

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



TAMAÑO POBLACIONAL, MORFOMETRIA Y CRECIMIENTO DE
Procamberus clerkii (GIRARD) (CRUSTACEA: CAMBARIDAE) DEL
AREA CENTRAL DE NUEVO LEON, MEXICO.

TESIS

QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

GABINO ADRIAN RODRIGUEZ ALMARAZ

CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1992

TM
Z5320
FCB
1992
.R6



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

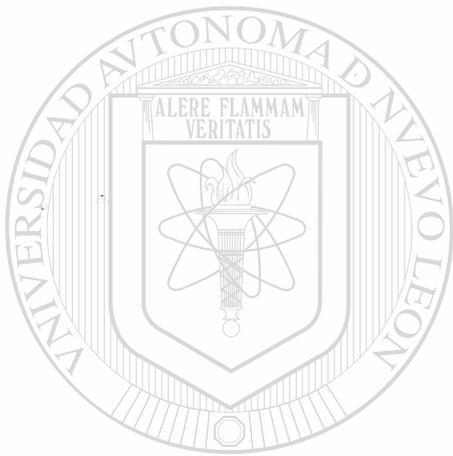


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

537



DIRECCION GENERAL DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



TRABAJO POBLACIONAL, MORFOMETRIA Y CRECIMIENTO DE
Parus clarkii (GIRARD) (CRUSTACEA: CAMBARIDAE) DEL
AREA CENTRAL DE NUEVO LEON, MEXICO.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

GABINO ADRIAN RODRIGUEZ ALMARAZ

CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA

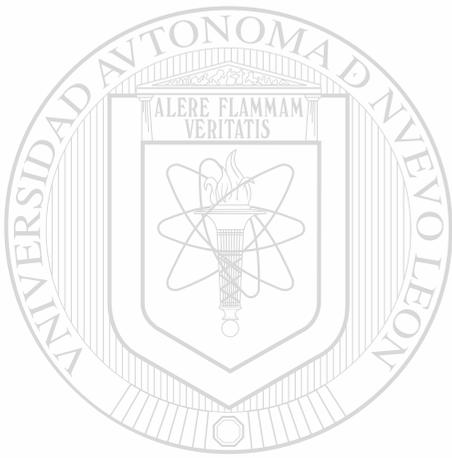
MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1992

178566 Virtua

0096-24560 VTZS

TM
25320
FCB
1992
RG



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO TESIS

62942

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TAMAÑO POBLACIONAL, MORFOMETRÍA Y CRECIMIENTO EN
Procambarus clarkii (CRUSTACEA: CAMBARIDAE) DEL
ÁREA CENTRAL DE NUEVO LEÓN, MÉXICO.

T E S I S

QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

CABINO ADRIAN RODRIGUEZ ALMARAZ

con especialidad en Ecología Acuática y Pesca

COMISION DE TESIS:

Presidente

Dr. Guillermo Campaña Jiménez

Secretario

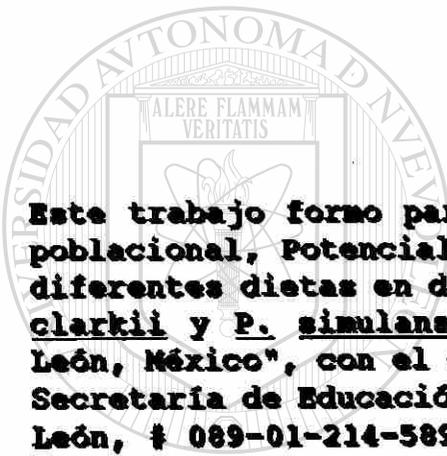
Dr. Elizabeth Cruz Suarez

Vocal

M. C. Roberto Mercado Hernandez

Monterrey, Nuevo León

Octubre de 1992



Este trabajo formo parte del proyecto de investigación "Densidad poblacional, Potencial reproductivo, Crecimiento y Utilización de diferentes dietas en dos especies de cangrejos de río (Procambarus clarkii y P. simulans) de la región central de Estado de Nuevo León, México", con el convenio celebrado entre la D.I.G.S.A. de la Secretaría de Educación Pública y la Universidad Autónoma de Nuevo León, # 089-01-214-589-03, Septiembre de 1989.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Agradecimientos

Agradezco la valiosa colaboración del Dr. Guillermo Compeán Jiménez, asesor y director de la tesis, por sus críticas y observaciones en el análisis de los resultados y conclusiones de la misma.

Al M.C. Roberto Mercado Hernández, por brindarme sus conocimientos de bioestadística desde el inicio de mi profesión, además de enseñarme los paquetes de programas que han sido importantes en mis actividades de investigación. Y por ofrecerme su apoyo y amistad.

A la Dr. Elizabeth Cruz Suárez, por sus consejos y críticas en la asesoría del presente trabajo; además de iluminarme con sus ideas para realizar estudios biológicos con los acociles.

No quiero pasar por alto la gran ayuda y asesoría del Dr. M. Badii para este estudio y que durante sus cursos de Ecología numérica, me ofreció diferentes oportunidades de investigación con los artrópodos.

A la Administración de la Fac. de Ciencias Biológicas, dirigida por el M.C. Fernando Jiménez Guzmán, por el apoyo y la oportunidad de iniciar otra fase de mi vida profesional.

A la D.I.G.S.A. de la S.E.P., por financiar económicamente el presente trabajo y otros estudios con acociles.

Agradezco la valiosa información escrita que me enviaron los distinguidos Carcinólogos, Dr. Horton H. Hobbs (Smithsonian Institution), Jr., Dr. Jay V. Huner (University of Southwestern Louisiana) y al Dr. Walter Momot (Lakehead University, Ontario).

A las secretarías, Isabel (Entomología), Lupita y Rocío (Dirección y Coordinación de carrera), por su valiosa cooperación en la escritura y revisión del manuscrito.

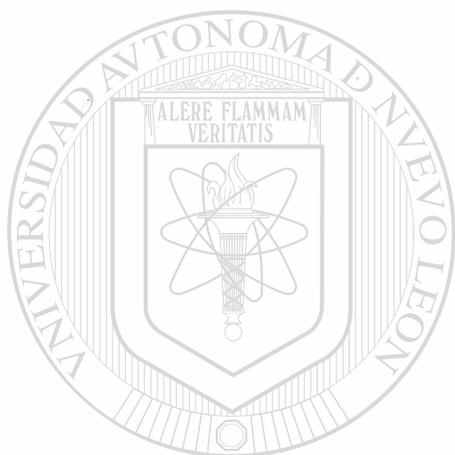
A los maestros Humberto, María Luisa, Raúl y Carlos, compañeros del laboratorio, por su amistad y comprensión hacia mí.

A mis colegas Isabel Abdo de la Parra y Jose Alfredo Tobías Chavana, quienes comparten conmigo la oportunidad de conocer diferentes aspectos de biología de los acociles.

A los alumnos y ex-alumnos, Judith, Daniel Acosta, Roberto, Homero, Jose Luis, Ricardo Muñoz, María Elena y Rafael, por su invaluable ayuda en la colecta y mantenimiento de los acociles para el presente trabajo.

A la Biól. María de las Mercedes González Maltos, por su paciencia y disponibilidad en la asesoría de los programas Word perfect, Harvard graphic y SPSS.

Al Dr. Idelfonso Fernández del Lab. de Entomología Médica por las facilidades para la impresión en laser del escrito original.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Dedicatoria

En primer lugar quiero dedicar esta tesis a dos seres que me dieron la vida, de la cual ahora es mi profesión y placer:

A mis padres

Josefina Almaraz López, por su continua preocupación y cuidado a mi persona, que tal vez muchas veces no le tome importancia y por ser algo insípido no notes cuanto te necesito.

Javier Rodríguez Porras, por mucho tiempo hemos estado separados, sin embargo, siempre te he extrañado y querido, como cuando era niño que ansioso esperaba tu llegada.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A mis hermanos, Laura, Miriam, Javier, David y Fina, que ha pesar de ser distintos en comportamiento y vida, siempre los he querido y respetado.

En forma separada quiero dedicar a mis tres grandes amores, que me dan la fuerza de seguir superandome y que representan el pasado, el presente y el futuro.

A mi abuelita:

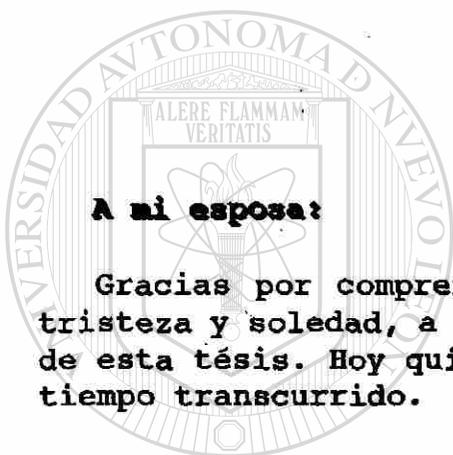
Ana María Porras

De niño me dejastes y empecé a conocer la falta de un ser querido, el amor que siento por tí ha estado creciendo desde niño hasta hoy en mi vida adulta. Solo tu sabes de mis alegrías, satisfacciones y tristezas.

A mi esposa:

Judith

Gracias por comprender y guardar silencio en tus momentos de tristeza y soledad, a causa de mi trabajo y durante la elaboración de esta tesis. Hoy quisiera, recompensar con amor y dedicación el tiempo transcurrido.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



A mi cangrejita:

Ana Karen

Mi pequeña princesa, tu que has encendido dentro de mí el amor de padre, con tus alegrías, travesuras y tristezas. Cada día te veo crecer más y cada día aumenta el amor que te tengo hacia ti. Gracias hija y a tu mami, por estar conmigo.

INDICE

	Pag.
1.- INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes	
1.1.1 Distribución y Taxonomía.....	2
1.1.2 Estructura trófica y Dinámica Poblacional.....	4
1.1.3 Reproducción.....	8
1.1.4 Crecimiento.....	10
1.1.5 Importancia en las pesquerías y Acuacultura..	17
1.1.6 Importancia de los Factores fisicoquímicos en la Biología de acociles.....	21
1.2. Area de Estudio.....	23
1.2.1 Climatología.....	23
1.2.2 Hidrología.....	23
1.2.3 Características ambientales generales... [®]	23
1.3. Objetivos.....	25
1.3.1 Objetivo terminal.....	25
1.3.2 Objetivos específicos.....	25
1.4. Hipótesis.....	25
1.5. Originalidad.....	25
1.6. Importancia.....	26
2.- MATERIALES Y METODOS.....	26

2.1. Estudio de campo.....	26
2.1.1 Tamaño Poblacional.....	28
2.1.2 Proporción sexual y estado de la muda.....	29
2.1.3 Relaciones biométricas y Crecimiento relativo.....	30
2.1.4 Distribución de frecuencias de talla.....	31
2.2. Estudio de Laboratorio.....	31
2.2.1 Regeneración de Quelas.....	31
2.2.2 Crecimiento postmudal.....	34
2.2.3 Crecimiento individual.....	35
2.2.3.1 Tasa de Incremento relativo.....	35
2.2.3.2 Crecimiento relativo (Alometría).....	36
2.2.3.3 Crecimiento usando el modelo de von Bertalanffy.....	36

3.- RESULTADOS

3.1. En campo

3.1.1. Tamaño Poblacional.....	37
3.1.2. Estado de la muda.....	45
3.1.3. Porcentaje sexual.....	48
3.1.4. Distribución de la frecuencia de tallas.....	50
3.1.5. Crecimiento relativo (Alometría) de los acociles capturados.....	55

3.2. En laboratorio

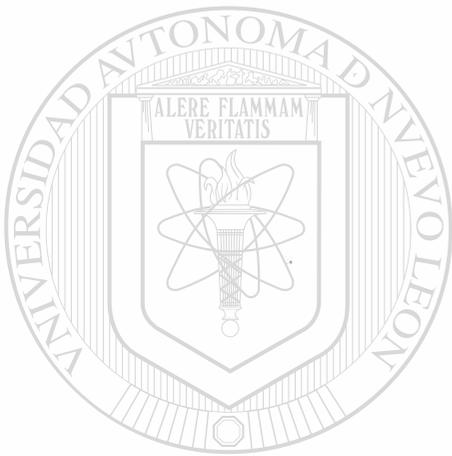
3.2.1. Regeneración de Quelas y Relación del	
--	--

crecimiento de la quela.....	62
3.2.2. Crecimiento de quela.....	65
3.2.3. Crecimiento neto por efecto de la muda.....	67
3.2.4. Crecimiento utilizando la relación del crecimiento por efecto de la muda.....	67
3.2.5. Valores promedio de la relación del crecimiento de la quela por efecto de la muda.....	68
3.2.6. Crecimiento promedio después de la segunda muda.....	69
3.2.7. Comparación del crecimiento promedio en la primera muda y segunda muda.....	69
3.2.8. Frecuencia de muda.....	70
3.2.9. Comparación de la ocurrencia de la muda en los sexos.....	71
3.3. Crecimiento postmudal de acociles en laboratorio....	73
3.4. Crecimiento individual en laboratorio.....	78
3.4.1. Tasa de Incremento relativo.....	78
3.4.2. Crecimiento alométrico.....	80
3.4.3. Crecimiento con el modelo de von Bertalanffy.....	80

4.- DISCUSION

4.1. Tamaño Poblacional.....	84
4.2. Proporción sexual y estado de la muda.....	85
4.3. Distribución de la frecuencia de talla.....	86
4.4. Crecimiento relativo (alometría).....	86

4.5. Regeneración de quelas.....	88
4.6. Crecimiento postmudal.....	89
4.7. Crecimiento individual.....	90
5.- CONCLUSIONES.....	93
6.- RESUMEN.....	96
7.- LITERATURA CITADA.....	98



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



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 regionontanus 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 camarinos 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 camarino Procambarus simulans regionontanus, 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 regionontanus, 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 casi 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).

Casi 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 través 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-Magdalen, 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 Norteamérica, 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 notablemente 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 Romaine, 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 similitud en su ciclo de vida, en preferencias de habitat y hábitos alimenticios. En O. rusticus sus juveniles crecen más rápido que los de O. sanborni; los primeros son más grandes, por lo tanto dominan a O. sanborni. En laboratorio O. rusticus son menos susceptibles al pez predador 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 $140\text{ gr}/m^2$ 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 Macrofitas 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 (Romaine 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 octubre, 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

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 (Romaine 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 octubre, 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

66.2 mm de longitud total y en P. acutus a los 67 mm Pero se ha reportado que para la primera especie la madurez puede ser alcanzada a tallas de 50-55 mm De acuerdo a Huner(----), el crecimiento de acociles esta en función de su habitat, en estanques comerciales donde se encuentra condiciones ideales y estables, se obtienen las tallas más grandes al madurar.

De acuerdo a Mason (1970), el comportamiento copulatorio en el acocil Pacifastacus trowbridgii es categorizado por los siguientes eventos, contacto con las quelas, toma entre ellos, colocación de las hembras en posición ventral, montaje, erección e inserción de los gonópodos, depósito de espermatotoro, separación de los gonópodos, liberación de las hembras. La copulación dura de 10 a 20 minutos.

La fecundidad de Astacus astacus en Suecia puede ser influenciada por la temperatura y la disponibilidad de alimento. El número de huevos esta claramente correlacionado con la talla de la hembra (Abrahamsson, 1972).

En la especie Procambarus clarkii de Louisiana, la cópula ocurre en mayo o en junio y hasta finales de verano o principios de otoño ocurre el desove. Los huevecillos son retenidos bajo el abdomen por una sustancia mucilaginoso. La fecundidad de ésta especie puede ser hasta de 700 huevecillos y la eclosión se presenta en dos o tres semanas. Los juveniles eclosionados permanecen con la madre hasta la segunda muda (Avault, Jr. 1972).

La especie Procambarus clarkii en estanques comerciales de Louisiana presenta dos máximos en el desove y con un reclutamiento constante de juveniles a través del año, el primero se presenta en octubre y el segundo que es menor en diciembre y enero (de la Bretonne, Jr. y Avault Jr. 1977)

Las principales causas de mortalidad del acocil Procambarus clarkii en estanques de cultivo, puede ser la presencia de depredadores, enfermedades, tensión al mudar, bajos niveles de oxígeno, las condiciones climáticas y las actividades de pesca por el hombre. En estanques bien manejados donde no hay peces ó se controla la calidad del agua, se espera al menos que el 50-60% de juveniles de la estación sobrevivan hasta la talla comercial (Huner, 1978a).

En la especie P. clarkii el desove ocurre en junio hasta octubre, con casos erráticos en diciembre, el máximo pico de eclosión es en Octubre. Huner (1975) estableció que puede haber más de dos generaciones por año cuando las condiciones son favorables. La duración de horas-luz por día tuvo una relación con la frecuencia de desove (Dendy, 1978).

La madurez del ovario de Procambarus clarkii en campos de arroz de California fue durante el verano y con un máximo de

eclosión a finales del verano e invierno. Los machos maduraron a tallas promedio de 35.8 mm de longitud de cefalotórax y las hembras a 36.5 mm. Se encontró una relación directa entre el número de huevos producidos y la talla (Somers, 1984).

