

Procambarus clarkii fue evaluado el crecimiento, biomasa y productividad a densidades de 1,2,4,8 y 16 organismos por metro² en estanques con arroz cultivado. El crecimiento en longitud total y peso, fue afectado significativamente por la densidad, promediando de 91.5 mm y 20.7 g en talla y peso, respectivamente, para la densidad de 1 m², y hasta 62.5 mm y 6.3 g para la densidad mayor (Lutz y Wolters, 1986).

Acociles de la especie Procambarus clarkii que fueron capturados en nueve estanques comerciales y depositados en recipientes de cultivo dentro de un "invernadero", mostraron un patrón de muda que fue predominantemente diurno. Más del 90% de las mudas ocurrió entre las 7 y 18 horas. Estos resultados concuerdan con observaciones previas de estos organismos en dos áreas comerciales para cultivo y bajo condiciones de laboratorio con luz artificial (Culley y le Duobinis-Gray, 1987a).

Se examinó el efecto de extirpar una quela o ambas y dos pereópodos sobre el crecimiento y frecuencia de muda en la jaiba azul Callinectes sapidus. La pérdida de una quela no alteró el incremento por muda y frecuencia de muda comparando con animales intactos. La múltiple pérdida de apéndices, redujo significativamente el incremento de muda en la primera muda pero no afectó la duración de la intermuda. En la segunda muda después de la autotomía no fue alterado en jaibas sin cuatro apéndices de aquellos sin una quela o intactos. La regeneración de los apéndices fueron de un 85 a 88%. Hasta tres mudas fueron requeridas para regresar al 100% del tamaño de los apéndices (David Smith, 1990).

1.1.5. Importancia en Acuicultura y Pesquerías

En la especie A. astacus de Suecia, las bajas temperaturas decrecen la actividad alimenticia e influyen en la captura. En el verano de 1961, 20 trampas produjeron 396 acociles; pero el efecto inhibitorio de bajas temperaturas decreció la captura a cuatro acociles solamente. En esta especie sus adultos mudan una vez al año; pero varía de acuerdo a las altas temperaturas y la talla de acocil (Abrahamsson, 1972).

En el Río Sacramento de California durante 1977 y 1978, se estimó la densidad de la especie Pacifastacus leniusculus, donde se encontró valores de captura por trampa de 0.18 a 2.27 kg/trampa en diferentes sustratos; el sustrato rocoso fue el preferido por esta especie, además de que no es una especie escavadora. La densidad promedio fue 1.8 acociles adultos por m² (Shimizu y Goldman, ----).

Una dieta balanceada extruída y estable en el agua fue

utilizada en el acocil Procambarus clarkii para observar su respuesta sobre el crecimiento. Al mantenerse individualmente juveniles, el incremento promedio en longitud total y peso fue 5.1 mm y 1.65 gr, respectivamente; esta se administro ad libitum. Al mantenerse en varias densidades el incremento corporal fue de 3.7 mm a 5.9 mm.

El uso de los acociles data de muchos siglos, aunque los griegos y romanos no los consumían porque consideraban que eran venenosos. Los griegos colgaban acociles vivos en árboles y cultivos para proteger a estos de las enfermedades. Los gastrolitos fueron usados como medicina. En Escandinavia se ha usado el gastrolito para la buena suerte, los juveniles de la especie Pacifastacus leniusculus son vendidos comercialmente en 12 países de Europa, utilizando estanques para obtener huevas de las hembras que producen de 100 a 400 huevecillos y en un tiempo de 16 a 18 días de edad, estos son enviados para su engorda en diferentes estanques. El costo alcanzaba precios hasta \$3.00 dólares por cría. En Suecia y Finlandia, la libra de Astacus astacus alcanza \$9.00 dólares (Avault, Jr., 1976)

