayfish, 5 : 117 - 125.

- Juárez, C. G. y M. E. Pérez. 1989. Efecto de dos Dietas Sobre el Balance Energético de Postlarvas y Juveniles del Langostino Gigante *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Tesis Lic. Biología. Fac. de Ciencias, UNAM. 44 pp.
- 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.
- Klein Breteler, W. C. M.. 1975. Food Consumption, Growth and Energy Metabolism of Juvenile Shore Crabs, *Carcinus maenas*. Neth. J. Sea Res., 9 (3-4) : 255 - 272.
- Madrid, R. I. R.. 1991. Apuntes de la Especialidad en Estadística Aplicada. IIMAS. UNAM.
- Maldonado, R. J. G..1990. Respuesta al Stress Térmico del Acocil *Cambarellus montezumae* (Saussure) (Crustacea : Astacidae). Comparación de Métodos. Tesis Lic. Fac. de Ciencias, UNAM.
- Martino, C. and J. L. Wilson. 1986. Behavioral Interactions of Tilapia, Crawfish and Freshwater Prawns in Aquaculture. Aquacult. Mag. , July- August : 36 - 37.
- Mendez, R.I., D. N. Guerrero, L. M. Altamirano y C. Sosa . 1990. El Protocolo de Investigación. Lineamientos para su Elaboración y Análisis. Trillas. México. 210 pp.
- Meyers, S. P. and R. W. Hagood. 1984. Flake Diets and Larval Crustacean Culture. Prog. Fish-Cult., 46 (4) : 225 - 228.
- Montgomery, D. C. . 1984. Design and Analysis of Experiments. 2a. Ed. John Wiley and Sons. 538 pp.
- Morrissy, N. M.. 1983. Crayfish Research and Industry Activities in Australia, New Guinea and New Zealand. Freshwater

- Crayfish, 5 : 534 - 544.
- Newman, M. W., P. L. Lutz and S. C. Snedaker. 1982. Temperature Effects in Food Ingestion and Assimilation Efficiency of Nutrients by the Malaysian Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). J. World Maricult. Soc., 13 : 95 - 103.
- New, M. B.. 1976. A Review of Dietary Studies with Shrimp and Prawns. Aquaculture, 9 : 101 - 144.
- NG, W. J., T. S. Sim, S. L. Ong, K. Kho, L. M. Ho, S. H. Tay and C. C. Goh. 1990. The Effect of *Elodea densa* on Aquaculture Water Quality. Aquaculture, 84 : 267 - 278.
- Niimi, A. J. and F. W. H. Beamish. 1974. Bioenergetics and Growth of Largemouth (*Micropterus salmoides*) in Relation to Body Weight and Temperature. Can. J. Zool., 52 : 447 - 456.
- Paloheimo, J. E. and L. M. Dickie. 1966a. Food and Growth of Fishes. II. Effects of Food and Temperature on the Relation Between Metabolism and Body Weight. J. Fis. Res. Bd. Canada, 23 (6) : 889 - 908.
- Paloheimo, J. E. and L. M. Dickie. 1966b. Food and Growth of Fishes. III. Relations Among Food, Body Size, and Growth Efficiency. J. Fish. Res. Bd. Canada, 23 (8) : 1209 - 1248.
- Pandian, T. J.. 1967a. Transformation of Food in the Fish *Megalops cyprionides*. I. Influence of Quality of Food. Mar Biol., 1 : 60 - 64.
- Pandian, T. J.. 1967b. Transformation of Food in the Fish *Megalops cyprionides*. II. Influence of Quantity of Food. Mar. Biol., 1 : 107 - 109.
- Pandian, T. J.. 1967c. Intake, Digestion, Absorption and Conversion of Food in the Fishes *Megalops cyprionides* and *Ophiocephalus striatus*. Mar. Biol., 1 : 18 - 32.

- Pieczynska, E. and A. Jachimowics-Janaszek. 1988. Decomposition of *Elodea densa* Rich. . In Relation to Size Structure of Particles. Pol. Arch. Hidrobiol., 35 (2) : 167 - 180.
- Prus, T.. 1972. Energy Requirement, Expenditure and Transformation Efficiency During Development of *Asellus Aquaticus* L. (Crustacea, Isopoda). Pol. Arch. Hidrobiol., 19 (1) : 97 - 112.
- Pursiainen, M.,T. Jarvenpaa and K. Westman. 1983. A comparative Study on the Production of Crayfish (*Astacus astacus* L.) Juveniles in Natural Food Ponds and by Feeding in Plastic Basins. Freshwater Crayfish, 5 : 392 - 402.
- Rach, J. J. 1982. Water Stable Diet for Aquatic Invertebrates. Prog. Fis-Cult., 44 (2) : 111 - 112.
- Re Araujo, A. D. y L. F. Buckle R.. 1985. Crecimiento y Sobrevivencia de *Procambarus clarkii* Girard (Crustacea, Decapoda) con Diferentes Temperaturas y Dietas Isocaloricas. Ciencias Marinas, Méx., 11 (2) : 39 - 68.
- Rozin, P. and R. J. Mayer. 1981. Regulation of Food Intake in the Goldfish. Am. J. Physiol., 201 : 968 - 974.
- Rundquist, J. C. and Ch. R. Goldman. 1983. Methodological Considerations for Quantitative Determination of Consumption for the Crayfish *Pacifastacus leniusculus*. Freshwater Crayfish, 5 : 27 - 42.
- Sarviro, V. S.. 1981. Calculation of the Net Effectiveness of Somatic Growth in Crustaceans as Exemplified by *Gammarus lacustris*. Hidrobiol. J., 17 (1) : 21 - 26.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1988. Bioestadística : Principios y procedimientos. Mc Graw-Hill. México. 622 pp.