En Astacus astacus de Suecia, la reproducción en habitats naturales empieza en octubre cuando la duración del día y la temperatura están decreciendo. La muda se efectúa durante el verano cuando hay altas temperaturas del agua. El mecanismo disparador para la reproducción fue decreciendo con la temperatura y la muda fue afectada por un incremento de temperatura. El desarrollo de los huevecillos que en la naturaleza tarda hasta nueve meses, fue acortado a cuatro meses por un incremento de temperatura. En esta especie cuando se mantiene de 18 a 20 °C y hay una disminución por abajo de los 12°C, esto es suficiente para iniciar el proceso de cópula, en otras palabras el fotoperíodo juega un papel menos importante en estos procesos (Westin y Gydemo, 1986).

El lago 223 del Noroeste de Ontario ha sido experimentalmente acidificado desde 1976. La reabsorción de huevos, fertilización y tasa de desarrollo en Orconectes virilis no fue seriamente afectado por la acidificación hasta un pH del 5.1. La dureza incompleta del compuesto de la glándula del cemento que forma la membrana de la cápsula del huevo y el pedúnculo produce una pérdida de huevos de los pleópodos causando que las poblaciones decrezcan en su reproducción. El número de huevos en el ovario ha sido correlacionado linealmente con la longitud de la hembra. La diferencia del número de huevos en el ovario y en los pleópodos se atribuye a una adherencia deficiente de los huevos; puesto que hay mortalidad, infertilización, liberación incompleta de huevos u otras causas como el canibalismo materno (France, 1987).

El tiempo de incubación de los huevecillos de Astacus astacus es influenciado notablemente por la temperatura. Cinco lotes de huevos fueron sujetos a diferentes temperaturas, después de aproximadamente 600 CTU (unidad de temperatura celsius=°C días). El número total de CTU para eclosionar se reduce de 1909 a 1300. No hubo diferencia sistemática en el éxito de la eclosión o supervivencia de juveniles debido a diferentes tratamientos de temperatura. Las hembras mudaron y remudaron después de cuatro a ocho semanas de la eclosión de los juveniles (Hessen, et al. 1987).

1.1.4. Crecimiento

El crecimiento de Pacifastacus leniusculus en el Río

Sacramento se evaluó utilizando datos de marca-recaptura, el incremento promedio de la longitud del cefalotórax fue 2.3 mm. en cada muda. Los acociles provenían del invierno, mudaron en marzo y parte de abril. La segunda y tercera muda ocurrió a principios de Junio y mitad de Agosto, respectivamente. La frecuencia de muda entre los sexos fue similar. La temperatura no solo puede afectar a la captura por trampa, sino también los períodos de muda. Las bajas temperaturas en marzo y abril corresponden a la alta actividad mudal. Con este incremento promedio es posible construir una gráfica que señale el número probable de mudas en cada edad. La tasa de mortalidad (Z) fue 0.67 que representa a todas las formas de muerte (predación, canibalismo, pesca, etc.). Hay un incremento de canibalismo durante la muda por haber una competencia intraespecífica por habitat. Las altas temperaturas incrementan la tasa de muda como en Astacus astacus además de la concentración de detritos (Shimizu y Goldman, ----).

En Gecarcinus lateralis después de dos ó tres semanas de que un apéndice fué extirpado, una pequeña papila aparece de 2-4 mm. de longitud. Esta permanece en esta forma hasta que llegue el período premudal. Este crece rápidamente por 20 días aproximadamente, complementándose su crecimiento en 10 días antes de la ecdisis (Skinner, 1962).

El crecimiento de juveniles de Astacus astacus tiene una relación con la temperatura del agua. El crecimiento de los adultos en diferentes latitudes de Suecia fué diferente entre los sexos. Los machos crecieron 9.95+/- 0.60 mm y en las hembras fue de 6.10 +/-0.38 mm. La tasa de crecimiento fué más baja en las hembras, esto se debió parcialmente a la reducción en actividades alimenticias, durante el período de incubación. El gran desarrollo de la quela de los machos, les da una posición dominante por la competencia de alimento. La temperatura, la disponibilidad de alimento y la densidad poblacional son los factores más importantes que influyen en la tasa de crecimiento (Abrahamsson, 1972).

El medio más común de inducir la muda precoz en crustáceos es la extirpación de pedúnculo ocular, que elimina el complejo órgano x-glándula del seno, este procedimiento estimula la muda en muchas especies, pero frecuentemente ocasiona una alta mortalidad al momento de la cirugía o durante el tiempo de la misma muda, como ocurre con Gecarcinus lateralis. La muda puede también ser estimulada por el corte de diversos apéndices locomotores y la regeneración de estos ocurre durante la premuda. La pérdida de uno a cuatro apéndices no tiene efecto sobre la duración del ciclo de muda, en cambio la pérdida de seis a ocho apéndices y con la combinación de quelípedos es casi efectiva en un 100%. Las quelas representan el 35% de la biomasa corporal.

Pero la pérdida de todos los apéndices inhibe la muda. La talla de los apéndices regenerados en Gecarnicus es reducido por un tercio de su talla normal cuando los seis pereópodos son perdidos y a la mitad cuando 8 apéndices extirpados están regenerando (Skinner y Graham, 1972).

La frecuencia de muda en los acociles de la especie Procambarus clarkii se incrementa por la autotomía de los quelípedos y apéndices locomotores a condiciones constantes de 18.5-20.5 °C. El incremento en la frecuencia de muda no puede ser explicado por una pérdida de biomasa ya que diversas operaciones pueden producir daño a tejidos, nervio o fibras musculares resultando en una ligera pérdida de biomasa, pero estas operaciones incrementan significativamente la frecuencia de muda (Bittner y Kopanda, 1973).

Se ha planteado que el decremento en tiempo de una muda después de la autotomía se debe a la pérdida de masa corporal en Gecarnicus lateralis, sin embargo este procedimiento también está relacionado con la inmovilización, que daña al exoesqueleto y al sistema neuromuscular; además de pérdida de hemolinfa. Y se considera que la pérdida de masa corporal no es la única causa del incremento en la frecuencia de muda. Los animales ablacionados de la especie Procambarus clarkii que sobrevivieron a la operación al menos 10 días, alcanzaron la ecdisis de 12-32 días; en esta especie, la frecuencia de muda en organismos con sus 10 apéndices cortados fue del 82% comparado con el 48% a los que se les cortó solo ocho apéndices locomotores y la frecuencia de muda en el grupo control fue del 20%. El tiempo promedio de muda fué decreciendo de 88 +/- 31 días en el grupo tratado y en acociles con todos los apéndices mutilados de 45 +/- 16 días. Si la muda precoz es inducida solamente por pérdida de masa corporal, entonces la frecuencia de muda debe ser relacionada a la masa pérdida. En este estudio no hay una relación entre la masa corporal removida y el incremento de la frecuencia de la muda. Una causa puede ser el gran peso de la hemolinfa que es mayor al peso de todas las patas. En muchos crustáceos, incluyendo acociles, la regeneración de un apéndice funcional no ocurre sin una muda y la reparación del exoesqueleto no es completado hasta la muda (Bittner y Kopanda, 1973).

Para el mantenimiento de adultos reproductores del acocil Procambarus clarkii, si son depositados en pequeños recipientes no es necesario la aireación si el nivel alcanza 3.8 cm. La alimentación puede ser simple y barata; se puede utilizar las plantas lagarto (Alternanthera) o la elodea (Egeria densa), que proveen oxígeno y alimento. Bajo estas condiciones de cultivo la madurez de las crías (7.5 cm) se alcanza en seis u ocho semanas (Black y Huner, 1976).

Los acociles cavernícolas de Alabama como Orconectes virilis crecen muy lentamente y tienen gran longevidad, su crecimiento se representa por una tasa de incremento de 0.38 mm/mes y viven de 10 a 15 años. Este crecimiento fue menor que de las especies epígeas, que varía de 2.8 a 5.2 mm/mes. (Cooper y Cooper, 1976).

La producción de acocil (Procambarus clarkii) de concha suave de tallas comerciales (50 a 70 mm) , se realizó en dos formas. En el primer estudio, el 92% (299 acociles) mudaron a los 10 días después de su introducción al laboratorio. La duración de intermuda en promedio fué menos de 12 días en enero, marzo y mayo, pero sobre 18 días en junio. El grupo control que provenían de otro origen mudó en 23 días. La inyección de hormonas y ligación del pedúnculo fueron usados para influir en la tasa de muda. La hormona formulada no aceleró la muda después de 4 días de la muda inicial. La ecdisesterona no acelera la muda después de inyectarse un día después de la muda inicial, pero sí la facilita. La ligación del pedúnculo después de 4 días de la muda inicial aceleró este proceso y todas las mudas fueron exitosas. En el segundo estudio, los acociles mudaron en aguas duras (32 ppm) y agua deionizada y se determinó la dureza del caparacho a intervalos de tiempo diferentes (0-96 horas y 3 semanas). Los acociles mudaron en agua deionizada en un 1/3 de la dureza como en intermuda (Huner, 1976).

El crecimiento de juveniles Procambarus clarkii puede alcanzar tallas maduras en seis u ocho semanas despues de su liberación con las hembras en condiciones de laboratorio (Huner y Avault, Jr. 1976a).

Los subadultos de Procambarus clarkii (50-60 mm de longitud total) mudan rápidamente (13.1 +/- 5.8 días) a temperaturas de 26.7 +/- 1° C. El período de premuda (D) ocupa el 62% del ciclo entero de intermuda. La muda puede retardarse ya sea en el período de intermuda (C₄) o en premuda temprana (D₁) del ciclo de muda. El verano se considera como un período quiescente en las poblaciones de campo de Louisiana cuando el crecimiento cesa y baja el nivel del agua forzando a ellos a vivir en madrigueras (Huner y Avault, Jr. 1976 b).

Se ha observado la eficacia de la pérdida de un número crítico de apéndices ya sea pereíopodos o quelípedos en la estimulación de la muda en crustáceos. La tasa de crecimiento en Gercacinus lateralis sin pedúnculos oculares es más rápido y el crecimiento preecdisial ocurre cuando los apéndices son más pequeños que a los se les indujo la muda por autotomía (Holland y Skinner, 1976).

Los acociles Procambarus clarkii y P. acutus acutus son dos especies de importancia comercial en Louisiana. El promedio de cosecha comercial en areas naturales y estanques manejados

producen 4.5 millones de Kg valuados en 3.4 millones de dólares. Los estudios de la biología de los acociles requieren frecuentemente la relación longitud/peso; esta es usada para determinar crecimiento, talla de madurez sexual y su comparación con datos de otras poblaciones de estos organismos. Los análisis de covarianza de los coeficientes de regresión de longitud-peso para machos y hembras para cada especie fueron significativamente diferentes. Los machos fueron más pesados, esto se debe al desarrollo acelerado de las quelas, mientras que la quela de las hembras permanecen isométricas con su longitud total a través de su vida. Las dos especies de acociles presentaron un crecimiento alométrico con el peso, incrementándose más rápido que el cubo de la longitud. La longitud total y del cefalotórax son variables altamente correlacionadas para cada especie (Romaine, et al., 1976).

El crecimiento en crustáceos no puede efectuarse hasta que la vieja cutícula es reemplazada. Por un período muy corto (en horas) la nueva concha es suave, ésta absorbe agua y se hincha. Virtualmente no hay incremento en peso y talla, hasta que la calcificación es lograda y hay un incremento dependiendo de la temperatura y la edad. Los fisiólogos reconocen que la ablación de los pedúnculos oculares estimula la muda pero hay complicaciones si el animal alcanza la madurez antes de que la operación sea efectuada. Para obtener acociles de concha suave es preferible obtener organismos en estado de premuda tardío pero son difíciles de capturar usando las técnicas de capturas típicas, porque no son atraídos a las trampas (Huner, 1977).

Acociles subadultos de Procambarus clarkii de 50 a 70 mm de longitud total, fueron inyectados con hormonas ecdisiales y también sujetos a una ablación bilateral del pedúnculo ocular; para comparar el acortamiento del período de intermuda. La ablación bilateral fué el mejor método para producir acociles de concha suave en comparación con la inyección de la ecdiesterona (Huner y Avault, Jr, 1977).

Experimentos con juveniles o subadultos de Procambarus clarkii en un sistema de crecimiento intensivo, sugieren que las densidades que exceden de 20-25 acociles/m² sin ninguna protección; producen baja sobrevivencia, pero no disminuyen en la tasa de crecimiento (Goyert y Avault, Jr., 1978).

Los machos de Procambarus clarkii en estanques comerciales del sur de Louisiana, alcanzan su madurez en un rango amplio de longitud del cefalotórax (50-115 mm). La forma activa sexual representa una fase de no crecimiento para ellos y es posible determinar los parámetros morfométricos. Se observó que los acociles de ambientes críticos con niveles erráticos de agua, altas densidades, pobre calidad del agua y reducción de alimento,

son animales mucho más pequeños que aquellos que viven en ambientes más favorables, se observó también en las diferentes distribuciones de frecuencias, modas múltiples; y se debe por las presencia de dos o tres máximos de reclutamiento de juveniles, tanto en reservorios naturales, presas y estanques comerciales durante el otoño e invierno, además esta apariencia multimodal se debe al hecho que todos los acociles que estan reclutándose no son necesariamente liberados hacia aguas abiertas al mismo tiempo. La diferencia de frecuencia de mudas entre juveniles de la misma edad puede influir la talla de madurez de los machos que tienen menor rapidez de crecimiento, como aquellos que son liberados previamente (Huner y Romaire, 1978).

El crecimiento de Procambarus clarkii en estanques comerciales de Louisiana puede detenerse en tallas pequeñas de 50-60 mm de longitud total, esto puede deberse al poco esfuerzo de cosecha, además del tipo de suplemento alimenticio. Acociles bien alimentados presentan hepatópancreas de color amarillo brillante (Huner, 1978a).

El acocil Procambarus clarkii con tallas promedio de 65.8 mm de longitud total fue expuesto a dos densidades (6 y 12 organismos/m²), el crecimiento se presentó mejor cuando se les alimento con una combinación de dos plantas (Polygonum y Jussiaea) que al alimentarlos con paja del pasto bermuda (Cynodon dactylon) en ambas densidades, pero fue mayor el crecimiento en la densidad de seis organismos. La supervivencia no fue afectada significativamente por la densidad y regimen alimenticio (Romaine, et al., 1978)

El crecimiento de Procambarus clarkii fue evaluado por la ecuación de von Bertalanffy en estanques de arroz y control de Louisiana. El crecimiento fué mayor en los estanques de arroz (longitud asintótica= 123.2 mm de longitud total) que en los estanques control (longitud asintótica= 106.9 mm de longitud total). Estos valores se obtuvieron mediante la captura de cada 15 días en estos estanques. La madurez se alcanzó a principios de marzo en los estanques de arroz; y la tasa de crecimiento fué mejor en estos por una mayor disponibilidad de alimento (Chien y Avault, Jr. 1980).

El intervalo de muda de acociles despedunculados decrece en un 25% y su tasa de crecimiento por muda se incrementa cerca de dos veces comparado con acociles intactos. Una eliminación intermitente influye en un incremento en el intervalo de la muda pero decrece en la tasa de incremento de la longitud del caparacho después de cada muda en juveniles de la especie Procambarus clarkii. Los acociles sobrevivieron hasta la tercera muda desde la ablación. La tasa de crecimiento fue mayor en

acociles alimentados diariamente, con respecto a los que se les alimento cada tercer o quinto día. Animales sin pedúnculo mudaron a los 11 y 16 días, aquellos sin pedúnculos y sin apéndices mudaron a los 11 y 18 días. La remoción de apéndices en acociles despedunculados también induce un decremento en la tasa de muda. La regeneración de apéndices en acociles juveniles es más rápida y alcanza la talla normal en dos mudas exitosas (Nakatani y Otsu, 1981).

Con capturas semanales de diciembre 1978 a abril 1979 se analizó el crecimiento utilizando la ecuación de von Bertalanffy (1938), considerando solo acociles mayores de 75 mm. El coeficiente de crecimiento y la longitud asintótica de los acociles en estanques inundados y sembrados con arroz tempranamente (septiembre) y tardíamente (octubre) fueron $k=0.050$ y longitud asintótica= 92.2 mm y $k=0.0896$ y longitud asintótica= 82.7 mm, respectivamente. Se considera que un valor alto de k significa una longitud asintótica menor (Chien y Avault, Jr. 1983).

El crecimiento postembriónico temprano de juveniles incluye desde la eclosión hasta la independencia de la madre, en algunas especies este período tarda hasta el tercer estadio. En Orconectes neglectus chaenodactylus durante este estadio tiene ya una apariencia en miniatura como los adultos. El promedio del caparacho es de 3.5 mm, éstos salen a explorar dejando la cámara maternal; pero regresan cuando hay alarma. En Procambarus clarkii, al llegar al tercer estadio son independientes de la madre de acuerdo a Penn (1943). El desarrollo de estructuras sexuales primarias se completa en tres mudas y los acociles llegan a su madurez en seis u ocho mudas (Price y Payne, 1984).

La muda de los acociles Procambarus clarkii y P. acutus es más frecuente en juveniles que viven en aguas cálidas. La muda podría ser cada 5 ó 10 días, mientras los más viejos (pero inmaduros), usualmente mudan alrededor de los 30 días. El calcio es necesario para endurecer el exoesqueleto y es inicialmente tomado de los gastrolitos, hepatopancreas y sangre. Los acociles de concha suave para su consumo deben ser capturados antes de 12 horas para obtener la mejor calidad (Culley, et al. 1985).