Los estanques nuevos que son utilizados para el mantenimiento de acociles juveniles durante la primavera, posteriormente son drenados y permanecen secos en el verano. El drenado induce el enmadrigamiento y la reproducción, elimina peces predadores y permite el crecimiento de pastos anuales que sirven de alimento cuando los estanques son de nuevo llenados. Estanques secos son llenados en otoño durante las dos primeras semanas de octubre, la cosecha empieza en enero y continua hasta mayo y se vuelve a llenar otra vez. La especie más adecuada para cultivar es Procambarus clarkii, los estanques de Louisiana producen de 500 a 1000 kg/ha por estación. En veinte estanques pequeños de Louisiana se capturaron 25,873 acociles, la mayoría (88%) fueron menores de 75 mm de longitud total que es la talla mínima comercial, de estos el 37% fueron entre 5 a 7 cm que es la talla capturable para el cebo utilizado. La proporción sexual fue 1:1; de 7,928 acociles marcados de 4.5 cm o más, se recapturó 6,548 encontrando animales que habían sido marcados en otros estanques. Las densidades promedio variaron con el período del reflujo presentando valores mayores en el reflujo de septiembre y noviembre, con promedios de 11.4 y 11.7 organismos/m², respectivamente. Existió una diferencia de acociles con respecto a las formas de captura, con trampas el 77% fueron acociles en intermuda (Huner y Avault, Jr. 1976a).

Los acociles son lentos para encontrar y comer su alimento, por lo que la buena estabilidad de un alimento en el agua es un criterio importante en la preparación de dietas (Goyert, 1978).

Se ha reportado que trampas para acociles con cebo protegido captura menos de la mitad del número que se podrían capturar en trampas similares con cebo expuesto, con este los acociles fueron capaces de masticar más este y libera atrayentes en el agua, además el masticado envuelve respuestas auditivas que estimulan movimientos hacia las trampas (Westman, et al., 1978).

Uno de los problemas que hay en el uso de estanques de tierra para la producción de acociles, es la migración y construcción de madrigueras, ya que esto dificulta la cosecha. Los acociles tienen la habilidad de utilizar oxígeno atmosférico por largos períodos si mantienen húmedas sus branquias. El suelo es innecesario como sustrato y el enmadrigamiento no es esencial para la reproducción. Las plantas acuáticas como elodea (*Egeria densa*) y la planta lagarto (*Alternanthera philoxeroides*) son adecuadas para incrementar la superficie del sustrato, además son un fuente de alimento. Se ha observado que los juveniles de *Procambarus clarkii* recién eclosionados no pueden permanecer en concentraciones de oxígeno inferiores a una parte por millón. La densidad en las poblaciones es un factor importante que influye en el comportamiento agresivo y la sobrevivencia de los acociles (Nelson y Dendy, 1979).

La experiencia ha demostrado en Louisiana que estanques de cultivo de *Procambarus clarkii* con un buen manejo, la cosecha puede alcanzar de 800-1100 kg/ha después de un año, en ausencia de depredadores, en algunos se reportan hasta 2200 kg/ha, sin embargo, algunos depredadores no se pueden eliminar y que son protegidos por la ley, como las aves acuáticas, también algunos insectos y arañas comen acociles, y estos no se han podido eliminar pero ellos desaparecen de los estanques cuando la vegetación muere y se descompone, ya que ésta les sirve de protección (Huner, 1978a).

Uno de los mayores problemas en el cultivo de acociles es la reducción de la vegetación como alimento. En ausencia de ésta, el crecimiento se detiene en tallas subcomerciales (<75 mm de LT). Es importante el forraje para que ofrezca un sustrato adecuado a través del período de crecimiento y poder maximizar la producción de acociles. El uso de alimento tipo "pellet" es bueno para el crecimiento; pero su uso es limitado por los altos costos (Cauge, et al., 1982).

La eficiencia de captura y capacidad de retención de 10 trampas comerciales se evaluó en estanques comerciales de Louisiana. Las trampas diseñadas con tres entradas capturo significativamente más acociles que trampas diseñadas con una o dos entradas. Por otro lado la captura de las trampas fue inversamente al número de entradas de cada una. Las trampas construidas de alambre de plástico (PVC) capturó

significativamente más acociles que trampas idénticas pero de alambre galvanizado, sin embargo la captura de retención no fue relacionado con el material de las trampas. La postura de las trampas (horizontal o vertical) no afectan la eficiencia de captura ni la capacidad de retención de estas. Trampas con cebos expuestos capturó 40-47% más acociles que trampas con cebos protegidos. Un promedio de 84, 80 y 64 % de acociles marcados fueron retenidos por las trampas después de 12, 24 y 48 días, respectivamente (Pfister y Romaine, 1983).