- Stephenson, M. J. and A. W. Knight. 1980. Growth, Respiration and Caloric Content of Larvae of the Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 88A : 385 - 391.
- Tyler, A. V. and 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.
- Villalobos, F. A.. 1955. Cambarinos de la Fauna Mexicana (Crustacea : Decapoda) Tesis Doctor en Biología, Fac. de Ciencias. UNAM.
- Villalobos, F. A.. 1983. Crayfishes of Mexico. P. H. D. Thesis. National and Autonomus Univ. of Mexico. Smithsonian. Inst. and Sci. Washington, D. C. .
- Weeb, P. W.. 1978. Partitioning of Energy into Metabolism and Growth. In ' ECOLOGY OF FRESHWATER FISH PRODUCTION '. Ed. for Gerking, S. D., Blackwell, Oxford. p : 184 - 214.
- Webber, H. H. and P. F. Riordan. 1976. Criteria for Candidate Species for Aquaculture. *Aquaculture*, 7 : 107 - 123.
- Wheaton, F. W.. 1982. Acuacultura. Diseño y Construcción de Sistemas. AGT Editor S. A. México. 704 pp.
- Wlernicki, C..1984. Assimilation Efficiency by *Procambarus clarkii* fed Elodea (*Egera densa*) and its Products of Decomposition. *Aquaculture*, 38 : 203 - 215.
- Witzig, J. F., J. W. Avault, Jr. and J. V. Huner. 1983. Crawfish, *Procambarus clarkii*, Growth and Dispersal in a Small South Louisiana Pond Planted with Rice, *Oriza sativa*. *Freshwater Crayfish*, 5 : 331 - 343.

Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice Hall.

Englewood Cliffs. N. Y. 620 pp.

ANEXO

TABLA 1

Eficiencia bruta (K1), en *Cambarellus montezunae*. $\bar{X} \pm Sx$

T°C	CT	NR	K1(paloheimo y Dickie)	K1(Gerald)
23°	1	1	-1.53 ± 8.6	-0.96 ± 5.4
		3	10.6 ± 6.6	6.7 ± 4.8
		5	6.9 ± 4.1	4.2 ± 2.5
		10	1.47 ± 2.6	0.9 ± 1.6
23°	2	1	19.6 ± 16.4	12.2 ± 10.2
		3	1.1 ± 1.4	0.65 ± 0.67
		5	2.9 ± 1.4	1.5 ± 0.87
		10	0.85 ± 0.73	0.4 ± 0.45
17°	1	1	16 ± 16.4	10 ± 10.1
		3	15 ± 6.2	9.4 ± 3.8
		5	1.8 ± 1.9	1.2 ± 1.2
		10	1.8 ± 1.8	1.1 ± 1.0
17°	2	1	-4.9 ± 2.2	-3.0 ± 2.2
		3	1.7 ± 0.11	1.2 ± 0.07
		5	2.0 ± 1.0	1.2 ± 0.6
		10	1.4 ± 0.38	0.97 ± 0.23

Nota :

NR = niveles de ración (Pc/ej * día⁻¹)

CT = clases talla (CT1 0.03-0.13 g y CT2 0.14-0.25 g)

* Todos los valores estan dados en porcentaje (%).