Juveniles de Procambarus clarkii que fueron alimentados con 3 dietas isocalóricas (harina de sardina, harina de soya, harina de acelga y agar en diferentes porcentajes) y a temperaturas de 26, 24 y 20 ° C, presentaron una sobrevivencia relacionada con la temperatura, el rango térmico intolerable fue de 25 a 30 ° C y el rango aceptable fué de 18 a 22 ° C. El tratamiento que tuvo un mejor efecto en la sobrevivencia fué la temperatura de 20 ° C y la dieta de origen animal (Denise-Re Araujo, 1985).

Acociles juveniles de 35 mm de longitud total de la especie

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 pereopodos 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

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 patronus, los matalotes (Catastomidae) 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 después de una semana en salinidades más 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, si 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

la mortalidad. Acociles inmaduros más vigorosos no mudan a 72° F y sí a 80° F. El patrón de muda de los juveniles es durante el día (Culley y Duobinis-Gray, 1987b).

1.2. AREA DE ESTUDIO

Para el estudio de campo se trabajó en el lecho del Río San Juan (Fig. 1). En la localidad denominada Congregación La Boca, perteneciente al municipio de Santiago, Nuevo León. La localización exacta es en las coordenadas geográficas 25° 27' 11'' latitud Norte y 100° 05' 12'' longitud Oeste; sobre la carretera vecinal Cortinas de la Presa Ródrigo Gómez, "La Boca" a Cadereyta, km cinco. La elevación de la zona es de 400 m sobre el nivel del mar. Además, es necesario mencionar que algunos ejemplares de acociles fueron colectados del Parque Canoas, Monterrey, N.L., para estudios de regeneración de quelas.

1.2.1. Climatología

Se encuentra dentro de grupos de climas templados C (Koppen, modificado por García, 1982); además se presenta en esta área el subtipo climático semicálido-subhúmedo. Las temperaturas más altas se registran en Junio y Julio con un promedio de 28° C y las temperaturas más bajas en Diciembre y Enero con un promedio de 13° C; la precipitación anual es del orden de 700 a 1200 mm (S.P.P., 1981).

1.2.2. Hidrología

El Río San Juan se origina en el municipio de Santiago, N.L., a partir del arroyo "La Chueca" que desemboca en la presa Ródrigo Gómez, "La Boca" y sus aguas forman este afluente; además este Río constituye una de las principales cuencas hidrológicas del Estado y su curso llega hasta la presa Falcón, en el Estado de Tamaulipas.

1.2.3. Características ambientales generales.

En el área de estudio de este cuerpo de agua se presentó en sus orillas vegetación de tipo riparia como el "Sabino" (Taxodium sp.), ciperáceas, helechos y diferentes tipos de pastos. La anchura promedio del cauce fué de 5 m y la profundidad promedio fué de 45 cm., el tipo de sustrato dependió de la presencia de corrientes; pero se encontró sustratos pedregosos, fangosos y

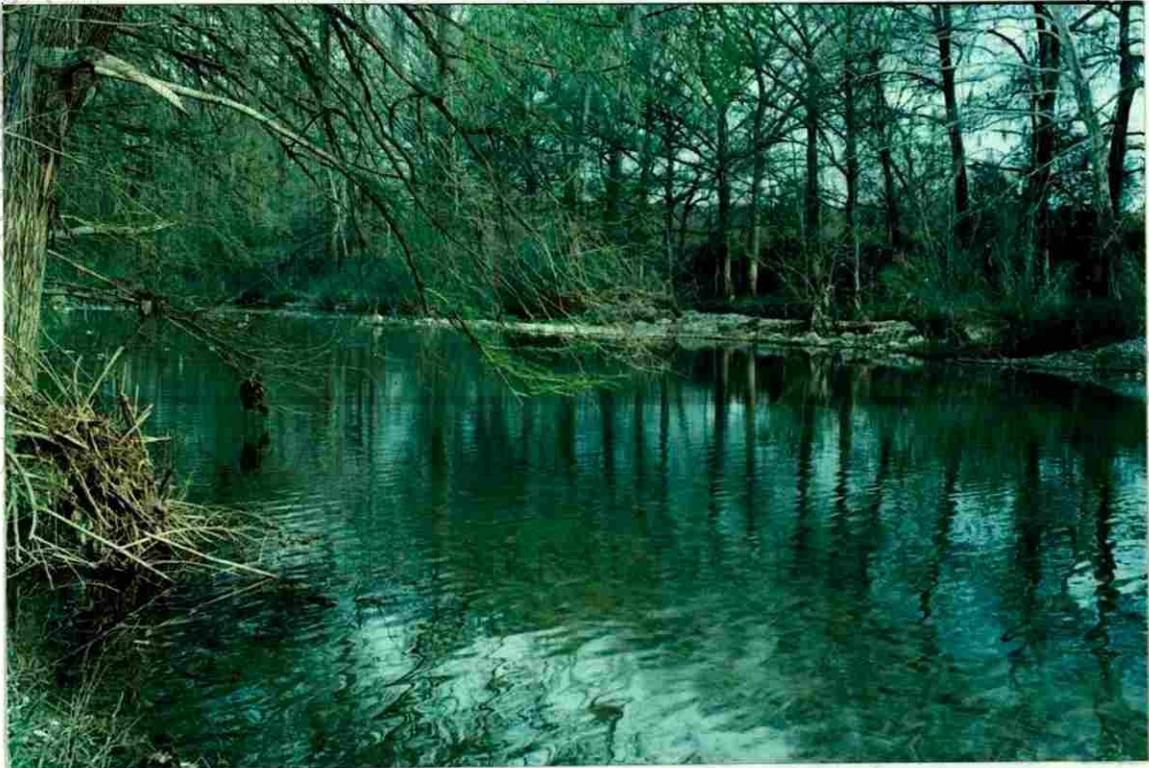


Fig. 1 .- Area de estudio (Río San Juan)

mixtos. La vegetación acuática mas común fue el berro, lentegillas y el lirio acuático; los animales mas comunes fueron principalmente macroinvertebrados como larvas y adultos de insectos de los grupos de coleópteros, efemerópteros, odonatos y hemípteros. En relación a vertebrados, peces poecílidos y aterínidos. Es necesario aclarar que estas observaciones fueron cualitativas y macróscopicas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo terminal.

Contribuir al conocimiento biológico y ecológico del cangrejo rojo de río Procambarus clarkii.

1.3.2. Objetivos específicos.

Determinar el tamaño y la variación mensual de una población de Procambarus clarkii.

Analizar la estructura demográfica y el modelo o tasa de crecimiento relativo de los cangrejos de río.

Estimar las relaciones biométricas en talla y peso.

Determinar el estado de la muda.

Evaluar en laboratorio el proceso de regeneración de quelas y la frecuencia de muda.

Analizar el modelo y tasa de crecimiento mensual de juveniles en laboratorio.

1.4. HIPOTESIS

El tamaño y composición de la población será diferente en cada colecta, a causa de las condiciones ambientales y el comportamiento individual de los cangrejos de río.

El crecimiento relativo será isométrico con respecto a la longitud total y longitud del cefalótorax.

La regeneración de quelas estara correlacionada con la presencia de muda en cada acocil y la velocidad de crecimiento en talla será mayor en etapas juveniles que en organismos maduros sexualmente.

1.5. ORIGINALIDAD

Son pocos los estudios relacionados a la biología y ecología

de los acociles del género Procambarus sp. en la región Norte de México, que son enfocados generalmente hacia aspectos de distribución y sistemática. No obstante ser un recurso ampliamente distribuido en diversos ambientes dulceacuícolas.

1.6. IMPORTANCIA

Al analizar las características bioecológicas de los cangrejos de río de la región, contribuimos al conocimiento de una especie dulceacuícola de importancia ecológica y potencialmente económica, que podría ser cultivada y representar una fuente importante de proteína.

2. MATERIAL Y METODOS

Para el estudio biológico y ecológico de los cangrejos de río o acociles de la región central de Nuevo León, se utilizó la especie Procambarus clarkii; originalmente se había contemplado incluir, también la especie Procambarus regiomontanus, pero por la reducción y desaparición de las poblaciones de esta especie de sus áreas naturales, no se incluyó en el estudio.

2.1. Estudio de campo

Se realizaron ocho colectas mensuales en el área descrita para la captura de los cangrejos de río, utilizando trampas cilíndricas con dos entradas similares (Fig. 2) a las descritas por Huner y Barr (1984); previamente a esto se hicieron pruebas de trampeo para determinar el tipo de cebo más adecuado, seleccionándose el hígado de res, entre otros cebos que incluían, vísceras de pollo, carne de pescado, "cabezas" de camarón, alimento para perro tipo croqueta y alimento balanceado para camarón tipo "fideo". Se utilizó un total de 10 trampas durante todo el estudio, estas se colocaron en un transecto de 150 metros a lo largo del lecho del río durante la noche por un período mínimo de tres horas, posteriormente se procedió a la separación de los organismos capturados por trampa, para ser llevados al laboratorio en bolsas de plástico inmersas en hielo conservándose en congelación hasta su revisión. En cada una de las colectas se



Fig. 2.- Trampas cilíndricas de doble entrada

tomaron datos de oxígeno disuelto y temperatura del agua con un oxímetro marca Cole-Parmer modelo 5946-70, además con un medidor de pH model CL 351 se tomaron estos valores del agua.

2.1.1. Tamaño Poblacional

Con los valores de la captura mensual de Procambarus clarkii se analizó el tamaño poblacional de acuerdo a la captura por unidad de esfuerzo, según el modelo de Leslie-Davis (1939) en Ricker (1975). Que se basa en una regresión lineal de la captura acumulada en función de la captura total en cada estrato temporal y se utilizaron las siguientes ecuaciones:

ec. 1) $C_t = q N_t$
 ec. 2) $N_t = N_o - k_t$
 ec. 3) sustituyendo la ec. 1)
 $C_t = q [N_o - k_t]$
 ec. 4) $C_t = qN_o - qk_t$
 ec. 5) $N_o = a/b$ $b = q$

Donde:

N_t = Promedio de la población sobreviviente en el intervalo de tiempo t.

C_t = Captura obtenida durante el intervalo t.

k_t = Captura acumulada al empezar el intervalo t, más la mitad de lo capturado durante el intervalo.

q = Coeficiente de capturabilidad

f_t = Esfuerzo de captura durante el intervalo.

N_o = Tamaño poblacional original.

a y b son constantes de la ecuación de regresión lineal.

Los límites de confianza del tamaño poblacional original estimado son las raíces de la ecuación cuadrática:

$$N^2 (q^2 - t^2 p S_{yx}^2 C_{22}) - 2(q^2 N_o - t^2 p S_{yx}^2 C_{12}) + (q^2 N_o^2 - t^2 p S_{yx}^2 C_{11}) = 0$$

Donde:

$$C_{11} = \frac{Sx^2}{nSx^2}$$

$$C_{12} = \frac{Sx}{nSx^2}$$

$$C_{22} = \frac{1}{Sx^2}$$

$$S_{xy} = s(XY) - (SX)(SY)/n$$

$$S_y^2 = s(Y^2) - (SY)^2/n$$

$$S_x^2 = s(X^2) - (SX)^2/n$$

t_p = El valor de t correspondiente a una probabilidad dada (P)

para $n - 2$ grados de libertad.
 n = número de colectas.

Uno de los fundamentos de este método, es que si se toman muestras sucesivas de una misma población y los individuos no se regresan al seno de la misma, hay un descenso en el número de organismos capturados en colectas posteriores y si la tasa de disminución es constante, esta puede estimarse y utilizarse para determinar el tamaño poblacional. El procedimiento de muestreo requiere que las muestras se tomen con un esfuerzo constante, en el mínimo de tiempo posible y que los organismos se dispersen homogéneamente en el área, entre muestreo y muestreo (Franco, et al. ,1985). Con este método el esfuerzo de captura es conocido o determinado, pero puede haber variaciones en la captura debido a factores no conocidos (Ricker, 1975).

2.1.2. Proporción Sexual y Estado de la muda

Los acociles capturados fueron separados por sexos, en base a las características dimórficas de estos crustáceos, principalmente en lo señalado por Hobbs, Jr. (1976), por la modificación de los pleópodos I que se presenta en los machos; sin embargo podemos reconocer dos tipos de machos, la Forma I (activo) que es capaz de copular a una hembra, ya que sus pleópodos son coriáceos y esculpidos y la Forma II (pasivo) que no es capaz de copular a la hembra, ya que sus pleópodos son suaves y no esculpidos, esta condición se presenta al mudar un acocil y pueden ser confundidos con los juveniles. Otra morfocaracterística es la presencia de ganchos en los izquiopoditos del tercer y cuarto pereiópodos de los machos de esta especie.

El estado de la muda en cada cangrejo de río fue determinado por el método de Huner y Barr (1984), que se basa en el desarrollo de las setas marginales de los urópodos (setogénesis) y estableció cinco estadios (A, B, C, D y E), con sus respectivos subestadios, similar a la clasificación de Drach; además se basa en la consistencia y coloración del exoesqueleto:

A,B y C: No hay retracción de la epidermis en la base de las setas de los urópodos. La coloración en general es clara.

A y B: Conos internos aparecen arriba de la base de las nuevas setas no desarrolladas.

A: Fluido se puede ver a través de los cañones de las nuevas setas en cangrejos de río vivos. El exoesqueleto es muy suave.

B: No se observa el fluido como anteriormente se mencionó, el exoesqueleto es más rígido.

C: Los conos internos están muy desarrollados. El exoesqueleto es

rígido, pero permanece ligeramente flexible lateralmente.

D: Hay retracción de la epidermis en la base de las setas antiguas de los urópodos.

D(0) y D(1): El exoesqueleto es oscuro y rígido como el Estado C.

D(0): El borde la epidermis retraída es lisa y sin forma distintiva.

D'(1): El borde tiene una forma columnar, pero no hay evidencia de una extensiva invaginación distal.

D''(1): Hay invaginación distal como la forma de una nueva seta.

D'''(1): La invaginación es completa y la nueva seta formada aparece como tubos dentro de tubos; hay barbulas laterales que se forman a lo largo del cañón de la seta nueva.

D(2), D(3) y D(4): El exoesqueleto es muy oscuro y quebradizo; el nuevo exoesqueleto se puede separar del viejo.

E: Exoesqueleto muy oscuro y es el proceso de la propia muda.

2.1.3. Relaciones Biométricas y Crecimiento Relativo

Se realizó análisis de correlación y regresión potencial, utilizando y combinando las variables morfométricas seleccionadas; longitud total (LT), longitud del cefalotórax (LC), anchura del cefalotórax (AC), anchura abdominal (AAB), longitud de la quela (LQ) y peso total (PT).

La ecuación utilizada fue:

$$Y = a \cdot X^b \quad (\text{regresión potencial})$$

Para el análisis de los datos morfométricos se utilizó el paquete estadístico SPSS/PC, versión 3 (1988).

Los valores del coeficiente de regresión (b) en cada regresión potencial, se utilizaron para estimar el tipo de crecimiento alométrico en estos organismos, el cual es usado en muchos animales como en crustáceos, según Teissier (1960) y Huber (1985).

$b = 1$ (=3) Isometría

$b > 1$ (>3) Alometría positiva

$b < 1$ (<3) Alometría negativa

cuando se relaciona un factor de crecimiento en volumen como el peso con un factor de crecimiento lineal como la talla, se utiliza un valor de isometría igual a 3.

El término de alometría se refiere a que una variable morfométrica se incrementa más o menos rápido con respecto a otra variable de referencia. En cada estimación se hicieron pruebas de

significancia con una prueba de t student para probar la siguiente hipótesis:

$$H_0 : b = 1 \text{ (o 3)}$$

$$H_a : b \neq 1 \text{ (o 3)}$$

Para calcular la t se utilizó la siguiente ecuación:

$$t = \frac{(\text{Parámetro estimado}) - (\text{Valor hipotizado de } b)}{\text{Error típico del Parámetro estimado}}$$

Zar (1974)

donde: si t calculada es mayor que t tabulada se rechaza la H_0 .

Adicionalmente, para cada relación morfométrica analizada por regresión, se determinó por análisis de covarianza, si había una diferencia significativa o interacción por sexo o estado de la muda y entre ambos factores.

2.1.4. Distribución de Frecuencias en Talla mensuales

Con los datos de LC obtenidos en cada captura mensual de los acociles, se determinó la distribución de frecuencias en talla utilizando para su análisis el paquete estadístico SPSS/PC, versión 3 (1988). Las clases de talla y su frecuencia observada se utilizaron para hacer gráficas utilizando el programa Harvard graphic, version 2.12 (1988).

2.2. Estudio de Laboratorio

2.2.1. Regeneración

En los Artrópodos como en los crustáceos, existe los procesos de autotomía y regeneración de apéndices de diversos tipos. La autotomía en crustáceos en realidad son tres procesos de diferente origen, como son la autotilía, autofasia y autotomía; pero con el mismo principio de desprender el apéndice en un punto de fractura que se localiza en los primeros segmentos. Este proceso se acompaña de la regeneración de apéndices, con un gran desarrollo al presentarse la ecdisis (Bliss, 1956 en Waterman, 1960). En el presente trabajo para estudiar la regeneración y su relación con la muda, se utilizó un total de 53 acociles, pero se presentó una mortalidad de 22 organismos, quedando un lote de 13 hembras y 18 machos de Procambarus clarkii. Todos estos fueron

colectados en el Parque Canoas, Monterrey, N.L. y Congregación La Boca, Santiago, N.L.. En cada uno de los organismos se tomaron datos de peso total (PT), longitud total (LT), longitud del cefalotórax (LC), longitud de la quela desde la coxa (LQ) y longitud de la quela desde el plano de fractura (LQF) y peso total sin quelas (PTS). Posteriormente se procedió con unas pinzas a la extirpación de ambas quelas desde el plano de fractura (plano autotomizador), que se localiza en el izquipodito del apéndice. Cada acocil fue depositado individualmente en peceras de vidrio de 26 x 15 x 15 cm., con un nivel de agua de 3 a 4 cm. Se realizó cambios de agua dos veces por semana y el alimento ofrecido ad libitum fue alimento para peces (bagrina) marca Purina.