Utilizando diferentes formas de marcaje, desde cortes de urópodos, uso de hilos de nylon y tintura vegetal en el acocil Procambarus clarkii se determinó que no hay un marcador efectivo para determinar el crecimiento, ya que todas las marcas fueron de corta duración. Al usar diferentes tipos de trampas y cebos, se observó que la mayor eficiencia de captura fue con trampas de trampas con cuatro entradas y el cebo más efectivo fue alimento para perros (Sanchez-Saavedra, 1983).

La producción promedio de acociles en campos de arroz de Louisiana, que son inundados al principio (septiembre) y más tarde (octubre) de la temporada fué de 1183 kg/ha y 1127 kg/ha respectivamente (Chien y Avault Jr., 1983).

Los cebos son muy importantes en la cosecha de acociles, pero es el gasto mayor en la producción de estos. Muchos productores usan a la cuchilla (Dorosoma cepedianum) pero a veces no está disponible. Han sido utilizados otros cebos menos deseables como el arenque Brevoortia pastronus, los matalotes (Catostomidae) o los bagres (Ictalurus punctatus). El costo de los peces como cebo puede alcanzar precios de \$0.40 dólar por kg, sin incluir costos de almacén, transporte y otros gastos. Los cebos artificiales pueden eliminar estos problemas, pero debe tener ventajas de manejo, aceptabilidad y competitividad en el costo de peces y una captura efectiva de acociles. Se han utilizado diferentes cebos artificiales que contenían el mismo acarreador (carne de pescado, harina de semilla de algodón y harina de soya); pero con diferentes atrayentes (harina de sangre, huevos pulverizados y aceite de bagre). Los resultados mostraron que todos los cebos artificiales fueron significativamente más eficientes que la carne de la cuchilla, con excepción de la harina de sangre (Avault, Jr., et al., 1984).

Louisiana es el centro de de producción de acociles en los Estados Unidos, que da producciones de cien millones de libras con un valor aproximado de \$70 millones de dólares. La cantidad de proteína producida por área es poca; pero el precio es alto y con una producción de 2000 libras por acre, donde solamente la carne de la cola (12-15% del animal) es consumido, una alternativa es producir acociles de concha suave, de esta forma

el 70-92% de los animales sería consumido. Para esto se colectarían acociles inmaduros de talla comestible que esten en intermuda y que muden en 30 días (Culley, et al., 1985).

Los cebos tradicionales usados en la captura de acociles son carne de peces, como la carpa común y mojarra, demás se han desarrollado cebos manufacturados sin embargo no son tan eficientes como los naturales. Un problema es la estabilidad que es de pocas horas a días. Hay cuatro factores fisicoquímicos que afectan la capturabilidad en los estanques; temperatura del agua, densidad de los acociles, lluvias y frentes fríos. La captura se incrementa cuando la temperatura se eleva hasta los 30° C (Huner, 1990).

1.1.6. Importancia de los Factores Fisico-Químicos

La tolerancia a la salinidad de Procambarus clarkii fue directamente proporcional a la talla de los acociles. Los recién eclosionados fueron muertos en menos de una semana en salinidades de 15, 20 y 30 ppm; adultos de 40 a 120 mm de LT no mostraron mortalidad significativa despues de una semana en salinidades mas de 30 ppm Salinidades de 10 ppm incrementaron el crecimiento, pero de 20 ppm o más altas retardaron el crecimiento (Loyacano, ---).

El incremento de la dureza del agua (como Cloruro de Sodio) incrementa el promedio de peso ganado y el porcentaje de supervivencia. Buen crecimiento de acociles ocurre en ausencia de suelo, sí la dureza del agua es alta, el exoesqueleto de acociles en estanques sin suelo es suave (de la Bretonne, 1969).

