1.- INTRODUCCION

Los acociles del género Procambarus spp. contiene 16 subgéneros y 134 especies, la mayoría se presentan en el Sureste de los Estados Unidos, con una inclinación hacia México y el Noreste de Cuba. El subgénero Scapulicambarus incluye especies como a Procambarus clarkii que tiene una amplia tolerancia ecológica (Hobbs, Jr., 1984; Hobbs, Jr., 1989); esta especie se ha reportado en todos los Estados del Norte de México, incluyendo a Nuevo León, donde se considera que al menos en el centro del Estado ha sido introducida (Hobbs III, et. al. 1989; Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992). Por otro lado, recientemente se elevó a categoría específica al acocil endémico del centro de Nuevo León, como Procambarus regiomontanus por Hobbs, Jr. y Robinson (1988); sin embargo esta especie ahora esta ausente de su localidad tipo y de otras áreas previamente reportadas y solo se conoce hacia Cerralvo, que se localiza hacia el Norte de la localidad tipo (Monterrey). Esta reducción en las poblaciones se considera como principal factor a la presencia de Procambarus clarkii (Rodríguez-Almaraz y Campos, en preparación).

Se considera que los cangrejos de río son los miembros más grandes y los más longevos de los crustáceos de agua dulce de Norteamérica, además constituyen una fuente de alimento para muchos peces y no pueden ser establecidos en un solo nivel trófico, ya que por sus hábitos alimenticios ocupan varios niveles tróficos y cualquier esfuerzo para discutir su bioenergía es difícil, considerándose como especies herbívoras, con alimentación suplementaria de origen animal, además representan el mejor camino para convertir la producción primaria, especialmente de material foliar en carne animal (Momot, Gowing y Jones, 1978). Muchos acociles de bajas latitudes tienen una longevidad muy corta, como las especies del género Procambarus sp. que viven dos años o menos, mientras que especies de altas latitudes y ambientes fríos, usualmente viven de cuatro a 16 años y la madurez sexual es más tardía (Momot, 1984).

El ciclo de vida de los cangrejos de río tiene períodos de crecimiento y períodos quiescentes, durante estos últimos, los cangrejos de río se refugian en diversos lugares, usualmente en madrigueras, donde las hembras maduras desovan sus huevecillos, posteriormente a cada período quiescente continua un crecimiento rápido; la duración y temporalidad de ambos períodos depende de la latitud (Meredith y Schawrtz, 1960 en Huner, 1976).

Las tasas de crecimiento de acociles juveniles depende de las disposición del alimento, la temperatura del agua y la densidad (Abrahmsson, 1971); en juveniles de Orconectes virilis las altas tasas de crecimiento se han relacionado con un aumento en la

calidad del alimento, principalmente larvas de insectos (Momot y Jones, 1977), en esta especie las tasas de crecimiento mensuales son mayores en machos que en hembras, debido a los períodos de incubación y cuidado de juveniles (Hazlett y Rittschof, 1985). El número mínimo de mudas para madurar en Procambarus clarkii son once, el crecimiento depende del tipo de habitat, en áreas como acequias y estanques temporales, el crecimiento y la madurez son menores que en grandes pantanos, ciénegas o estanques de cultivo (Huner y Barr, 1984).

Los acociles son los organismos más fáciles de cultivar, ya que en comparación con otras especies de importancia comercial, las poblaciones se mantienen estables y el gasto de agua en los estanques de cultivo es menor que la requerida para cultivos de algunos peces. En el sur de Louisiana se encuentra el 90% del área dedicada al cultivo de estos organismos en los Estados Unidos, con producciones anuales de 807 kg por hectárea (Avault Jr. y Huner, 1985). Por otro lado, la producción anual bentónica en muchos lagos de Michigan fue dominada por la especie Orconectes virilis, con valores de 1000-1400 kg por hectárea, con densidades de 15 organismos por metro cuadrado (Momot, 1978). Uno de los mayores problemas en el cultivo de acociles es la reducción de la vegetación como alimento, la ausencia de ésta en los estanques ocasiona que el crecimiento se detenga en tallas subcomerciales de menos de 75 mm de longitud total (Cauge, et al., 1982; Avault Jr. et al., 1974).