Cada mes se midió el crecimiento en longitud de ambas quelas en regeneración, además de la consistencia y formación de este apéndice. Se hicieron revisiones diarias para observar mortalidad y muda en los acociles; para este último se determinó el crecimiento postmudal por sexos.

Para evaluar el crecimiento de las quelas, se utilizó una modificación del índice de regeneración de Bliss (1956) (en Waterman, 1960), que ha sido usado comunmente en crustáceos braquiúros para evaluar el proceso de crecimiento de apéndices. Este índice utiliza la relación que hay entre la longitud del apéndice mutilado y la anchura del cefalotórax. En el presente estudio modificamos esta relación ya que consideramos que la variable anchura del cefalotórax debe ser sustituido por longitud del cefalotórax, porque el crecimiento en los acociles es más notorio en longitud que en anchura a diferencia de los braquiúros. El índice anterior cuando lo utilizamos para evaluar el crecimiento por efecto de muda, sin importar el tiempo, nosotros lo hemos llamado RCQ (Relación del Crecimiento longitudinal de la Quela al mudar):

Bliss (1956)

$$I.R. = LR_t / LC \times 100 \quad \text{Donde:}$$

LR_t = longitud del apéndice regenerado en cada tiempo

LC = longitud del cefalotórax

$$RCQ_1 = LQ_1 / LT \times 100$$

$$RCQ_2 = LQ_2 / LT \times 100$$

Donde:

LQ = Longitud de la quela en regeneración

RCQ_1 = Crecimiento de la quela (incluyendo el crecimiento mudal y basal)

RCQ_2 = Crecimiento de la quela por efecto de la muda. Todas las medidas en milímetros.

Los valores promedio de crecimiento por sexo fueron analizados mediante la prueba de t para diferencias entre dos medias con diferente tamaño muestral con sus varianzas sin diferencia significativa. Para comprobar que no hay diferencia significativa entre las varianzas de las muestras a comparar, se utilizó la prueba de diferencias entre dos varianzas, con una probabilidad F y si existió una diferencia significativa entre las varianzas, se utilizó la prueba de igualdad de las medias cuyas varianzas se supone son desiguales con una prueba de t (Sokal y Rohlf, 1979).

Las comparaciones de medias fueron entre:

Crecimiento promedio de las quelas por efecto de la muda entre los sexos.

Crecimiento promedio de las quelas por la combinación del crecimiento basal y de la muda entre los sexos.

Valores promedio del RCQ_2 de las quelas entre los sexos.

Crecimiento promedio de las quelas por efecto de la segunda muda entre los sexos.

Crecimiento promedio de las quelas en la primera y segunda muda sin considerar el sexo.

Frecuencia promedio en días entre la primera y segunda muda entre los sexos.

Frecuencia promedio en días entre la segunda y tercera muda entre los sexos.

Frecuencia promedio en días entre la primera y segunda muda con respecto a la frecuencia promedio entre la segunda y tercera muda en machos.

Frecuencia promedio en días entre la primera y segunda muda con respecto a la frecuencia promedio entre la segunda y tercera muda en hembras.

Las pruebas estadísticas fueron las siguientes:

Método de la prueba de t de las diferencias entre dos medias cuando los tamaños de muestra son diferentes y menores de 30, con grados de libertad de $n_1 + n_2 - 2$ (Sokal y Rholf, 1979).

$$t_s = \frac{(X_1 - X_2) - (M_1 - M_2)}{\sqrt{\frac{[(n_1 - 1)S^2_1 + (n_2 - 1)S^2_2]}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}}$$

t típico = $t_{0.05}$ [G.L.]

Las Hipótesis fueron:

$$H_0: M_1 = M_2$$

$$H_a: M_1 \neq M_2$$

Método de significancia de diferencia entre dos varianzas

$$F_s = S^2 \text{ mayor} / S^2 \text{ menor}$$

Esta prueba es de dos colas, se busca el valor crítico de $F_{0.05/2, [n_1, n_2]} = F_{0.025, [v_1, v_2]}$, como es de dos colas se dobla la probabilidad quedando: $1/F_{0.025, [v_1, v_2]}$

Las Hipótesis fueron:

$$H_0: S^2_1 = S^2_2$$

$$H_a: S^2_1 \neq S^2_2$$

Método de igualdad de las medias de dos muestras cuyas varianzas son desiguales.

$$t_s = \frac{(Y_1 - Y_2) - (M_1 - M_2)}{\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.2.2. Crecimiento Postmudal en laboratorio.

Con los datos de incremento en milímetros del cefalotórax después de una muda en acociles sin quelas y con quelas (no mutiladas), se evaluó el crecimiento postmudal usando una regresión lineal.

$$LC_2 = a + b LC_1$$

donde: LC_2 = longitud del cefalotórax postmudal

LC_1 = longitud del cefalotórax premudal

a y b son constantes de la regresión

Las regresiones se hicieron por sexo y tratamiento. Para

determinar si la relación entre estos parámetros es significativa, se hicieron análisis de varianza utilizando una prueba de F en cada regresión.

2.2.3. Crecimiento individual

Para estudiar el crecimiento de Procambarus clarkii, se utilizaron juveniles eclosionados en laboratorio, esperando un tiempo de 10 días para que se separaran de la madre y lleguen la mayoría al tercer estadio, tal como lo señala Price y Payne (1984). La talla promedio de estos fué 7.36 mm de longitud total. Los juveniles fueron depositados en dos cajas de plástico con una superficie cada una de 2310 cm², la densidad promedio al inicio del experimento fue de un acocil/45 cm². Debido a la alta mortalidad que se presentó en los primeros meses, los acociles se depositaron al final del bioensayo en un sólo recipiente. Para ambos contenedores existió filtración y aireación constante del agua, mediante un sistema de filtros de cascada. Cada 10 días el agua fue renovada con agua desclorada. La temperatura del agua en promedio fue 25 +/- 2.3 °C y el fotoperíodo promedio con luz natural y del laboratorio fue 12 horas-luz durante el experimento. El alimento proporcionado ad libitum diariamente fue bagrina marca Purina, que contiene un 33.98% de proteína en base seca. La cantidad inicial de juveniles utilizados fueron 129 acociles. El bioensayo comprendió desde Julio de 1990 a Abril de 1991 (nueve meses). Mensualmente se tomaron datos de la longitud total (LT) y longitud del cefalotórax (LC) en los organismos sobrevivientes.

2.2.3.1. Tasa de Incremento Relativo

Para analizar el crecimiento individual y promedio en cada edad, se utilizó la tasa de incremento relativo (Ricker, 1975), de acuerdo a la siguiente relación:

$$T.I.R. = (l_2 - l_1) / l_1$$

Donde:

l_1 = longitud inicial promedio
 l_2 = longitud final promedio

Estos valores se expresaron en porcentaje, la finalidad de utilizar esta tasa es de conocer la relación del incremento de talla en cada edad y comparar los valores observados mensualmente.

2.2.3.2. Crecimiento Relativo (Alometría).

El uso y características de este método, ya fue explicado anteriormente. En este caso es para acociles mantenidos en laboratorio.

2.2.3.3. Crecimiento de los acociles usando el modelo de von Bertalanffy

Utilizando el paquete de programas FSAS (Saila, et. al, 1988) en la computadora, se procedió a incluir en este paquete todos los valores individuales de LT en cada mes y por un proceso interactivo se pudo estimar los principales parámetros de la ecuación de von Bertalanffy:

$$L_t = l_{\infty} [1 - e^{-k(t - t_0)}]$$

k = coeficiente de crecimiento (relación del catabolismo y anabolismo).

t_0 = Es la talla teórica que se tiene cuando la edad es igual a cero.

l_{∞} = longitud asintótica máxima alcanzada.

Este programa proporciona el error típico y el coeficiente de variación en cada parámetro estimado. Así como un análisis de varianza para determinar si la curva de crecimiento fue significativa, usando una prueba de F.

Se elaboró una gráfica utilizando los valores promedio de LT en cada edad y los límites mínimos y máximos.

3. RESULTADOS

3.1. En campo

3.1.1. Tamaño Poblacional

La captura total de acociles durante los ocho meses de muestreo fue 992 organismos. La captura mensual varió en cada mes, en las tres primeras colectas se presentaron los más altos valores de captura y posteriormente fue decreciendo notablemente hasta obtener ocho organismos en la última colecta. La captura por trampa en cada mes fué diferente, incluso en algunos meses no se obtuvo captura por trampa. El promedio por trampa y la desviación típica en cada mes fueron mayores para los tres primeros meses, sin embargo para tener una mejor estimación de la variación de la captura por trampa se utilizó el coeficiente de variación, que nos determinó que hubo una mayor dispersión o variación de los datos en las dos últimas colectas (tabla 1).

Tabla 1. Captura promedio por trampa y los valores de la desviación típica y coeficiente de variación en cada colecta mensual.

Colecta	Trampas	P	S	CT	CV
1	10	21.7	12.87	217	59.33
2	10	26.2	14.17	262	54.09
3	10	31.0	18.52	310	59.75
4	10	6.5	5.66	65	87.10
5	10	7.6	5.56	76	73.18
6	10	4.2	2.39	42	57.00
7	10	1.2	1.87	12	156.14
8	10	0.8	1.03	8	129.08

CT= Captura Total; CV= Coeficiente de Variación.

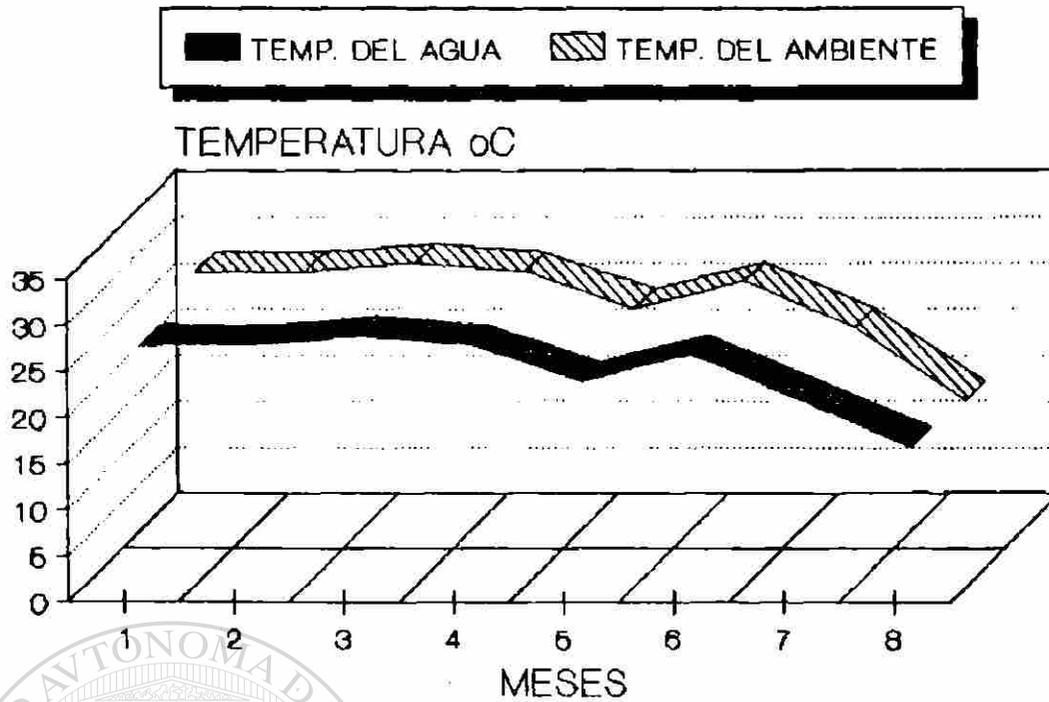


FIG. 3. TEMPERATURA MENSUAL DURANTE LAS COLECTAS

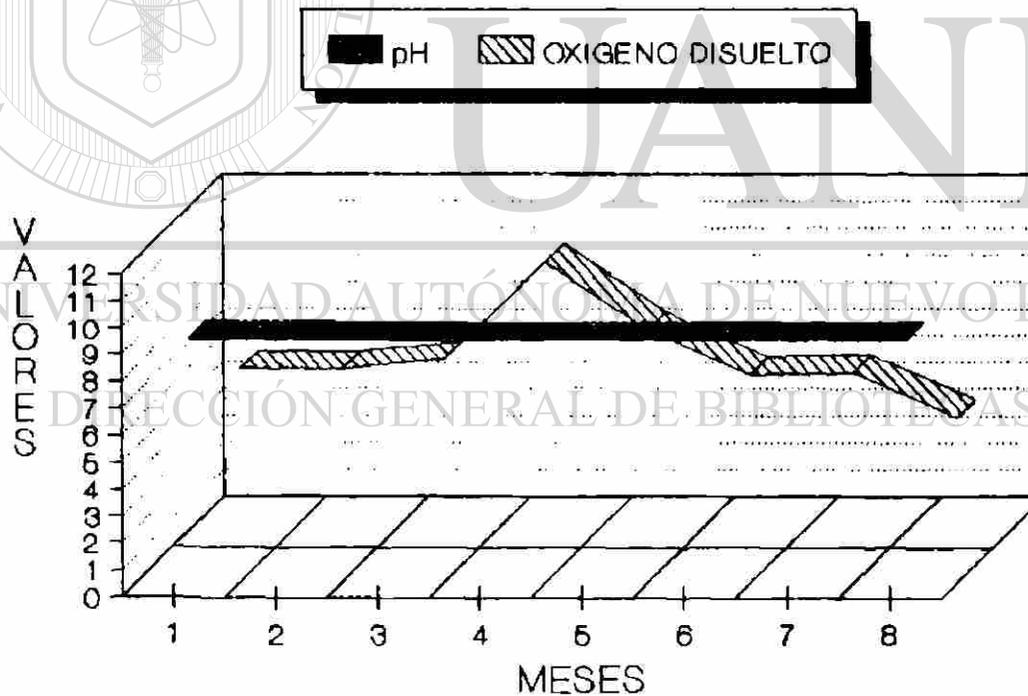
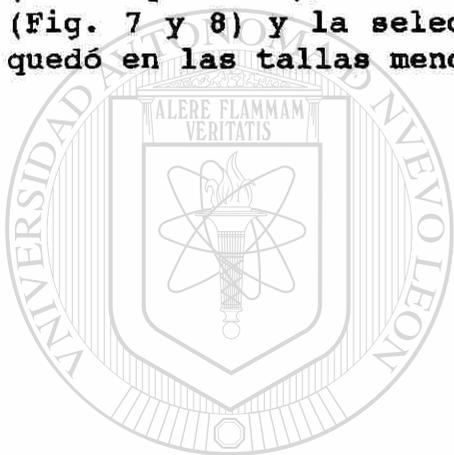


FIG. 4. VALORES MENSUALES DEL OXIGENO (p.p.m.) Y pH EN EL RIO SAN JUAN

Los valores de temperatura del agua y ambiente se observan en la figura 3, los rangos de temperatura oscilaron de 15 - 27 ° C y 14 - 29 ° C, para el agua y ambiente respectivamente. El pH se mantuvo constante durante todas las colectas con un valor de 9 y los valores del oxígeno disuelto fluctuaron de 4.2 a 10 ppm (Fig. 4).

Al analizar la capturabilidad de las trampas sin considerar el sexo, se obtuvo que de la captura total en los ocho meses de muestreo, las clases de talla 37.50 y 42.50, presentaron los valores de frecuencia porcentuales más altos, 34.48% y 43.04%, respectivamente (Fig. 6). Y el 50% de la captura acumulada quedó entre acociles con tallas de 39 y 40 mm, que sería la talla de selectividad de nuestras trampas.