TABLA 2

Eficiencia Neta (K2), en *Canbarellus montezumae* $\bar{X} \pm Sx$

T ^o C	CT	NR	Gerald (K2)	Brett y Groves (K2)	Paloheimo y Dickie (K2)
23 ^o	1	1	0 \pm 5.4	-5.1 \pm 20.1	-4.2 \pm 12.2
		3	11.1 \pm 7.8	23.5 \pm 15.3	18.4 \pm 11.6
		5	15.6 \pm 9.8	14.7 \pm 9.6	10.9 \pm 6.5
		10	6.7 \pm 9.5	2.1 \pm 6.2	2.3 \pm 4.2
23 ^o	2	1	13.4 \pm 19.7	36.4 \pm 34.4	34.5 \pm 23.9
		3	4.5 \pm 4.8	0.74 \pm 3.4	1.7 \pm 2.2
		5	11.2 \pm 7.3	3.7 \pm 3.2	3.8 \pm 2.2
		10	9.1 \pm 13	-0.6 \pm 1.7	1.0 \pm 1.2
17 ^o	1	1	9.1 \pm 6.6	27.4 \pm 31	24.5 \pm 25.5
		3	25 \pm 9.8	43.7 \pm 14.3	23.7 \pm 9.8
		5	4.5 \pm 4.9	4.2 \pm 4.6	2.9 \pm 3.1
		10	6.8 \pm 9.7	4.1 \pm 3.8	2.8 \pm 2.5
17 ^o	2	1	-6.7 \pm 4.5	-12.5 \pm 5.5	-5.4 \pm 2.2
		3	6.8 \pm 0	2.4 \pm 0.26	2.7 \pm 0.18
		5	11.4 \pm 4.9	3.5 \pm 2.0	3.1 \pm 1.5
		10	11.4 \pm 3.7	1.7 \pm 0.88	2.1 \pm 0.58

Nota:

NR = niveles de ración (Pc/ej * día⁻¹)

CT = clases talla (CT1 0.03-0.13 g y CT2 0.14-0.25 g)

*Todos los valores estan dados en porcentaje (%).

TABLA 3

Ingesta promedio total, proteínas y calorías promedio total ingeridas por *Cambarellus montezumae*, de *Egeria densa* (tratada).
 $\bar{X} \pm Sx$

T°C	CT	NR	Ingesta (mg/ej*día ⁻¹)	Proteínas (mg)	Calorías (cal)
23°	1	1	0.79 ± 0.14	0.11 ± 0.02	2.6 ± 0.5
		3	1.0 ± 0.16	0.14 ± 0.02	3.4 ± 0.5
		5	2.0 ± 0.34	0.27 ± 0.04	6.6 ± 1.1
		10	4.6 ± 0.71	0.62 ± 0.09	15.3 ± 2.3
23°	2	1	1.29 ± 0.18	0.17 ± 0.02	4.3 ± 0.61
		3	3.56 ± 0.36	0.5 ± 0.05	11.8 ± 1.2
		5	7.4 ± 1.2	1.0 ± 0.16	24.7 ± 4.0
		10	18.4 ± 1.4	2.5 ± 0.18	61.2 ± 4.5
17°	1	1	0.64 ± 0.18	0.08 ± 0.02	2.1 ± 0.62
		3	1.7 ± 0.22	0.23 ± 0.03	5.8 ± 0.75
		5	2.4 ± 0.25	0.33 ± 0.03	8.1 ± 0.84
		10	6.5 ± 1.4	0.88 ± 0.18	21.6 ± 4.6
17°	2	1	1.3 ± 0.09	0.17 ± 0.01	4.3 ± 0.29
		3	4.5 ± 0.68	0.58 ± 0.07	14.2 ± 1.9
		5	5.6 ± 0.92	0.76 ± 0.12	18.6 ± 3.1
		10	9.5 ± 2.2	1.3 ± 0.29	31.6 ± 7.5

Nota :

NR = niveles de ración (Pc/ej * día⁻¹)

CT = clases talla (CT1 0.03-0.13 g y CT2 0.14- 0.25)

TABLA 4

Eficiencia de absorción, tasa instantánea de crecimiento y producción de *Cambarellus montezumae* empleando *Egeria densa*.
 $\bar{X} \pm Sx$

T°C	CT	NR	Eficiencia de absorción (%)	TIC (mg)	Producción (mg)
23°	1	1	96.6 ± 0.95	-1.0 ± 3.6	-0.88 ± 1.8
		3	93.8 ± 2.8	7.6 ± 6.0	3.1 ± 2.4
		5	74.7 ± 9.7	9.6 ± 6.3	2.5 ± 1.4
		10	33.3 ± 5.2	1.3 ± 2.6	5.0 ± 7.1
23°	2	1	89.3 ± 5.3	4.0 ± 6.6	2.0 ± 6.2
		3	39.5 ± 3.4	1.0 ± 1.4	1.6 ± 2.4
		5	22.0 ± 4.8	3.0 ± 1.6	4.0 ± 2.5
		10	7.4 ± 0.45	2.3 ± 3.1	4.3 ± 6.4
17°	1	1	86.3 ± 2.9	6.3 ± 3.4	4.3 ± 2.2
		3	75.7 ± 7.3	15.3 ± 6.9	8.0 ± 3.1
		5	57.9 ± 6.7	3.6 ± 3.3	3.3 ± 2.4
		10	24.9 ± 4.1	5.2 ± 6.2	4.8 ± 5.0
17°	2	1	94.3 ± 2.8	-2.2 ± 1.5	-3.2 ± 2.3
		3	33.9 ± 3.9	1.5 ± 0.6	2.3 ± 1.1
		5	30.1 ± 7.7	3.3 ± 1.6	4.0 ± 1.7
		10	18.1 ± 3.6	3.6 ± 1.8	4.8 ± 2.9