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Distribución y Taxonomía

Los cambarinos americanos ocupan toda la parte este de los Estados Unidos de America, desde las montañas Rocallosas hasta la vertiente Atlántica, siguiendo por todo el territorio mexicano y la parte Norte de América Central y Cuba. El cambarino Procambarus simulans regiomontanus, se encuentra a 5 km de Monterrey, Nuevo León (localidad tipo), esta especie tiene relación con Procambarus simulans simulans de Kansas y Texas y una subespecie muy cercana a Procambarus simulans regiomontanus, aún no descrita se encuentra en la Cd. de Río Bravo, Tamaulipas (Villalobos-Figueroa, 1955).

La presencia de Procambarus clarkii en México, se ha detectado en la presa las "Boquillas", 17 millas al Suroeste de Cd. Camargo, Chihuahua y en un ojo de agua tributario del Río Sonora, 6 millas al Sureste de Cananea, Sonora. Hasta la fecha no hay noticias de introducciones que expliquen la presencia de este

cambarino en la vertiente del Pacífico en las cuencas de los Ríos Colorado y Sonora (Hobbs, Jr. 1962).

En Europa se han introducido especies de acociles de América en espera de encontrar especies que no sean afectadas por la plaga fungal. En Polonia Orconectes limosus fue introducida hace 87 años y posteriormente introducida en Alemania y Austria. Procambarus clarkii fue introducida en climas templados, como en la parte Sur de España. Pacifastacus leniusculus, es la especie más introducida en casí todo Europa (Avault, Jr.,1976).

Se han reconocido 284 especies de acociles americanos y para el estado de Nuevo León se registra a las especies Cambarellus alvarezi y Procambarus simulans regiomontanus, estas dos son endémicas y la especie Procambarus clarkii, se localiza entre el estado de, Coahuila y Sonora (Hobbs, Jr. 1976).

La subespecie Procambarus simulans regiomontanus se distribuye en diversos municipios del Centro y Este de Nuevo León, pero solo habita en la cuenca del Río San Juan, una de las más importantes del Estado (Campos-González, 1982).

Los crustáceos decápodos de agua dulce de Mesoamérica, es un grupo heterogéneo y se distribuyen según su posibilidad de ocupar nichos no competidos, como es el caso de los astácidos. Esta área comprende varias zonas zoogeográficas y la fauna procede de áreas neárticas y neotropicales (Villalobos-Figueroa, 1982).

Casí la mitad de las 152 especies y subespecies de los acociles americanos son asignados al género Procambarus, habitando muchas en el Sureste de los Estados Unidos. En México hay dos especies aisladas en la vertiente del Pacífico y sobre la vertiente del Atlántico hay una amplia distribución hasta Belice, Guatemala y Noreste de Cuba e Isla Pinos. El subgénero Scapulicambarus que incluye a Procambarus clarkii, su rango de distribución es a tráves de la planicie costera y tienen amplia tolerancia ecológica construyendo madrigueras simples en épocas de sequía y reproducción (Hobbs, Jr. 1984).

En Tamaulipas, la presencia del acocil Procambarus clarkii se ha ubicado en el Noreste, Noroeste y Centro; que serian los primeros registros de esta especie en el Estado y su presencia se debe a posibles introducciones hechas por el hombre (Coronado-Magdaleno, 1987).

La subespecie Procambarus (Girardiella) simulans regiomontanus ha sido elevada a rango específico como Procambarus (G.) regiomontanus, basándonos en las diferencias morfológicas, con la ahora especie Procambarus (G.) simulans de (Texas y Kansas) y ante el desconocimiento de poblaciones entre el rango típico de esta última y la mexicana , considerándose que no hay intergrado en la distribución entre ellas (Hobbs, Jr. y Robinson, 1988).

En Norteámerica, los acociles se representan por tres

familias, 10 géneros y 372 especies. La especie Procambarus regiomontanus es solo conocida en Nuevo León y Tamaulipas (?) en ambientes lénticos y lóticos. La especie Procambarus clarkii, su localidad tipo es entre San Antonio y el Paso, Texas; habitando ambientes lénticos y lóticos, y es un excavador terciario. Se considera introducida en Baja California, Chihuahua y Coahuila (Hobbs, Jr. 1989).