Al realizar lo mismo por sexos, las clases de talla anteriores (37.50 y 42.50), también presentaron los más altos porcentajes (Fig. 7 y 8) y la selectividad de las trampas por talla también quedó en las tallas mencionadas anteriormente.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

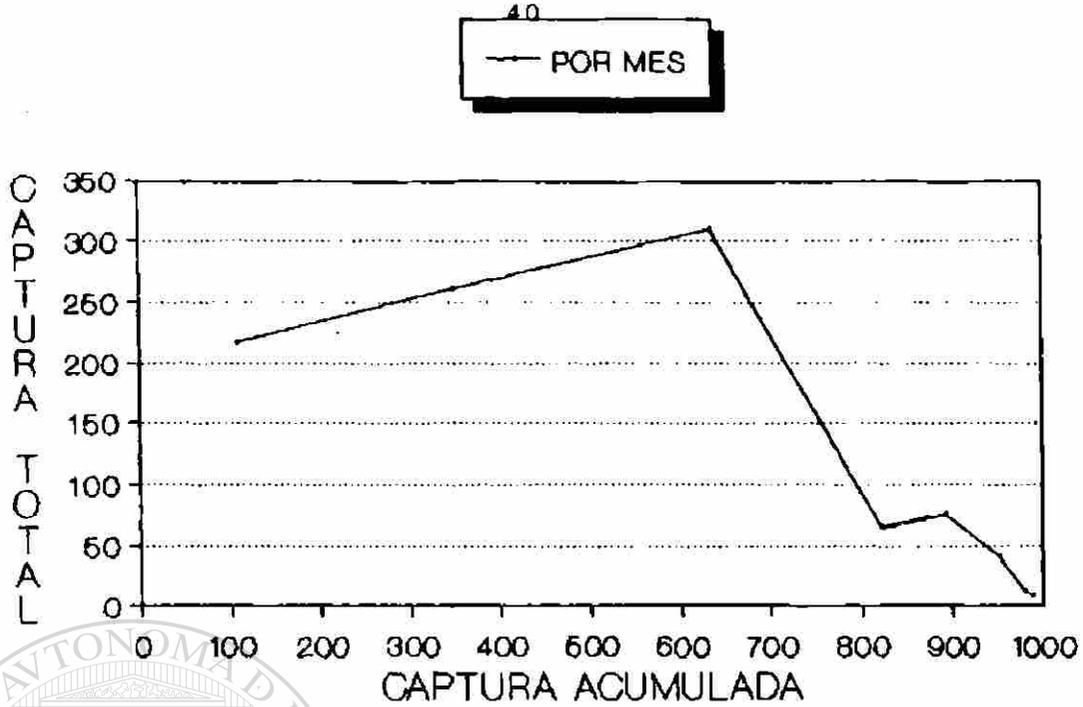


FIG. 5. RELACION DE LA CAPTURA MENSUAL EN FUNCION DE LA CAPTURA ACUMULADA



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



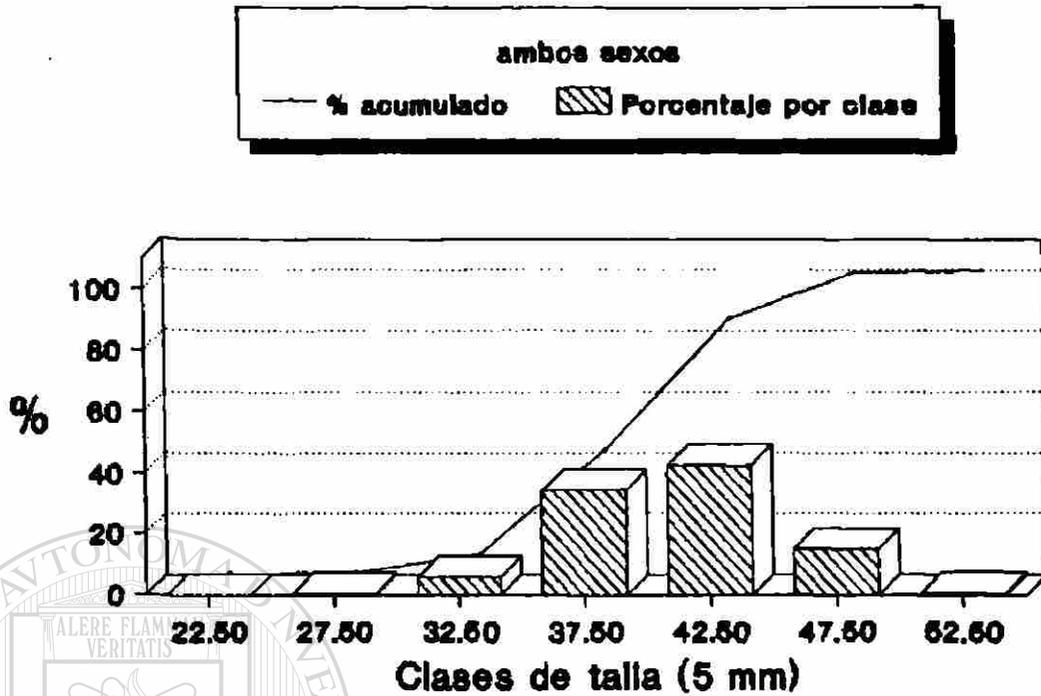


Fig. 6. Porcentaje de la captura en cada clase de talla

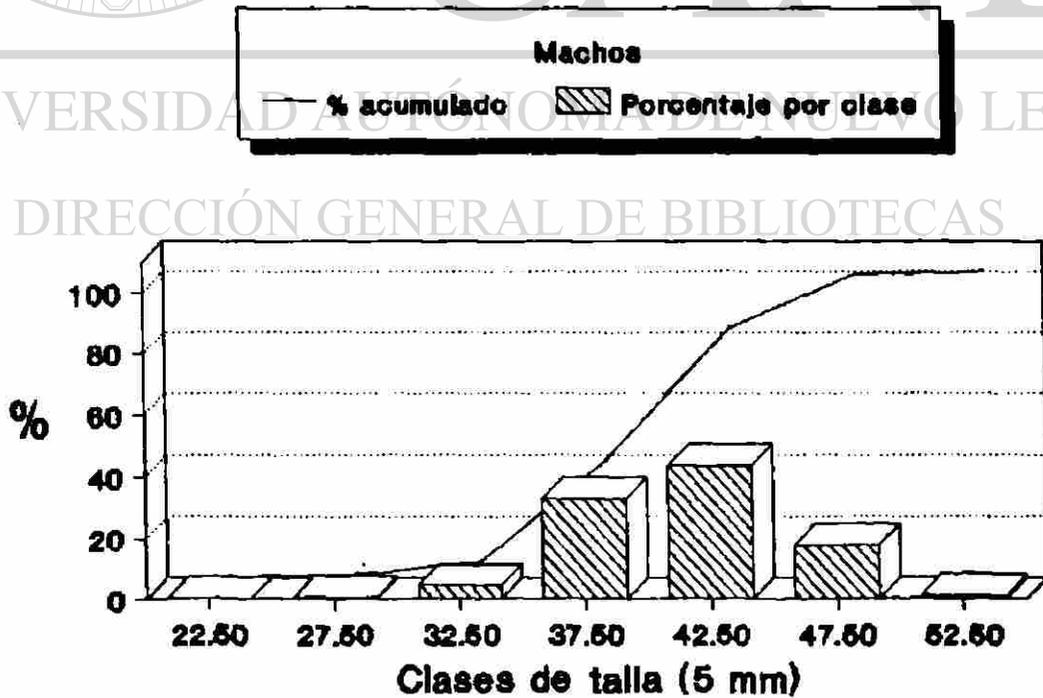


Fig. 7. Porcentaje de la captura en cada clase de talla

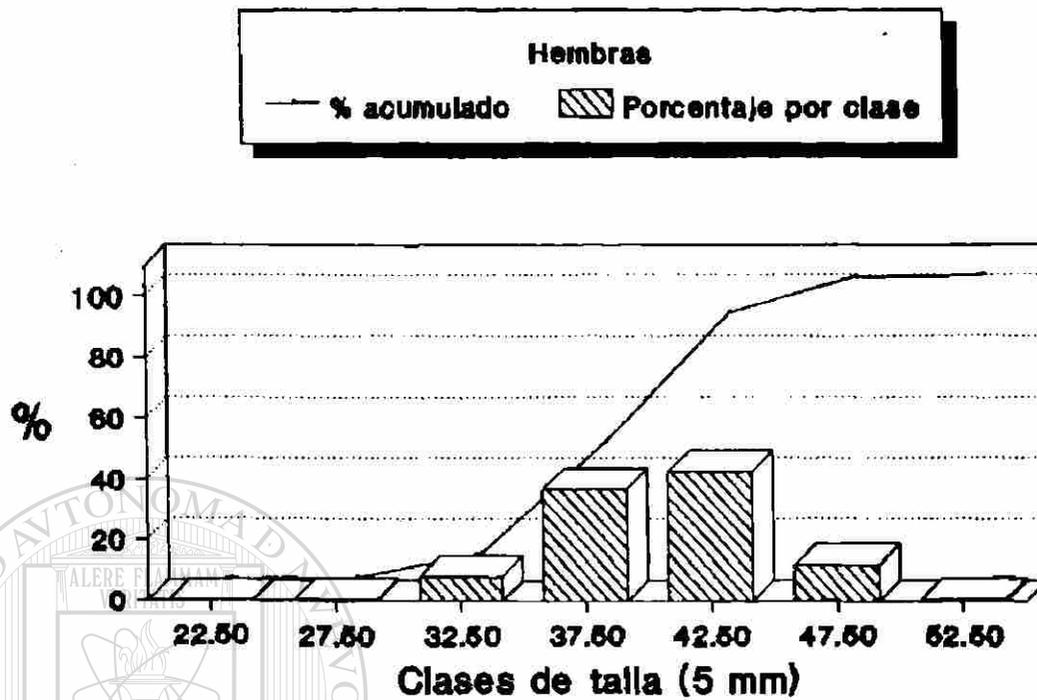


Fig. 8. Porcentaje de la captura en cada clase de talla

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Con el método de Captura por unidad de esfuerzo de acuerdo a Leslie-Davis (1939), se analizaron los valores totales de la captura mensual sin considerar el sexo, se determinó que N_0 (tamaño original de la población) fue 1143.9504 acociles en el área de muestreo. El coeficiente de capturabilidad (q) fue -0.2893 y la ecuación de regresión obtenida fue:

$$C_t = 330.9448 + (-0.2893) K_t$$

El tamaño de la población estimado para cada mes fue mayor en el primer mes de colecta (Tabla 2). Los intervalos de confianza del tamaño de población original, de acuerdo a la ecuación cuadrática fue de 875.47 a 2703.68 organismos.

Tabla 2. Captura y Tamaño Poblacional Estimados de acuerdo al método de Leslie-Davis (1939).

Captura	C_t	K_t	f_t	N_t
1	217	108.5	10	1035.45
2	262	348.0	10	795.95
3	310	634.0	10	509.95
4	65	821.5	10	322.45
5	76	892.0	10	251.95
6	42	951.0	10	192.95
7	12	978.0	10	165.95
8	8	988.0	10	155.95

C_t = Captura obtenida; K_t = Captura acumulada; f_t = Esfuerzo de trampeo; N_t = Tamaño de la población promedio.

La estimación del tamaño poblacional mensual por sexos, se presentan en las tablas 3 y 4, donde se observa que los más altos valores fué en los machos. Los valores del tamaño poblacional

original fueron 667.3517 y 476.2617 organismos, para machos y hembras, respectivamente. A pesar de tener una captura menor en las hembras, los coeficientes de capturabilidad en las hembras fue mayor (-0.3362) que en los machos (-0.2530).

Las ecuaciones obtenidas para hembras y machos, respectivamente son:

$$C_t = 160.1192 + (-0.3362) K_t$$

$$C_t = 171.3700 + (-0.2530) K_t$$

Tabla 3.- Captura y Tamaño Poblacional Estimados en hembras de acuerdo al método de Leslie-Davis (1939).

Captura	Ct	Kt	ft	Nt
1	106	53.0	10	423.26
2	118	165.0	10	311.26
3	145	296.5	10	179.76
4	25	381.5	10	94.76
5	14	401.0	10	75.26
6	10	413.0	10	63.26
7	3	419.5	10	56.76
8	2	422.0	10	54.26

Tabla 4.- Captura y Tamaño Poblacional Estimados en machos de acuerdo al método de Leslie-Davis (1939).

Captura	Ct	Kt	ft	Nt
1	111	55.5	10	621.85
2	144	183.0	10	494.35
3	165	337.5	10	339.85
4	40	440.0	10	237.35
5	62	491.0	10	186.35
6	32	538.0	10	139.35
7	9	558.5	10	118.85
8	6	566.0	10	111.35

3.1.2. Estado de la Muda

De los 992 acociles capturados el 76.20 y 23.79 % correspondieron al estado C y D respectivamente (Tabla 5) y en todas las colectas siempre fué mayor el porcentaje de organismos en C (Fig. 9 y 10). A partir de la cuarta colecta (Agosto) fue poca la captura de acociles en estado D. No se capturó organismos en otro estado de la muda.

Tabla 5. Relación de la Captura por Estado de la muda.

Colecta	CT	# DE ACOCILES EN	
		C	D
1	217	126 (58.06%)	91 (41.93%)
2	262	145 (55.34%)	117 (44.65%)
3	310	290 (93.54%)	20 (6.45%)
4	65	62 (95.38%)	3 (4.61%)
5	76	73 (96.05%)	3 (3.94%)
6	42	41 (97.61%)	1 (2.38%)
7	12	11 (91.66%)	1 (8.33%)
8	8	8 (100 %)	0 (0.00%)

CT = Captura Total; C y D = Estados de la muda

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

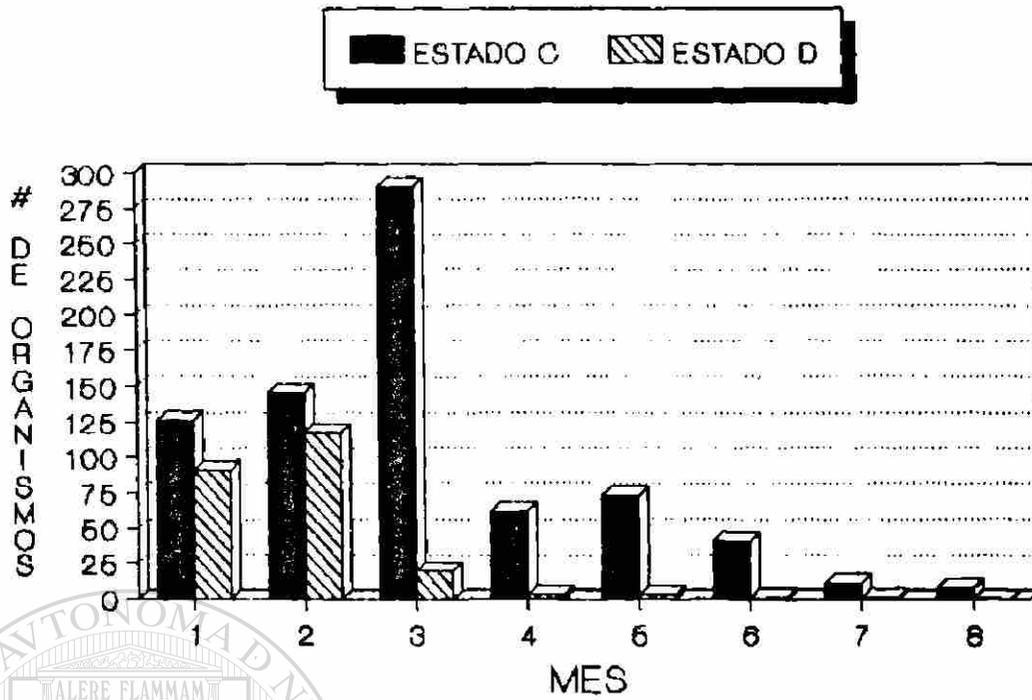


FIG. 9. RELACION DEL ESTADO DE LA MUDA EN LOS ACOCILES POR MES DE COLECTA

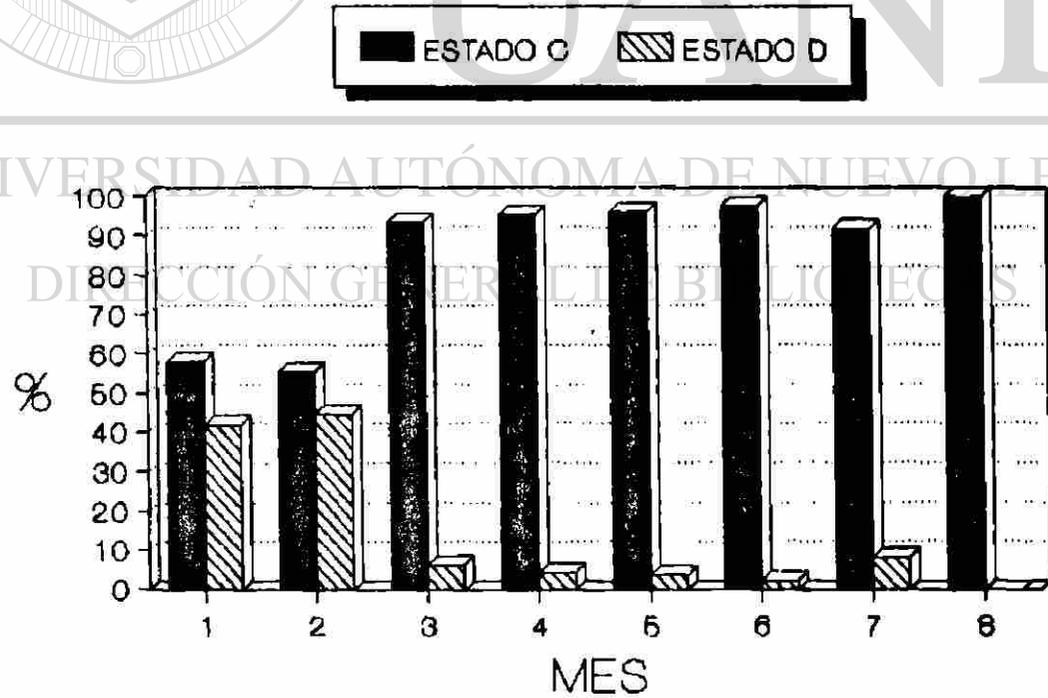


FIG. 10. PORCENTAJE DE ACOCILES POR ESTADO DE LA MUDA

3.1.3. Porcentaje Sexual

Del total de la captura, 423 fueron hembras y 569 machos, con porcentajes de 42.64 y 57.35 respectivamente (Tabla 6). En todas las capturas dominó los machos; y las hembras presentaron valores similares a los machos solamente en las tres primeras colectas (Fig. 11 y 12).