Nota :

NR = niveles de ración (Pc/ej * día⁻¹)

CT = clases talla (CT1 0.03-0.13 g y CT2 0.14-0.25 g)

TABLA 5

Crecimiento y sobrevivencia de *Cambarellus montezumae*
empleando como alimento *Egeria densa* (tratada).
X - Sx

T ^o C	CT	NR	Crecimiento (mg)	Sobrevivencia (%)
23 ^o	1	0	-4.0 ± 2.0	81.0 ± 11.0
		1	0 ± 1.4	57.3 ± 10.5
		3	5.0 ± 1.7	83.0 ± 5.1
		5	7.0 ± 2.6	57.3 ± 12.3
		10	3.0 ± 2.4	55.5 ± 11.0
23 ^o	2	0	-3.3 ± 0.95	83.2 ± 11.8
		1	6.0 ± 5.1	66.6 ± 12.5
		3	2.0 ± 1.2	75.8 ± 10.1
		5	5.0 ± 1.8	77.7 ± 9.6
		10	4.0 ± 3.3	86.9 ± 6.7
17 ^o	1	0	0 ± 2.9	72.1 ± 11.0
		1	4.0 ± 1.7	77.7 ± 4.6
		3	11.0 ± 2.5	70.3 ± 11.5
		5	2.0 ± 1.2	77.7 ± 11.3
		10	3.0 ± 2.4	83.2 ± 9.9
17 ^o	2	0	-1.0 ± 0.94	83.2 ± 6.9
		1	-3.0 ± 0.81	79.5 ± 5.6
		3	3.0 ± 0	74.0 ± 9.1
		5	5.0 ± 1.2	75.8 ± 10.1
		10	5.0 ± 0.94	86.6 ± 11.3

* ver nota anterior para NR y CT.

TABLA 8

Calidad del agua, promedio total durante la fase experimental
del estudio de crecimiento de *Cambarellus montezumae*.
X - Sx

T ^o C	CT	Oxígeno (mg/l)	pH	Alcalinidad (mg/l)	Dureza total (mg/l)
23 ^o	1	4.1 ± 0.37	8.6 ± 0.11	129 ± 6.5	130 ± 15.4
23 ^o	2	4.3 ± 0.33	8.5 ± 0.04	129 ± 6.2	145 ± 17.9
17 ^o	1	4.8 ± 0.28	8.7 ± 0.09	131 ± 4.5	126 ± 11.4
17 ^o	2	4.8 ± 0.3	8.6 ± 0.04	126 ± 4.5	140 ± 10.1

Nota :

CT = clases talla (CT1 0.03-0.13 g y CT2 0.14-0.25)

CUADRO II

Análisis Próximo Bromatológico y Valor Calórico de *Egeria densa*
con un período de descomposición aeróbica de 10 días.

Materia seca	%
Proteína cruda (* 8.25)	13.61
Grasa cruda	0.65
Cenizas	38.62
Fibra cruda	13.57
Extracto libre de Nitrógeno	33.55
Calorías (base seca)	3327.7 Cal/g.

Nota:

El Análisis bromatológico fue realizado en el Laboratorio de
Bromatología de la UAM-Xochimilco..

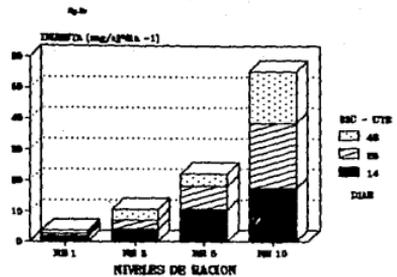
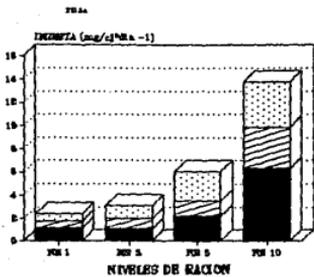
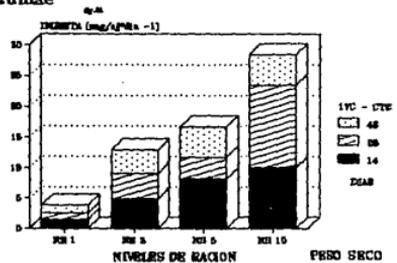
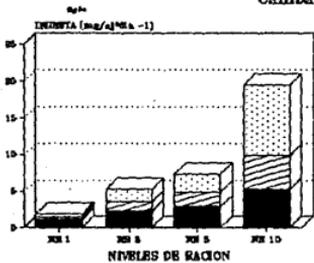