Se ha establecido que las introducciones en México del acocil Procambarus clarkii, es para Baja California, Chihuahua, Coahuila y Sonora (Hobbs, III, Jass y Huner, 1989).

La especie Procambarus clarkii se considera nativa del Río Bravo central y su tributario el Río Salado, que atraviesa Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; y es una especie exótica en el Centro y Oeste de Tamaulipas, Centro de Nuevo León, Oeste de Chihuahua, Sonora y Baja California, donde ha sido repetidamente introducida. El habitat preferido por éste acocil, es en ambientes lóticos con sustratos fangosos y la presencia de vegetación acuática (Campos y Rodríguez-Almaraz, 1992).

1.1.2. Estructura trófica y Dinámica poblacional

Los acociles son generalmente considerados detritívoros y su alimentación activa es cercanamente asociada con detritos vegetal. El decaimiento de material vegetal (detritos) soporta el crecimiento de bacterias, fitoplancton y zooplancton. Entre las plantas más comunes usadas en estanques de cultivo de acociles de Louisiana son Alternanthera philoxeroides Sagittaria platyphylla y Zizania aquatica (Brunson, ----).

En la especie del acocil Orconectes palmeri de Tennessee, sus juveniles aparecen en Abril y la mayoría alcanzan su madurez a una longitud del caparazón de 18 a 25 mm, en el mes de septiembre u octubre. En este estudio para el mes de noviembre el 85% de todos los machos fueron machos forma I y muchos mudaron en junio para transformarse en forma II. La distribución de frecuencias de talla reveló 3 clases de edad (Payne y Price, ----).

En estanques pequeños cubiertos por trigo, pastos anuales o perennes de Louisiana, se estimó que hubo tres diferentes reclutamientos de juveniles durante los meses de septiembre a enero. Los acociles de la especie Procambarus clarkii que son vulnerables a su captura por trampeo son de talla de 8 a 9 cm, de longitud total. La tasa de supervivencia de estos a tallas de 0.5 cm fue de 0.53 a 0.62 y su madurez se presentó en mayo. La proporción sexual fué de 1:1 y la productividad de un estanque

fue de 4497 kg/hectárea en la primera estación y 790 kg/hectárea en la segunda (Huner, 1978b).

En estanques de Louisiana se observó que la carpa Ctenopharyngodon idella tuvo un efecto en la producción del acocil Procambarus clarkii. Carpas con promedios de 190 gramos de peso, en densidades de 4 por 0.01 hectárea, redujo significativamente la producción (en número y peso) de acociles de talla cosechables (>74 mm de longitud total). El análisis estomacal de estas carpas sugieren que la competencia por alimento (materia vegetal) fue la causa de la baja producción. Cuando la vegetación fue ausente, la cantidad de materia animal (cladóceros, acociles y girinidos) se incremento notablamente en sus estómagos (Forester y Avault, Jr., 1978).

Para determinar clases de edad en poblaciones naturales de Procambarus clarkii usando captura con trampas donde cada organismo capturado es colocado en un intervalo de clase (talla). De esta manera es fácil calcular el porcentaje de organismos en cada clase con respecto al total capturado; y así se pueden identificar clases de edad. Al diferenciar un grupo o más de otras clases de talla, se obtiene las modas. Puede haber un traslape entre las modas ya que algunos miembros de una clase de edad en particular son más pequeños o más grandes. En estanques de Louisiana durante los meses de invierno la captura fué baja, menos de una libra por trampa. El reclutamiento de Procambarus clarkii en Louisiana puede ser hasta dos generaciones en un año. En un estanque hay diferentes clases de edad y pueden ser adultos y juveniles de la temporada anterior de producción y juveniles de la temporada actual. El desove no se efectúa al mismo tiempo por eso hay diversas clases de edad en juveniles de la misma temporada. Estos últimos son los que van a formar parte del reclutamiento. En estanques se han encontrado hasta cinco clases, dos que corresponden a los que sobreviven de la temporada anterior y el resto son juveniles de la temporada, su primera clase de edad se presenta en septiembre y octubre en Louisiana y las otras dos aparecen de octubre a noviembre y de diciembre a enero (Huner, 1978a).