Tabla 6. Relación de la captura mensual por sexos.

Colecta	CT	Machos*	Hembras*
1	217	111 (51.15%)	106 (48.84%)
2	262	144 (54.96%)	118 (45.03%)
3	310	165 (53.22%)	145 (46.77%)
4	65	40 (61.53%)	25 (38.46%)
5	76	62 (81.57%)	14 (18.42%)
6	42	32 (76.19%)	10 (23.80%)
7	12	9 (75.00%)	3 (25.00%)
8	8	6 (75.00%)	2 (25.00%)

CT= Captura Total; * Valores totales en porcentaje.

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

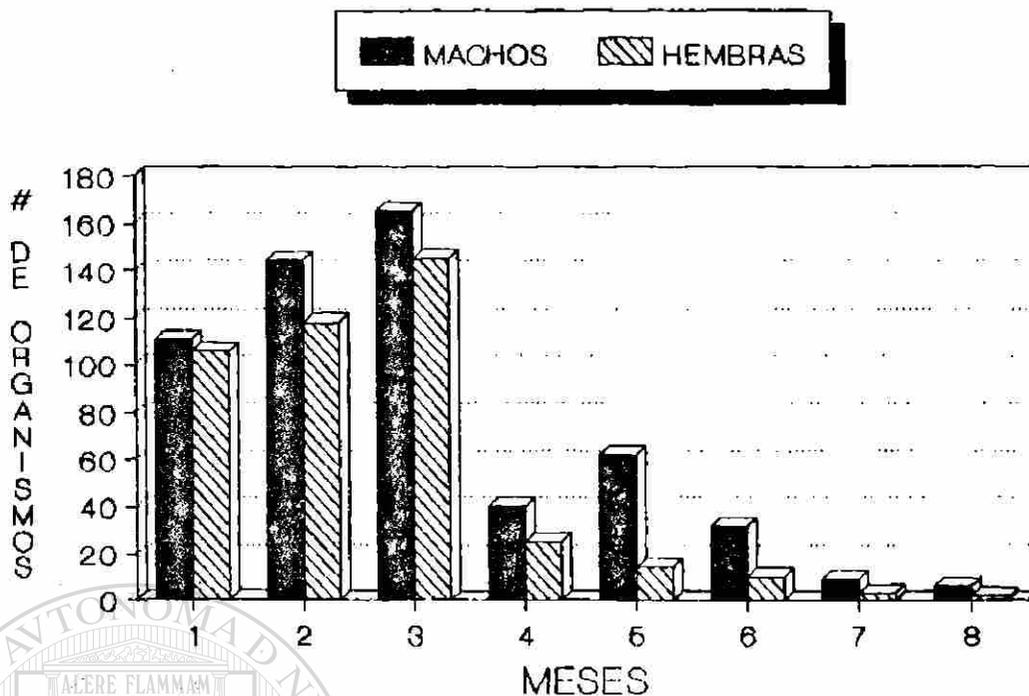


FIG.11. NUMERO DE ACOILES CAPTURADOS POR SEXO

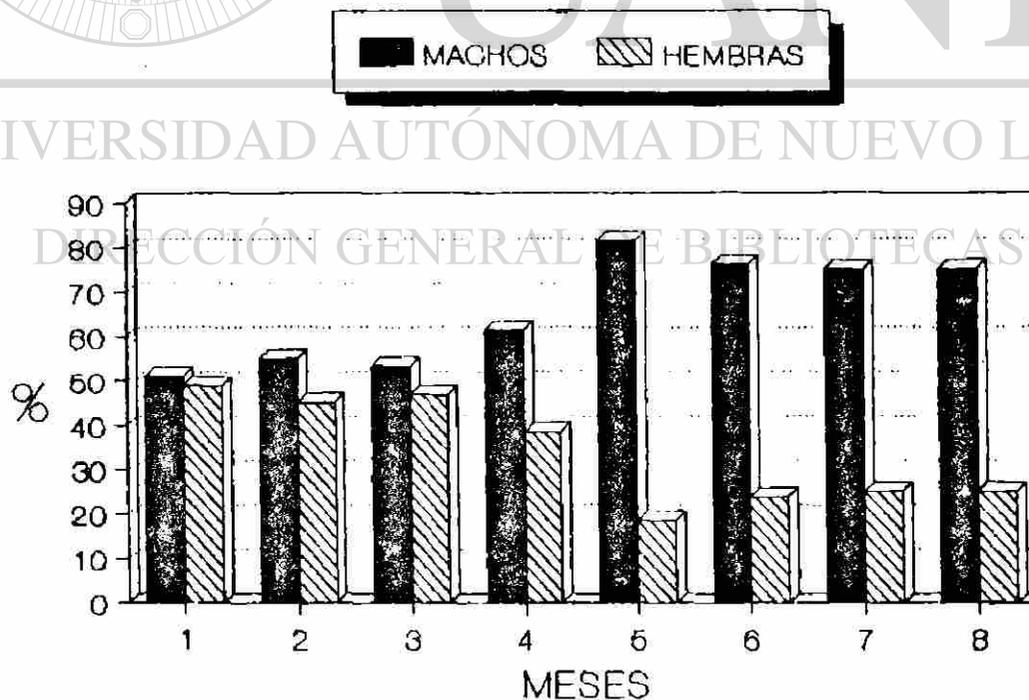


FIG. 12. PORCENTAJE DE ACOILES CAPTURADOS POR SEXO

3.1.4. Distribución de la Frecuencia de Tallas

Con los datos de longitud de cefalotórax de acociles capturados se determinó la distribución de frecuencias de tallas construyendo histogramas, usando el paquete estadístico SPSS versión 3 (1988). Se estableció siete intervalos de clase que fueron representados por los siguientes puntos medios de clase (mm); 22.50, 27.50, 32.50, 37.50, 42.50, 47.50 y 52.50. La frecuencia de organismos para cada clase fué dominada por los intervalos de 37.50, 42.50 y 47.50, en casi todas las colectas. (Figs. 13-20). La talla mínima capturable fué de 24 mm y la máxima fué de 52 mm.

En la primera colecta, la mayor frecuencia de organismos fué en la clase de 42.50 mm, con rangos de 25 a 51 mm de LC. Para la segunda colecta, la mayor frecuencia fué en las clases 37.50 y 42.50 mm y se observó una captura de organismos con tallas mayores a 33 mm y la talla máxima fué 53 mm.

En la tercera colecta hubo una mayor frecuencia de acociles de la clase 42.50 mm, el rango de captura fué de 29 a 51 mm. En la cuarta colecta, la mayor frecuencia fueron de acociles de la clase de 37.50 mm, los rangos de talla capturable fué de 31 a 51 mm.

En la quinta colecta, los rangos de captura se presentaron más acociles en la clase 42.50, con rangos de 33 a 51 mm.

De la sexta a la octava colecta, el número de acociles capturados fué bajo, los rangos de captura en estas colectas fué de 35 a 51 mm, la mayor frecuencia fueron de las clases 37.50 y 42.50.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

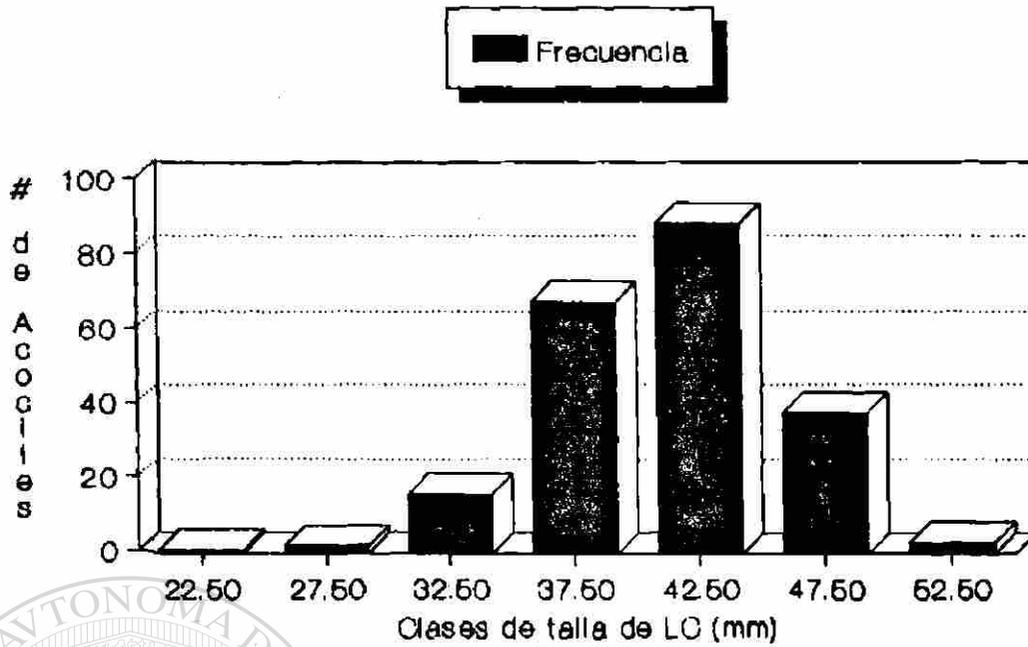


Fig.13. Distribucion de Frecuencia en Talla de *Procambarus clarkii* en la Primera Colecta.

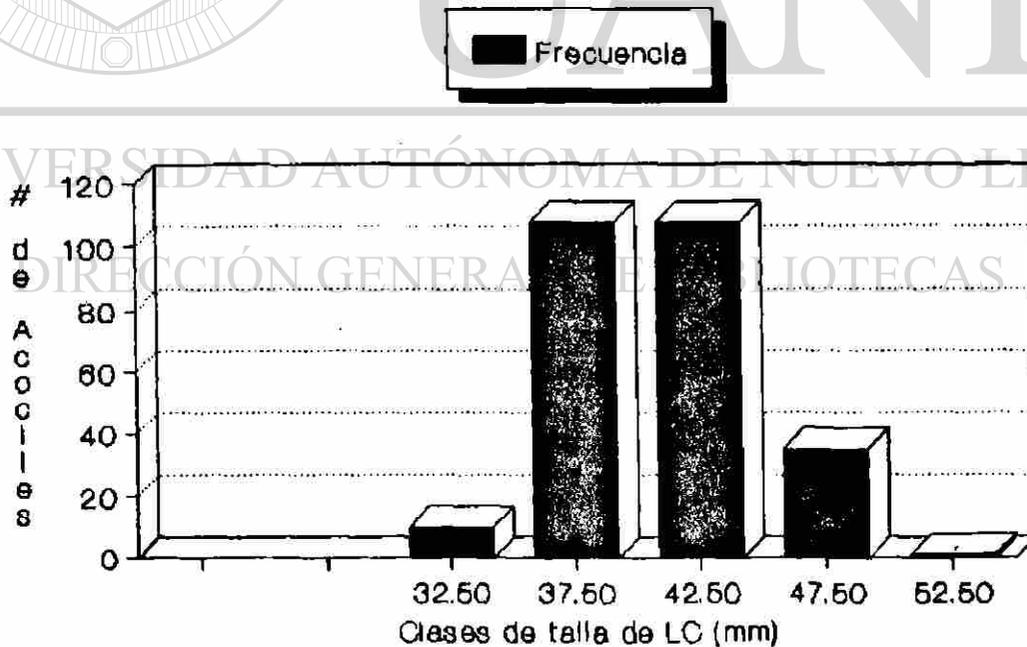


Fig.14. Distribucion de Frecuencia en Talla de *Procambarus clarkii* en la Segunda Colecta

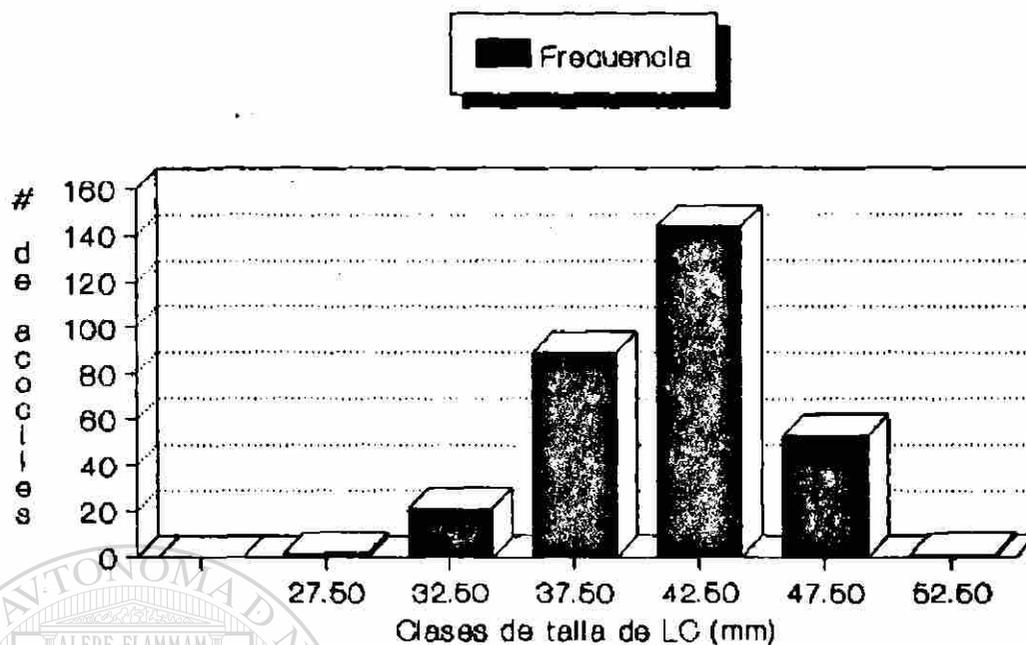


Fig. 15. Distribucion de Frecuencia en Talla de *Procamburus clarkii* en la Tercera Colecta.

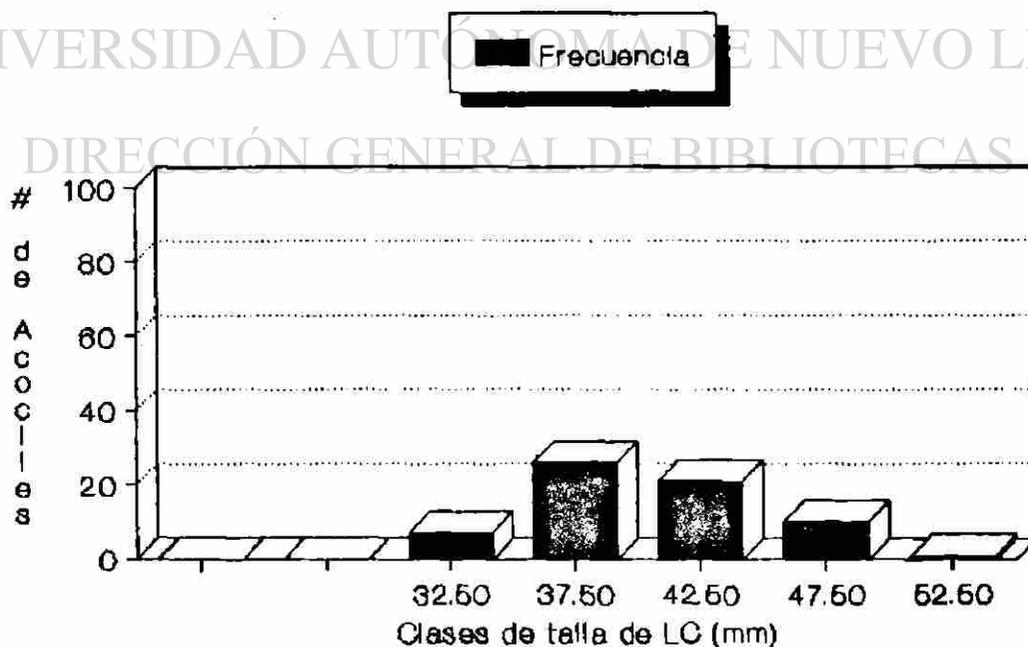


Fig. 16. Distribucion de Frecuencia en Talla de *Procamburus clarkii* en la Cuarta Colecta.

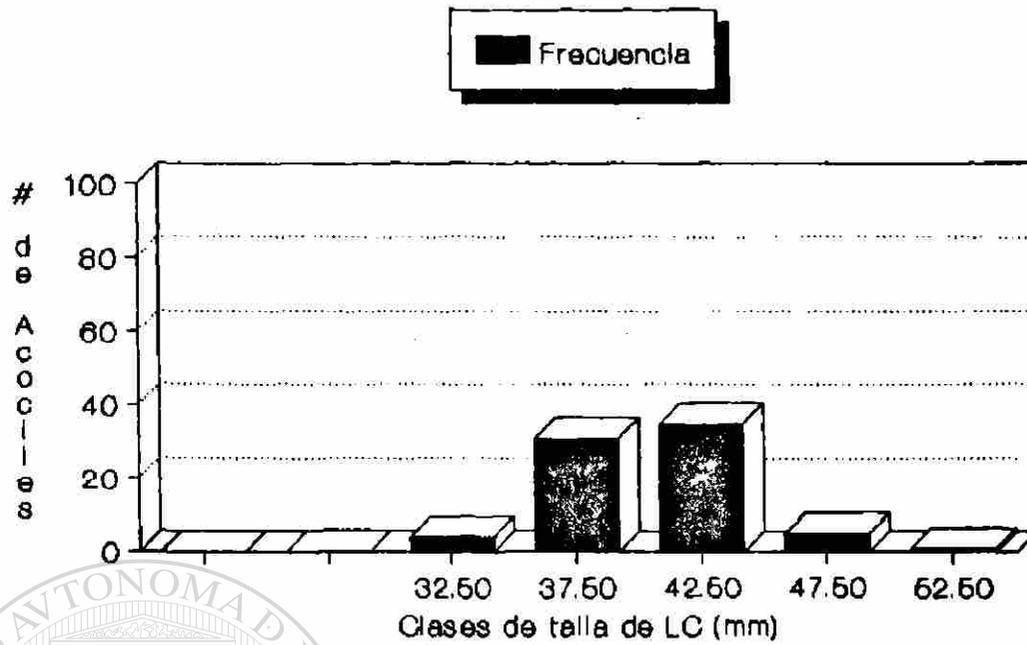


Fig. 17. Distribución de Frecuencia en Talla de *Procambarus clarkii* en la Quinta Colecta.