FIG. 1 **INGESTA PROMEDIO (mg/ej*dia-1)**
Cambarellus montezumae



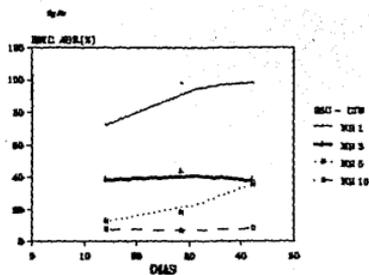
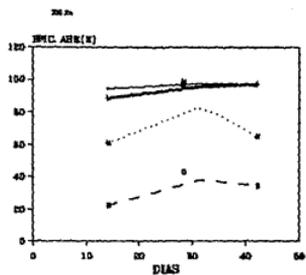
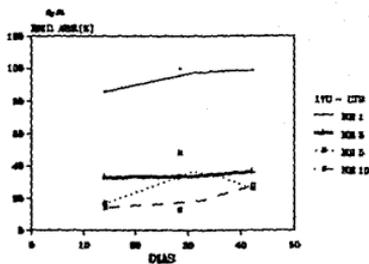
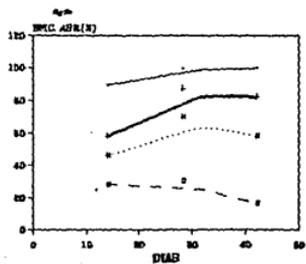


FIG. 2 EFICIENCIA DE ABSORCION (%)
Camberellus montezumae



GERALD

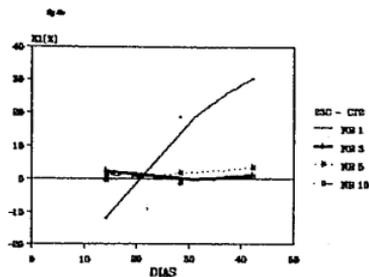
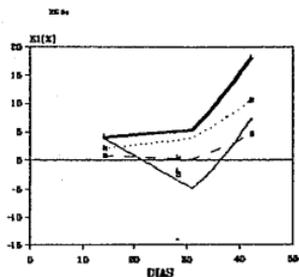
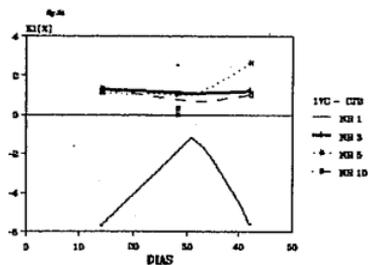
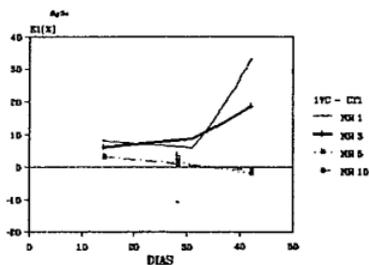


FIG.3 EFICIENCIA BRUTA (k_1)
Cambarellus montezumae



GERALD

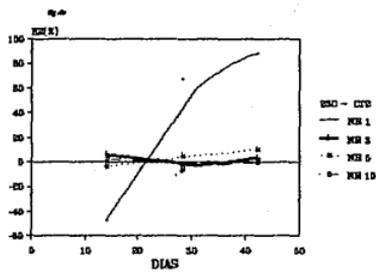
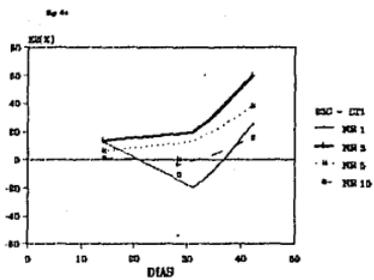
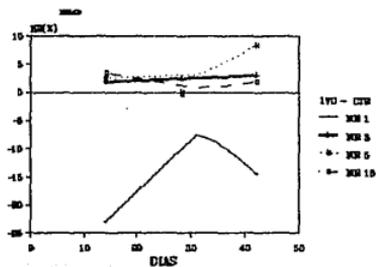
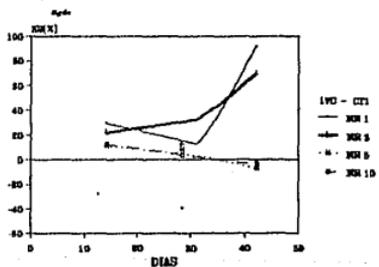


FIG.4 EFICIENCIA NETA (K2)