En los estanques de cultivo de acociles, los insectos acuáticos son en mayoría inmaduros, aunque también maduros y estuvieron representados en un 87% por la familia Corixidae. Las nayades del odonato Anax junius son depredadores de acociles; pero su comportamiento alimenticio depende de la temperatura, con tasas de depredación de 0.066 a 1.16 acociles/día (Witzing, et al.----).

Procambarus acutus tiene un período restringido de reclutamiento (final de otoño-principio de invierno) en ambientes temporales y solamente una generación por año. Procambarus

clarkii tiene reclutamiento a través de todo el año en los mismos ambientes y varias generaciones por año (Huner,----).

La producción de arroz y del acocil Procambarus clarkii en Louisiana es significativa, ya que una alta producción de arroz se relaciona con una gran cantidad de acociles. El promedio de producción fué mayor (1059 kg/ha) que en los estanque control (800 kg/ha). También se encontró una relación inversa entre el incremento de calcio del suelo y la producción de acociles. La mortalidad natural durante las 8 semanas en estos estanque pudo haber sido enmascarada por el reclutamiento de juveniles; estos acociles son activos a temperaturas mayores a los 10 °C e inactivos a temperaturas inferiores (Chien y Avault Jr,1980).

Los acociles dependen para su alimentación del perifitón (algas y microorganismos) y detritos (partículas de plantas en descomposición y microbios). La disminución de la vegetación natural que sirve de alimento y la pobre calidad del agua son dos de los principales problemas en el cultivo de acociles en Louisiana (Miltner y Avault,Jr 1981).

La construcción de histogramas de la distribución de frecuencias de tallas de los acociles permite evaluar y predecir la estructura demográfica de tallas y el crecimiento poblacional. Se encontró que en distintos estanques comerciales de Louisiana existió una diferencia en la estructura de las poblaciones después de seis y 12 semanas del reflujo de los estanques. Estanques con poblaciones con más del 45 % de los individuos que exceden 75 mm después de 12 semanas producen más (25 hasta el 30%) que los estanques con poblaciones con menos del 5% que exceden los 75 mm (Momot y Romaire, 1981).

La vulnerabilidad del acocil Procambarus clarkii al trampeo varía con la temperatura del agua y la captura por unidad de esfuerzo en estanques cultivados con arroz de Louisiana fué mayor que en estanques inundados tardíamente (octubre) que en los inundados en septiembre, con una diferencia promedio de 42 org. por cuatro trampas por día. Los factores que afectan la dinámica poblacional entre los dos tipos de inundación es la temperatura que favorece el crecimiento pero no la sobrevivencia, en especies como Pacifastacus leniusculus, las temperaturas de 18 a 20° C son buenas para el crecimiento pero pobres para la sobrevivencia. A temperatura de 10° C se reduce el crecimiento; pero hay alta sobrevivencia. Otros factores son: oxígeno, disponibilidad de alimento y densidad (una alta densidad, afecta tanto la sobrevivencia y el crecimiento) (Chien y Avault, Jr. 1983).

De acuerdo a Somer (1984), en campos de arroz comerciales de California, la especie Procambarus clarkii presentó distintos ciclos de actividad relacionados a la profundidad, temperatura y

reproducción. Los juveniles tuvieron dos máximos de actividad en verano e invierno y los adultos solamente un máximo de actividad. La migración de los acociles durante el drenado de los estanques fue de un 32% de la población.

Los mecanismos que gobiernan el desplazamiento de la especie nativa Orconectes sanborni de Ohio por la especie invasora Orconectes rusticus son conocidos, ambas especies sin embargo tienen similiaridad en su ciclo de vida, en preferencias de habitat y hábitos alimenticios. En O. rusticus sus juveniles crecen más rápido que los deO. sanborni; los primeros son más grandes, por lo tanto dominan a O. sanborni. En laboratorio O. rusticus son menos susceptibles al pez predator Micropterus salmoides, ya que ocupan más frecuentemente refugios. Además mantienen su crecimiento poblacional alto, y una productividad mayor que O. sanborni (Butler y Stein, 1985).