La dureza del agua en estanques de Louisiana es el factor más significativo que afecta el crecimiento y supervivencia de Procambarus clarkii. El aumento de la dureza se relaciona con el incremento de peso ganado y el porcentaje de sobrevivencia , por ejemplo con dureza de 200 ppm del agua, el peso aumenta hasta 12.35 g. y un 91 % de sobrevivencia (Bretonne, Jr. y Avault, Jr 1971).

Los mayores problemas en el cultivo de acociles es la reducción de oxígeno y el hacinamiento. La calidad del agua en estanques comerciales está relacionado con el origen del agua, crecimiento denso de vegetación terrestre y la pobre circulación. Cuando el oxígeno es bajo los acociles toman oxígeno atmosférico. Para aumentar la disponibilidad de alimento en los estanques el método más rápido es fertilizar a una tasa de 110 kg de fertilizante químico (8:8:2) por hectárea (Avault Jr., de la Bretonne y Huner, 1974).

El oxígeno disuelto es un factor especial en el cultivo de

acociles en cualquier ambiente; pero es de mayor importancia en estanques donde el control es difícil. Cherax destructor es más tolerante a las bajas de oxígeno que Ch. tenuimanus, la primera sobrevive a condiciones de 1 ppm; la segunda especie trata de escapar a estas condiciones buscando oxígeno atmosférico como en otros acociles. Ch. tenuimanus crece mejor a 70° F y está adaptado a climas más fríos. El crecimiento en ambas especies cesa a los 58° F (Huner, 1986).

La especie nativa de Europa Astacus astacus puede tolerar bajas concentraciones de oxígeno disuelto de 2 ppm en invierno en lagos de Finlandia (Avault, Jr., 1976).

Juveniles de Procambarus clarkii de 9 - 12 mm. de LT fueron menos tolerantes a cambios abruptos en el oxígeno que juveniles de 31-35mm LT, la LC_{50} fue entre 0.75 a 1.10 ppm de O_2 disuelto para los de 9-12 mm, acociles de mayor talla en ecdisis fueron más susceptibles a bajas de oxígeno que aquellos en otro estado de muda (Melancon Jr. y Avault Jr., 1976).

Juveniles del segundo estadio del acocil Pacifastacus leniusculus alimentados con el camarón salino (Artemia) y expuestos a diferentes gradientes de salinidad y temperatura constante de 17.5° C. El crecimiento decreció con el incremento de salinidad hasta 17.5‰ (mitad de la salinidad del agua de mar), además del consumo de alimento. La diferencia de crecimiento a lo largo de los gradientes de salinidad puede ser una simple consecuencia del decremento de la toma de alimento (Rundquist y Goldman, 1978).

Los siguientes parámetros fisicoquímicos son importantes para el cultivo del acocil Procambarus clarkii y Procambarus acutus acutus. Los rangos de temperatura es de 32 - 95° F, para una actividad mínima es menos de 50° F y para el crecimiento óptimo es de 70 - 80° F. La mortalidad es a menos de 1 ppm de oxígeno disuelto. La reducción del crecimiento y stress se presenta a 1 - 3 ppm y el crecimiento óptimo es a valores mayores de 3 ppm. El pH óptimo del agua es de 6.5 - 8.5 y es letal cuando hay valores mayores de 10.5 y Menores de 4. El pH del suelo debe ser de 6 - 7. La dureza y alcalinidad esta en los rangos de 50 - 400 ppm (CaCo3) dureza total y 50 - 400 ppm (CaCo3) para alcalinidad y la salinidad es de 10 - 15 ppm, sobreviven pero no crecen a menos de 2 ppm, para cultivos comerciales. Toxicidad amplia a diferentes pesticidas, generalmente los más tóxicos son los piretroides sintéticos (Romaine, 1986).

La combinación de oxígeno disuelto bajo (< 2 ppm) y el nivel del agua (> 2 pulgadas), resultan en menor frecuencia de muda y mayor mortalidad. En niveles bajos de agua (1 pulgada) el número de mudas fué mayor a concentraciones de oxígeno disuelto mayor a 2 ppm, que un valor más bajo que éste. Pero no hay diferencia en