Camarellus montezumae



BRETT Y GROVES

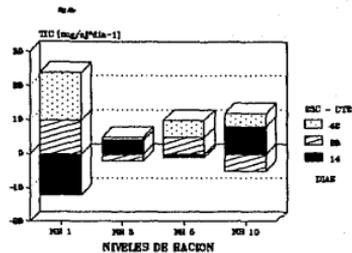
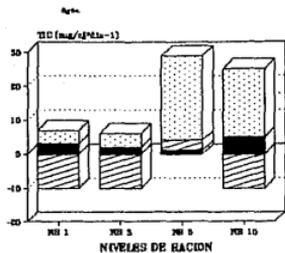
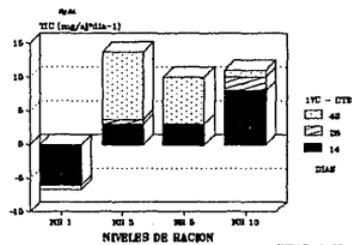
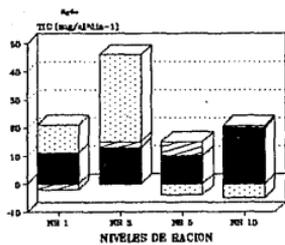


FIG.5 TASA DE CRECIMIENTO INSTANTANEO (mg/ej*dia-1)
Cambarellus montezumae



CHAPMAN

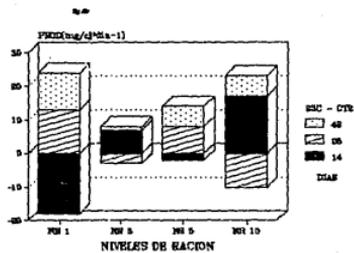
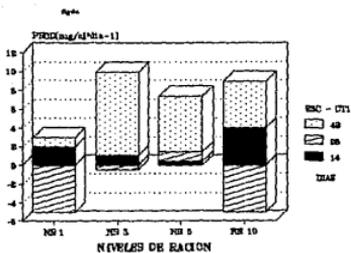
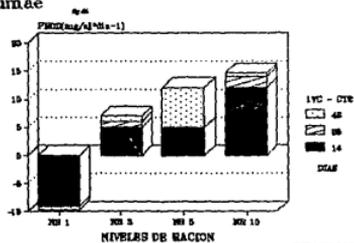
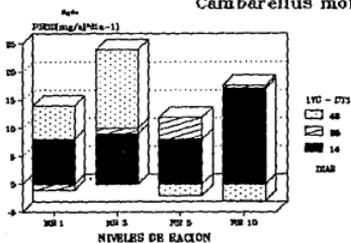


FIG.6 PRODUCCION (mg/ej*dia⁻¹)
Cambarellus montezumae



CHAPMAN

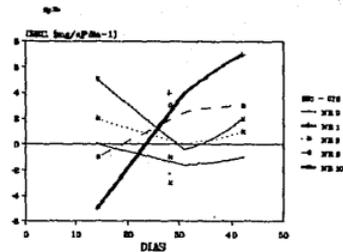
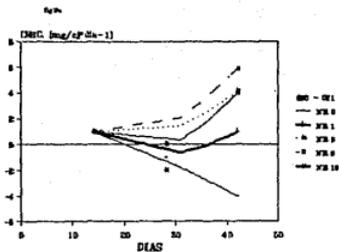
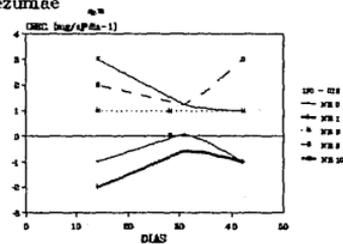
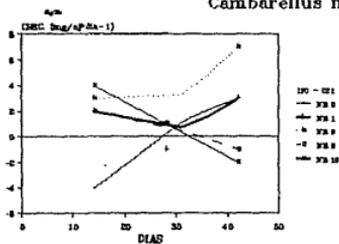


FIG.7 CRECIMIENTO (mg/ej*dia-1)

Cambarellus montezumae



PESO SECO

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

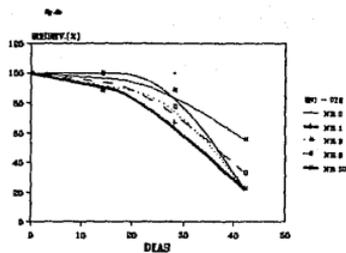
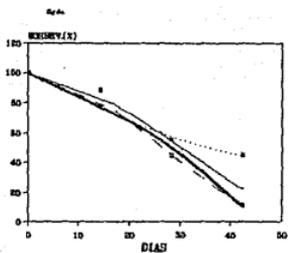
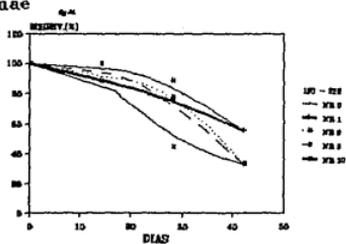
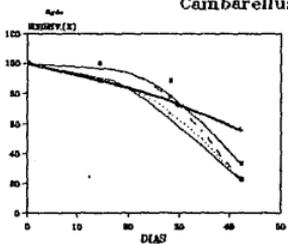
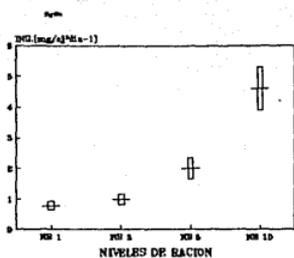