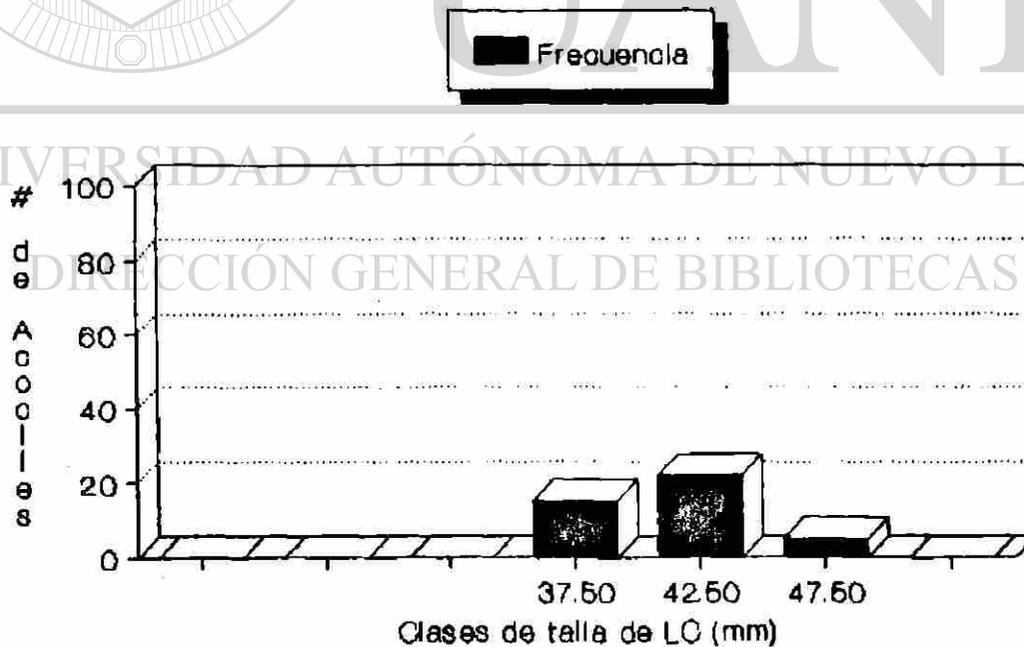


Fig. 18. Distribución de Frecuencia en Talla de *Procambarus clarkii* en la Sexta Colecta.

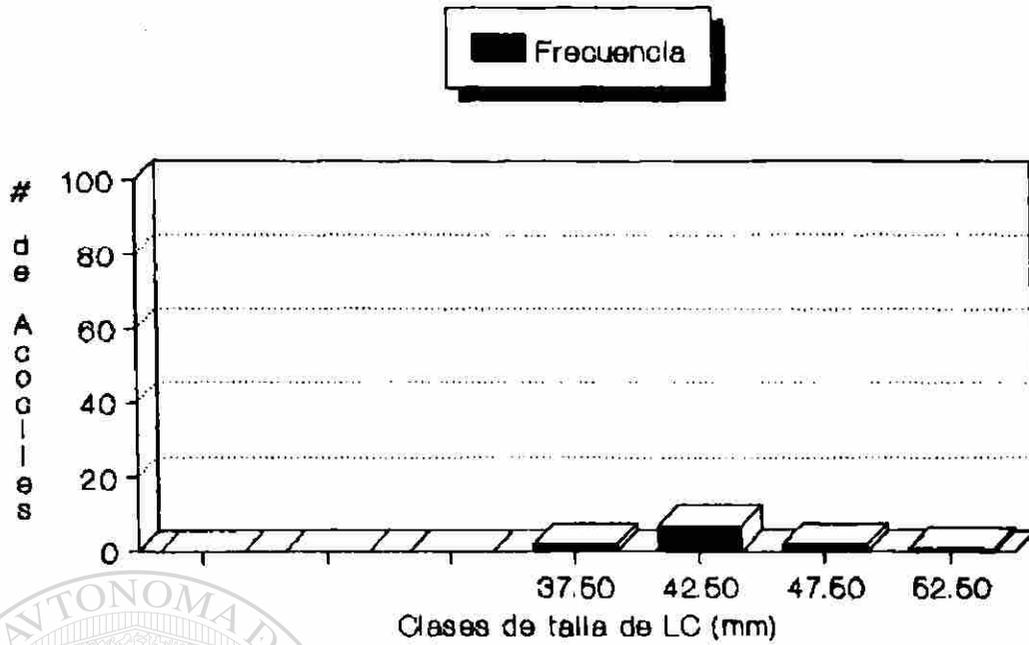


Fig.19. Distribucion de Frecuencia en Talla de *Procambarus clarkii* en la Septima Colecta.

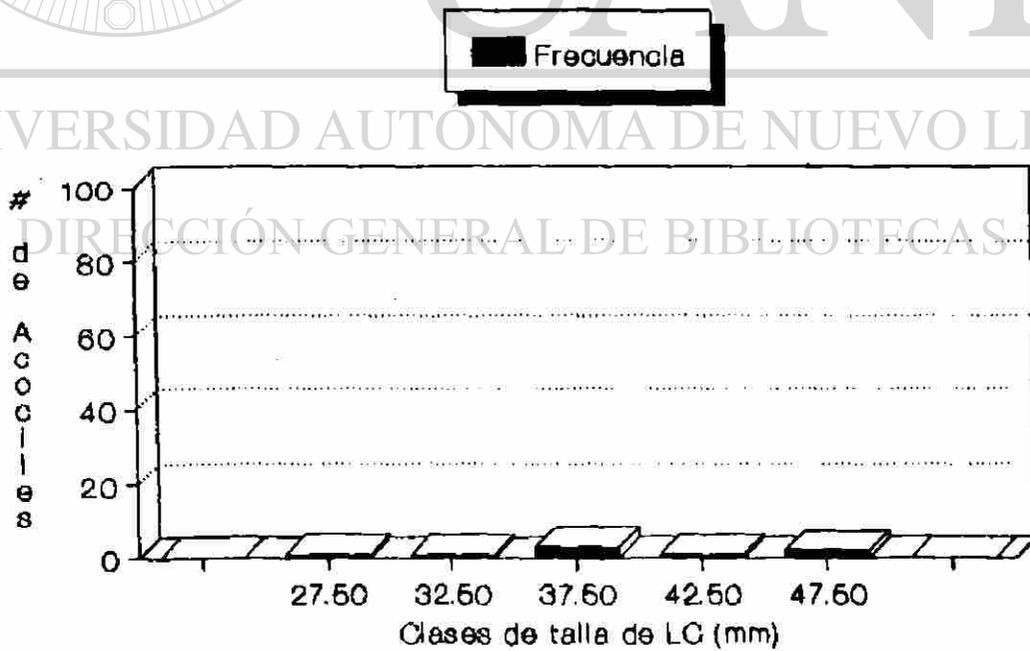


Fig.20. Distribucion de Frecuencia en Talla de *Procambarus clarkii* en la Octava Colecta.

3.1.5. Crecimiento Relativo (Alometría) de los Acociles Capturados

Las ecuaciones de regresión para el crecimiento alométrico de las siguientes relaciones; LC, AAB y PT en función de LT y LQ, ACF y PT en función de LC, se presentan en las tablas 7-12. En cada una se realizó cinco combinaciones, para observar si hay diferencia en el crecimiento por sexo y estado de la muda.

Tabla 7.- Ecuación de regresión potencial y crecimiento relativo (alometría) de la longitud del cefalotórax (LC) en función de la longitud total (LT).

Ecuación ¹	r	t**	N	P	alometría
1* LC=13.8326*LT ^{0.2420}	0.460	-51.144	992	<0.001	-
2* LC=20.6957*LT ^{0.1530}	0.368	-52.152	567	<0.001	-
3* LC=0.5160*LT ^{0.9824}	0.934	-0.963	425	>0.05	0
4* LC=3.8086*LT ^{0.5328}	0.650	-20.606	756	<0.001	-
5* LC=23.9891*LT ^{0.1179}	0.359	-43.925	235	<0.001	-

* 1= Todos; 2= machos; 3= hembras; 4= edo. C; 5= edo. D.

** Para probar Ho: b=1

¹ = $\ln LC = \ln a + b \ln LT$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 8.- Ecuación de regresión potencial y crecimiento relativo (alometría) de la anchura abdominal (AAB) en función de la longitud total (LT).

	Ecuación ¹	r	t**	N	P	alometría
1*	$AAB=5.5480*LT^{0.2436}$	0.165	-16.434	992	<0.001	-
2*	$AAB=8.3100*LT^{0.1550}$	0.160	-21.076	567	<0.001	-
3*	$AAB=0.2078*LT^{0.9824}$	0.280	-0.107	425	>0.05	0
4*	$AAB=1.5106*LT^{0.5376}$	0.204	-4.926	756	<0.001	-
5*	$AAB=9.7068*LT^{0.1156}$	0.332	-41.134	235	<0.001	-

* 1= todos; 2= machos; 3= hembras; 4= edo. C; 5= edo. D.

** Para probar $H_0: b=1$

1= $\ln AAB = a + b \ln LT$

Tabla 9.- Ecuación de regresión potencial y crecimiento relativo (alometría) del peso total (PT) en función de la longitud total (LT).

	Ecuación ¹	r	t**	N	P	alometría
1*	$PT=0.6376*LT^{0.7201}$	0.352	-37.578	990	<0.001	-
2*	$PT=2.1011*LT^{0.4641}$	0.294	-39.983	565	<0.001	-
3*	$PT=0.000044*LT^{2.8634}$	0.698	-0.958	423	>0.05	0
4*	$PT=0.0150*LT^{1.5638}$	0.482	-13.881	754	<0.001	-
5*	$PT=3.1623*LT^{0.3607}$	0.299	-35.035	233	<0.001	-

* 1= todos; 2= machos; 3= hembras; 4= edo. C; 5= edo. D.

** Para probar $H_0: b=3$

1= $\ln PT = a + b \ln LT$

Tabla 10.- Ecuación de regresión potencial y crecimiento relativo (alometría) de la longitud de la quela (LQ) en función de la longitud del cefalotórax (LC).

	Ecuación ¹	r	t**	N	P	alometría
1*	$LQ=0.2167*LC^{1.5407}$	0.697	10.748	992	<0.001	+
2*	$LQ=0.3282*LC^{1.4559}$	0.783	9.381	567	<0.001	+
3*	$LQ=0.3644*LC^{1.3633}$	0.822	7.926	425	<0.001	+
4*	$LQ=0.3025*LC^{1.4518}$	0.666	7.646	756	<0.001	+
5*	$LQ=0.0931*LC^{1.7653}$	0.775	8.116	235	<0.001	+

* 1= todos; 2= machos; 3= hembras; 4= edo. C; 5= edo. D.

** Para probar $H_0: b=1$

1= $\ln LQ = a + b \ln LC$

Tabla 11.- Ecuación de regresión potencial y crecimiento relativo (alometría) de la anchura del cefalotórax (ACF) en función de la longitud del cefalotórax (LC).

	Ecuación ¹	r	t**	N	P	alometría
1*	$ACF=0.8372*LC^{0.8355}$	0.447	-3.097	992	<0.005	-
2*	$ACF=0.3885*LC^{1.0427}$	0.670	0.880	567	>0.05	0
3*	$ACF=2.2470*LC^{0.5676}$	0.255	-4.136	425	<0.001	-
4*	$ACF=1.1830*LC^{0.7429}$	0.361	-3.686	756	<0.001	-
5*	$ACF=0.3392*LC^{1.0771}$	0.870	1.928	235	>0.05	0

* 1= todos; 2= machos; 3 = hembras; 4= edo. C; 5= edo. D.

**Para probar $H_0: b=1$

1= $\ln ACF = a + b \ln LC$

Tabla 12.- Ecuación de regresión potencial y crecimiento relativo (alometría) del peso total (PT) en función de la longitud del cefalotórax (LC).

	Ecuación ¹	r	t**	N	P	alometría
1*	PT=0.00021*LC ^{3.0284}	0.780	0.367	992	>0.05	0
2*	PT=0.00018*LC ^{3.072}	0.809	0.776	567	>0.05	0
3*	PT=0.00035*LC ^{2.8787}	0.738	-0.949	425	>0.05	0
4*	PT=0.00026*LC ^{2.9661}	0.749	-0.354	756	>0.05	0
5*	PT=0.00011*LC ^{3.1847}	0.868	1.548	235	>0.05	0

* 1= todos; 2= machos; 3= hembras; 4= edo. C; 5= edo. D.

**Para probar Ho: b=3

1= ln PT= a + b ln LC

Relación de LC vs. LT

La relación de LC en función de LT fué una alometría negativa ($b < 1, P < 0.001$), excepto en las hembras que fué isométrico, donde no hubo diferencia significativa de uno ($b = 1, P > 0.05$) (Tabla 7).

Relación de AAB vs. LT

Se presentó un crecimiento isométrico ($b = 1, P < 0.001$) en las hembras, en los otros tratamientos se determinó una alometría negativa de LC ($b < 1, P < 0.001$) (Tabla 8).

Relación de PT vs. LT

Se presentó una alometría negativa en todos los tratamientos ($b < 3, P < 0.001$), excepto en las hembras donde el crecimiento de PT fue isométrico ($b = 3, P > 0.05$) (Tabla 9).

Relación de LQ vs. LC

La alometría fué positiva de LQ en función de LC en todos los casos ($b > 1, P < 0.001$); entre los sexos los machos presentaron un valor mayor del coeficiente de regresión (Tabla 10).

Relación de AC vs. LC

Esta relación fué isométrica en acociles machos y estado D de la muda ($b = 1, P > 0.05$). En las otras combinaciones fue alométrico negativo ($b < 1, P < 0.005, P < 0.001$); hubo una diferencia en el

crecimiento entre los sexos (Tabla 11).

Relación de PT vs. LC

El crecimiento de los acociles en el peso total fué isométrico ($b=3, P>0.05$) en todos los casos, sin embargo hubo una diferencia en los valores del coeficiente de regresión entre los sexos y estado de la muda (Tabla 12).

La comparación del crecimiento alométrico por análisis de covarianza se presenta en la tabla 13 y 14. Al tomar LT como variable independiente, se presentó una diferencia significativa entre los sexos para LC y PT y no se presentó diferencia significativa en el mismo factor para AAB. Hay una interacción entre los estados de la muda para LC, AAB y PT. Y la combinación de ambos factores (sexo y estado de la muda), no presenta interacción para LC y PT, excepto en AAB.

Al considerar a LC como variable independiente, hubo una diferencia significativa en el crecimiento entre los sexos para LQ y PT, para el mismo factor hay una interacción en la ACF. El estado de la muda como factor de variación en LQ, presentó una diferencia significativa y no se presentó diferencia significativa en ACF y PT. Hay una interacción entre ambos factores para las tres variables (LQ, ACF y PT).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 13.- Comparación del crecimiento alométrico (obtenido de la regresión) por una análisis de covarianza, utilizando log de la longitud total (LT) como parámetro independiente.

Variable dependiente	Factor	F(G.L.)	P	Comentario
LC	Sexo	16.333(1,986)	<0.001	
	Edo. de muda	2.157(1,986)	>0.15	Interacción
	Ambos factores	15.903(1,986)	<0.001	
AAB	Sexo	2.688(1,986)	>0.101	Interacción
	Edo. de muda	0.022(1,986)	>0.883	Interacción
	Ambos factores	0.021(1,986)	>0.884	Interacción
PT	Sexo	35.282(1,986)	<0.001	
	Edo. de muda	0.576(1,986)	>0.45	Interacción
	Ambos factores	9.230(1,986)	<0.002	

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 14.- Comparación del crecimiento alométrico (obtenido de la regresión) por análisis de covarianza, utilizando log de la longitud de cefalotórax (LC) como parámetro independiente.