La especie Cherax tenuimanus tiene una respuesta tipo k, mientras que C. destructor tiene la estrategia tipo R. La primera se caracteriza por una larga vida, ocupa habitats permanentes y estables y se reproducen anualmente. Además tiene una estructura poblacional estable y su "concha" relativamente dura. La segunda especie es de corta vida, ocupa habitats inestables y semipermanente, se puede reproducir varias veces al año. La estructura poblacional es inestable y su "concha" es relativamente delgada (Huner, 1986).

A una densidad de $19/m^2$ el acocil Orconectes rusticus mantenido en jaulas experimentales durante 4 a 12 semanas, redujo el 64% de la biomasa de macrofitas, mientras una abundancia mayor de 140 gr/m^2 eliminó todas las macrofitas.Las plantas utilizadas fueron Vallisneria americana, Juncus pelocarpus y Elodea canadensis. La abundancia y la reducción en la riqueza de especies sobre el tiempo de exposición sugieren que esta especie es un herbívoro selectivo. Macrofitas de tallo simple fueron más susceptible a la destrucción que Macrofitos con su tallo ramificado. Con estos resultados podemos sugerir que los acociles juegan un papel importante en la estructura de las macrofitas y las comunidades de invertebrados que habitan en ellas (Lodge y Lorman, 1987).

Las especies Procambarus clarkii y P. acutus en dos estanques comerciales del Sur de Louisiana fueron estudiadas para conocer su reclutamiento, crecimiento, mortalidad y desarrollo reproductivo desde septiembre a mayo. El reclutamiento de la primera especie fué mayor en el otoño con menor reclutamiento a mitad del invierno y principios de primavera. En P. acutus, el reclutamiento ocurrió solamente a finales del otoño y finales de invierno. Numerosas hembras postgrávidas de P. clarkii fueron capturadas a finales de octubre y principios de noviembre, un

segundo grupo de hembras postovígeras fueron encontradas a principios de enero y se les relacionó con el reclutamiento a finales de enero. Para P. acutus hembras postovígeras fueron observadas desde octubre a enero. Los machos forma I de P. clarkii estuvieron presentes a través de todo el año y más abundantes a finales de otoño y primavera. El promedio de talla de los machos forma I en otoño e invierno fue de 69 a 85 mm, esta especie madura en climas templados y subtropicales en dos u ocho meses, dependiendo de las condiciones ambientales (temperatura y dieta). El crecimiento de P. clarkii para otoño y primavera (1-3 mm por semana) fue la mitad del crecimiento (2-5 mm por semana) de P. acutus. Las tasas de mortalidad natural fueron de 3 a 13 % y 9% por semana, para P. clarkii y P. acutus respectivamente. La mínima talla de acociles que entran a la pesquería es de 70 mm , ya que es la talla mínima que retienen las trampas comerciales. La captura por unidad de esfuerzo en enero y febrero en ambos estanques debido a las bajas temperaturas (<10° C) ya que disminuyen las actividades alimenticias y movimientos hacia las trampas, aumentando la captura conforme aumenta la temperatura. La producción de acociles en ambos estanques fueron bajos (536-642 kg/ha), principalmente por reclutamiento secundario hasta obtener talla cosechable (>70 mm) y el mínimo esfuerzo de pesca (Romaire y Lutz, 1989).

La producción excedente estimada usando el modelo de Schaefer para una población de Orconectes virilis en el lago Dock de Ontario, sugiere que la producción de ese "stock" es de 20 kg para hembras y 30 kg para machos con un esfuerzo de 4000 trampas por día por temporada. Un esfuerzo mayor de 6000 trampas por día produce bajos rendimientos como lo sugiere el uso de del modelo de Schaefer. Los resultados positivos en el empleo de este modelo se deben probablemente a que la capturabilidad es constante en machos (Momot, et al., 1990).

1.1.3. Reproducción

En la especie Pacifastacus leniusculus, las hembras grávidas fueron encontradas en el Río Sacramento, California en ctubre, con una gran variabilidad en el número de huevos adheridos a los pleópodos, el promedio fue 190 huevos/hembra y la eclosión tuvo lugar entre marzo y abril (Shimizu y Goldman,----).

El crecimiento de Procambarus acutus y P. clarkii en habitats temporales cesa cuando llega a su madurez y el ciclo reproductivo es completado. La talla promedio de madurez en los acociles es buena indicación del crecimiento potencial de estos en un habitat específico. Para machos FI de P. clarkii la maduración es a los