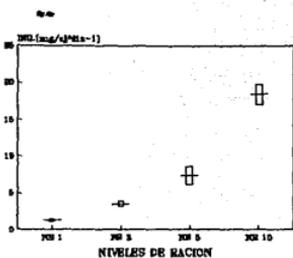
FIG.8 CURVAS DE SOBREVIVENCIA (%)

Cambarellus montezumae





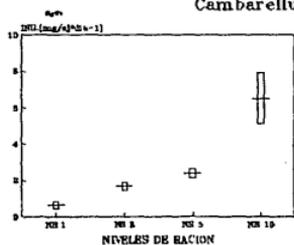
23C-CT1



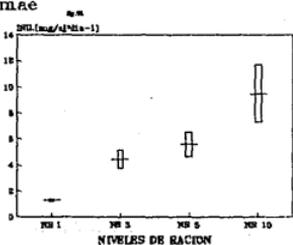
23C-CT2

FIG.9 INGESTA TOTAL (mg/ej*dia-1)

Cambarellus montezumae



17C-CT1



17C-CT2

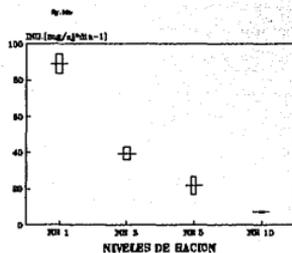
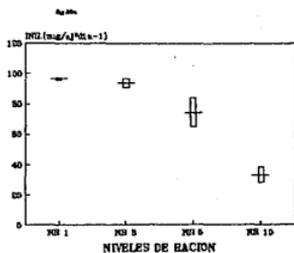
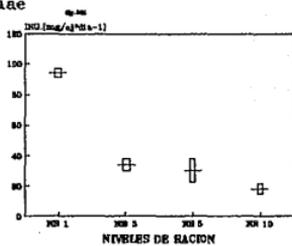
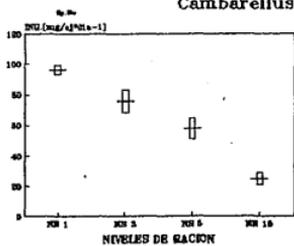


FIG.10 EFICIENCIA DE ABSORCION (%)

Cambarellus montezumae



GERALD

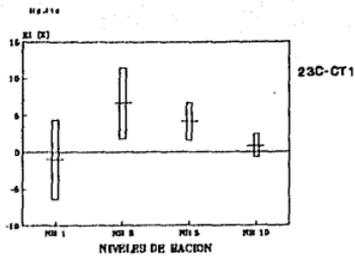
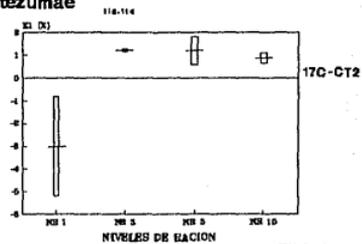
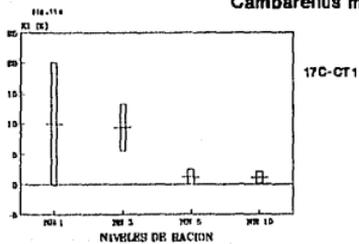
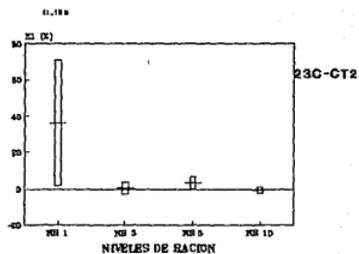
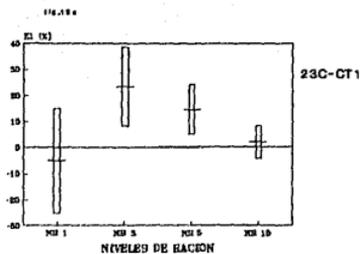


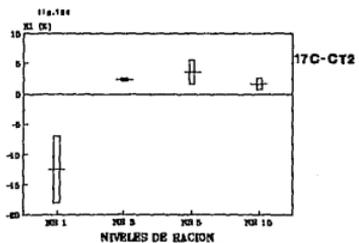
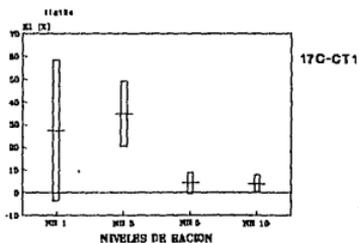
FIG.11 EFICIENCIA BRUTA TOTAL (k1)
Cambarellus montezumae



GERALD



**FIG.12 EFICIENCIA NETA TOTAL (K2)
Cambarellus montezumae**



BRETT Y GROVES

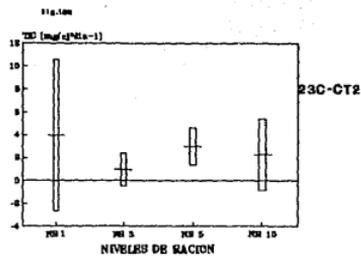
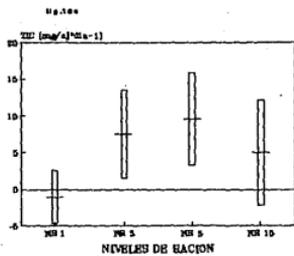
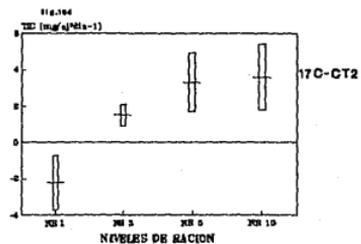
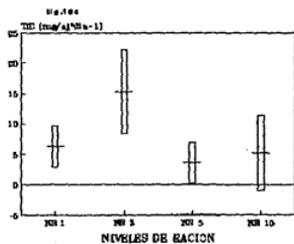


FIG.13 TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO (mg/ej·dia-1)
Cambarellus montezumae



CHAPMAN

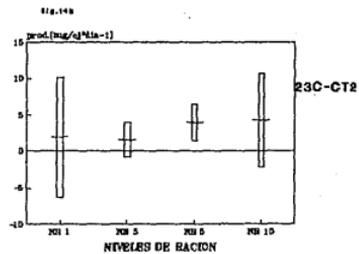
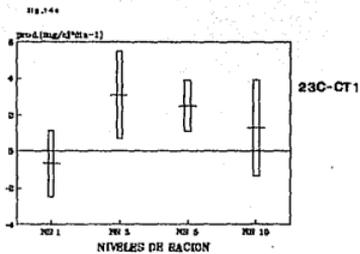
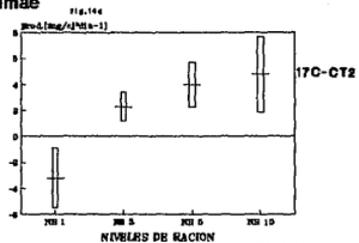
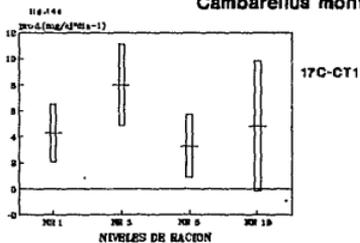


FIG.14 PRODUCCION TOTAL (mg/ej•dia-1)
Cambarellus montezumae



CHAPMAN

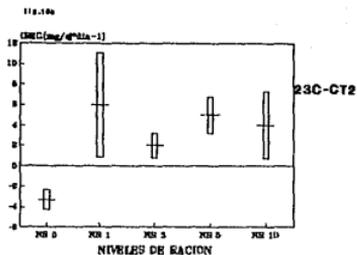
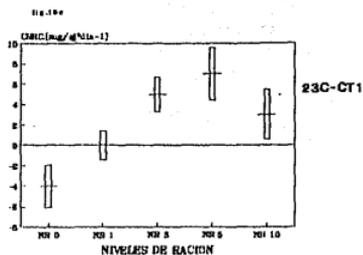
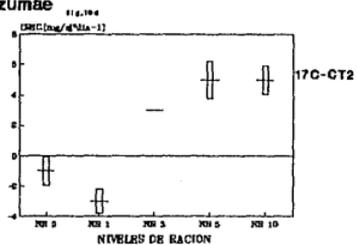
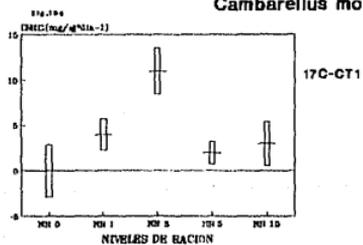


FIG.15 CRECIMIENTO TOTAL (mg/ej•dia-1)

Cambarellus montezumae



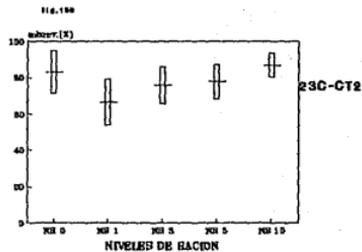
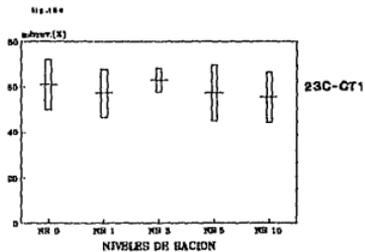


FIG.16 SOBREVIVENCIA TOTAL (%)
Cambarellus montezumae