Variable dependiente	Factor	F(G.L.)	P	Comentario
LQ	Sexo	821.031(1,986)	<0.001	
	Edo. de muda	7.358(1,986)	<0.007	
	Ambos factores	2.879(1,986)	>0.090	Interacción
ACF	Sexo	0.001(1,986)	>0.978	Interacción
	Edo. de muda	1.767(1,986)	>0.184	Interacción
	Ambos factores	0.889(1,986)	>0.346	Interacción
PT	Sexo	18.009(1,986)	<0.001	
	Edo. de muda	0.188(1,986)	>0.665	Interacción
	Ambos factores	0.142(1,986)	>0.706	Interacción

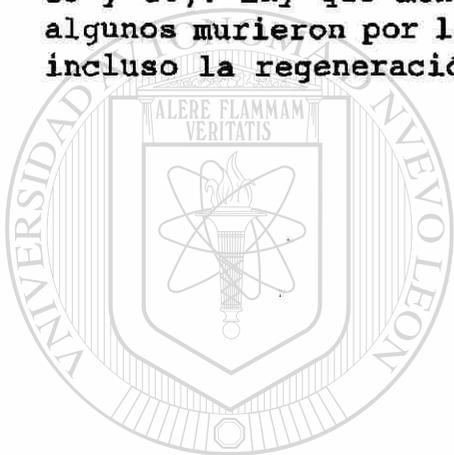
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.2. En laboratorio

3.2.1. Regeneración de Quelas

Con un lote de 18 machos y 13 hembras que mudaron al menos una vez en el laboratorio, se analizó el crecimiento de las quelas extirpadas (regeneración) por diferentes formas. El tiempo máximo de observación durante este estudio fue nueve meses, los rangos de la longitud del cefalotórax en machos y hembras fue respectivamente, 26.1-38 mm y 29-40.5 mm, respectivamente (tablas 15 y 16). Hay que mencionar que se utilizaron más acociles, pero algunos murieron por la tensión al amputar las quelas o no mudaron, incluso la regeneración de este apéndice fue mínimo.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 15. Crecimiento postmudal y Relación del crecimiento de la quela en la primera muda de machos.

LC1	LC2	IN1	IN2	R.C.Q.1	R.C.Q.2	Días
26.1	29	26.0	26.0	89.65	89.65	27
27	29	12.0	21.0	41.37	72.41	80
28	28.5	14.0	22.0	49.12	77.19	74
29	31	29.0	29.0	93.54	93.54	30
29	31	16.0	27.0	51.61	87.09	49
30	32	23.9	23.9	74.68	74.68	23
29	29	20.0	31.0	68.96	106.89	42
31	31	16.0	29.0	51.61	93.54	84
31.5	32.2	32.0	32.0	99.37	99.37	174
32	34.2	20.0	31.0	58.47	90.64	67
32.5	33	34.7	36.1	105.15	109.39	37
33	36	26.0	35.0	72.22	97.22	110
33	36	20.5	29.5	56.94	81.94	84
34	36	22.0	28.0	61.11	77.77	65
35.5	36.5	18.5	28.5	50.68	78.08	144
37	38	21.3	39.0	56.05	102.63	34
34.8	34.8	38.1	38.1	110.05	110.05	41
38	41.5	22.0	34.0	53.01	81.92	110

LC1 = LC inicial; LC2 = LC postmudal; IN1 = Incremento por muda

IN2 = Incremento basal + Incremento postmudal; Días= Días transcurridos hasta la muda; R.C.Q.1= Relación del crecimiento de la quela por efecto de la muda; R.C.Q.2= Relación del crecimiento de la quela, considerando el crecimiento basal y por muda.

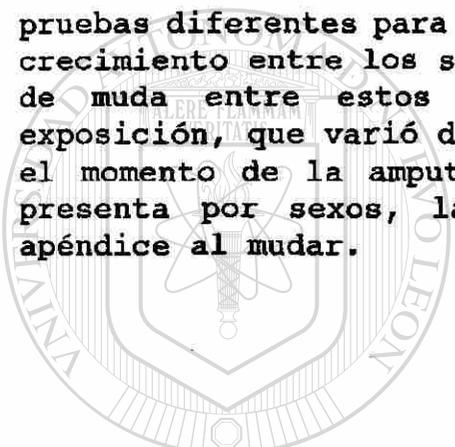
Tabla 16. Crecimiento postmudal y Relación del crecimiento de la quela en la primera muda en hembras.

LC1	LC2	IN1	IN2	R.C.Q.1	R.C.Q.2	Días
29	31	21.9	21.9	70.64	96.96	32
29	31	27.0	27.0	87.09	87.09	33
30	32	18.3	27.3	57.18	85.31	42
31	33	20.0	20.0	60.60	60.60	23
33	35	17.9	26.9	51.14	76.85	46
34.5	36	20.6	22.1	57.22	61.38	35
34.5	41.5	19.6	36.1	47.22	86.98	35
36	38	14.0	18.0	36.84	47.36	167
37.5	39.5	25.0	32.0	63.29	81.01	46
38	39	27.0	27.0	69.23	69.23	30
39	41	20.0	31.0	48.78	75.60	42
40	42	21.0	31.0	50.00	73.80	107
40.5	42	24.0	28.0	57.14	66.66	102

LC1= Longitud cefalotórax premudal; LC2= Longitud del cefalotórax postmudal; IN1= Incremento por muda; IN2= Incremento basal + Incremento por muda; R.C.Q.1=Relación del crecimiento de la quela por efecto de la muda; R.C.Q.2=Relación del crecimiento de la quela considerando el crecimiento basal y por muda. Días = Días transcurridos hasta la muda.

3.2.2. Crecimiento de la quela

Se observó que 18 machos y 13 hembras mudaron al menos una vez y presentaron un desarrollo considerable de la quela por este efecto. Para el análisis de este crecimiento se realizó tres pruebas diferentes para ver si hay una diferencia significativa del crecimiento entre los sexos sin considerar la talla. La presencia de muda entre estos acociles fue en diferentes tiempos de exposición, que varió de pocos días hasta casi el sexto mes desde el momento de la amputación del apéndice. En la tabla 17, se presenta por sexos, la talla de LC premudal, crecimiento del apéndice al mudar.



U
A
N
L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 17. Crecimiento (regeneración) individual de las quelas en la primera muda en Procambarus clarkii*.

LC	Machos Crecimiento	LC	Hembras Crecimiento
26.1	26	29.0	21.9
27.0	12	29.0	27
28.0	14	30.0	18.3
29.0	29	31.0	20
29.0	16	33.0	17.9
30.0	23.9	34.5	20.6
29.0	20	34.5	19.6
31.0	16	36.0	14
32.0	20	37.5	25
32.5	34.7	38.0	27
33.0	26	39.0	20
33.0	20.5	40.0	21
34.0	22	40.5	24
35.5	18.5		
37.0	21.3		
34.8	38.1		
38.0	22		

* Datos en mm; No incluye el crecimiento basal.
LC= Longitud del cefalotórax.

3.2.3. Crecimiento neto por efecto de la muda

El incremento promedio entre los sexos no presentó diferencia significativa ($t=0.5218$, $P>0.05$), los valores promedio fueron 22.3529 y 21.2538 mm., para machos y hembras respectivamente. Los valores de la desviación típica y el coeficiente de variación en porcentaje fueron mayores en los machos (Tabla 18).

Tabla 18. Comparación del Crecimiento Promedio* de las Quelas entre los Sexos por Efecto de la muda

Estadístico	Machos	Hembras
n	17	13
\bar{X}	22.35	21.25
S	6.90	3.73
S ²	47.62	13.91
CV	30.87	17.55

$$t_{\text{cal}} = 0.5218; t_{0.05 [28]} = 2.048; * \text{ en mm.}$$

3.2.4. Crecimiento utilizado para la Relación del crecimiento por efecto de la muda.

Los valores del crecimiento utilizado en la relación de regeneración incluye el crecimiento basal y crecimiento por efecto de la muda. Los promedio de crecimiento por sexo fué mayor en los machos que en las hembras, con valores de 30.0055 y 26.7923 respectivamente, sin embargo tampoco no hubo diferencia significativa en la regeneración ($t=1.7157$, $P>0.05$). El crecimiento basal que ocurrió en ambos sexos desde los pocos días hasta los seis meses, no aportó un aumento significativo en el crecimiento de la quela. Los valores de la desviación típica y el coeficiente de variación, fueron similares entre sí (Tabla 19).

Tabla 19. Comparación del Crecimiento Promedio* de las Quelas entre los Sexos, utilizando el Crecimiento Basal y por efecto de la Muda.

Estadístico	Machos	Hembras
n	18	13
\bar{X}	30.00	26.79
S	5.12	5.16
S ²	26.26	26.69
CV	17.08	19.28

$t_{cal} = 1.7157$; $t_{0.05 [29]} = 2.045$; * en mm.

3.2.5. Valores Promedio de la Relación del crecimiento de la quela por efecto de la muda

Estos valores corresponden a la relación existente entre el crecimiento total después de la primera muda y la longitud del cefalotórax, en porcentaje. Los machos presentaron un mayor valor de la relación de regeneración de quelas y longitud total con respecto a las hembras, estos promedios representan una diferencia significativa del crecimiento entre los sexos ($t=3.3874, P<0.05$) (Tabla 20).

Tabla 20. Comparación de los Valores Promedio de la Relación del Crecimiento de la Quela (RCQ2) después de la Primera Muda*

Estadístico	Machos	Hembras
n	18	13
\bar{X}	90.22	74.52
S	12.18	13.46
S ²	148.58	181.36
CV	13.51	18.07

$t_{cal} = 3.3874$; $t_{0.05 [29]} = 2.045$; * en %

3.2.6. Crecimiento promedio después de la segunda muda

No existió una diferencia significativa del incremento promedio de las quelas entre los sexos, después de una segunda muda ($t=0.2127$, $P>0.05$). El tamaño de muestra fué menor en las hembras, pero hubo una mayor dispersión típica y coeficiente de variación en los machos con una mayor tamaño de muestra (Tabla 21).

Tabla 21. Comparación del crecimiento promedio* de las quelas por efecto de la segunda muda entre los sexos

	MACHOS	HEMRAS
n	11	4
\bar{X}	11.33	11.87
S	4.83	2.01
S ²	23.36	4.06
CV	42.63	16.97

$t_{cal} = 0.2127$; $t_{0.05 [13]} = 2.160$; * en mm.

3.2.7. Comparación del crecimiento promedio en la primera muda y la segunda muda

Los promedios de crecimiento de quela en la primera y la segunda muda, sin considerar el sexo fueron 21.8766 y 11.48 mm., respectivamente. Se encontró una diferencia significativa entre estos promedios ($t=6.2601$, $P<0.05$). Se puede considerar en base este análisis que el incremento por efecto de la primera muda es mayor que en la segunda muda, bajo estas condiciones (Tabla 22).

Tabla 22. Comparación del Crecimiento Promedio* de las Quelas en la primera Muda y segunda Muda sin considerar el Sexo

	1era. Muda	2da. Muda
n	30	15
\bar{X}	21.87	11.48
S	5.68	4.19
S^2	32.34	17.62
CV	25.99	36.56

$$t_{cal} = 6.2601; t_{0.05 [20]} = 2.017$$

3.2.8. Frecuencia de muda en laboratorio

Del total de acociles utilizados en regeneración, se observó que 15 machos y 7 hembras presentaron dos mudas en laboratorio. El tiempo transcurrido entre la primera y segunda muda fué de 27 a 181 días y 14 a 86 días, para machos y hembras respectivamente. Y ocho machos y cuatro hembras presentaron una tercera muda con rangos de 45 a 152 días y de 34 a 112 días respectivamente. Solamente un acocil por sexo tuvo una cuarta muda que se presentó casi al final del experimento que fué a los nueve meses.

Tabla 23. Comparación de la cantidad promedio de días entre la primera muda y segunda muda para ambos sexos

	MACHOS	HEMBRAS
n	15	7
\bar{X}	84.8	48.14
S	47.30	26.47
S^2	2237.74	701.14
CV	55.78	55.00

$$t_{cal} = 1.9001; t_{0.05 [20]} = 2.086$$

3.2.9. Comparación de la ocurrencia de la muda

Al comparar los promedios en cada sexo, entre los días transcurridos entre la primera y segunda muda, no presentó una diferencia significativa ($t= 1.9001, P>0.05$) (Tabla 23). A pesar que los promedios fueron 84.8 y 48.14 días, para machos y hembras respectivamente. Los valores promedio de días transcurridos entre la segunda y tercera muda fueron 82.25 y 72.75 días, para machos y hembras respectivamente; estos no mostraron una diferencia significativa ($t=0.4375, P>0.005$) (Tabla 24). La comparación del tiempo transcurrido entre la primera y segunda muda con respecto al tiempo entre la segunda y tercera muda en los machos, no mostraron una diferencia significativa ($t=0.1291, P>0.05$) (Tabla 25). Igualmente, los promedios de días transcurridos en la hembras no presentaron diferencia significativa ($t=1.3500, P>0.05$). (Tabla 26).

Tabla 24. Comparación de la cantidad promedio de días entre la segunda muda y tercera muda en ambos sexos

Estadísticos	MACHOS	HEMBRAS
n	8	4
\bar{X}	82.25	72.75
S	36.17	33.69
S^2	1308.78	1135.58
CV	43.98	46.32

$$t_{cal} = 0.4375; t_{0.05 [10]} = 2.228$$

Tabla 25. Comparación de la Frecuencia (días) Promedio entre la primera y segunda muda con respecto a la Frecuencia entre la segunda y tercera muda en machos

Estadísticos	1era. y 2da.	2da. y 3era.
n	15	8
\bar{X}	84.8	82.25
S	47.30	36.17
S^2	2237.29	1308.26
CV	55.78	43.98

$$t_{\text{cal}} = 0.1291; t_{0.05 (21)} = 2.080$$

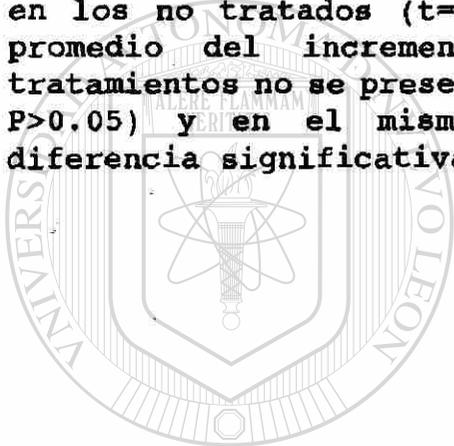
Tabla 26. Comparación de la Frecuencia (días) Promedio entre la primera y segunda Muda con respecto a la Frecuencia entre la segunda y tercera Muda en Hembras

	1era. y 2da. Muda	2da. y 3era. Muda
n	7	4
\bar{X}	48.14	72.75
S	26.47	33.69
S^2	701.14	1135.58
CV	55.00	46.32

$$t_{\text{cal}} = 1.3500; t_{0.05 (9)} = 2.262$$

3.3. Crecimiento postmudal de acociles en laboratorio

El crecimiento del cefalotórax en milímetros de los acociles en los grupos tratados (sin quelas) y no tratados, posterior a una muda se presentan en la tabla 27 y 28. Los valores de LC postmudal se analizaron con respecto a sus valores respectivos de LC premudal mediante regresión líneal, separando en cada grupo estos tratamientos por sexos. Los parámetros de la regresión y correlación obtenidos para cada análisis se presentan en la tabla 29, así como cada una de las representaciones gráficas en las figuras 21-24. Todos los valores del coeficiente de regresión (b) fueron significativos mediante un análisis de varianza. En los acociles tratados no se presentó una diferencia significativa en el incremento postmudal entre los sexos ($t = 0.0073$; >0.05). Y tampoco en los no tratados ($t = 0.131$; $P > 0.05$). Al comparar los valores promedio del incremento postmudal de los machos de ambos tratamientos no se presentó una diferencia significativa ($t = 0.602$; $P > 0.05$) y en el mismo caso las hembras no presentaron una diferencia significativa ($t = 0.401$; $P > 0.05$).



UANL

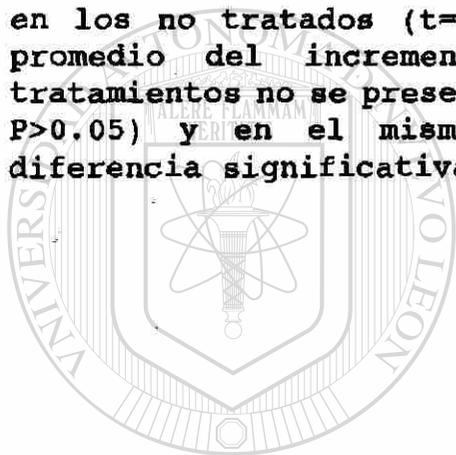
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.3. Crecimiento postmudal de acociles en laboratorio

El crecimiento del cefalotórax en milímetros de los acociles en los grupos tratados (sin quelas) y no tratados, posterior a una muda se presentan en la tabla 27 y 28. Los valores de LC postmudal se analizaron con respecto a sus valores respectivos de LC premudal mediante regresión líneal, separando en cada grupo estos tratamientos por sexos. Los parámetros de la regresión y correlación obtenidos para cada análisis se presentan en la tabla 29, así como cada una de las representaciones gráficas en las figuras 21-24. Todos los valores del coeficiente de regresión (b) fueron significativos mediante un análisis de varianza. En los acociles tratados no se presentó una diferencia significativa en el incremento postmudal entre los sexos ($t = 0.0073$; >0.05). Y tampoco en los no tratados ($t = 0.131$; $P > 0.05$). Al comparar los valores promedio del incremento postmudal de los machos de ambos tratamientos no se presentó una diferencia significativa ($t = 0.602$; $P > 0.05$) y en el mismo caso las hembras no presentaron una diferencia significativa ($t = 0.401$; $P > 0.05$).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 27. Incremento Postmudal Individual de los acociles tratados (corte de quelas)

MACHOS			HEMBRAS		
LC ₁	LC ₂	IN	LC ₁	LC ₂	IN
34.0	36.0	2	37.5	39.5	2
36.0	37.0	1	39.0	41.0	2
26.1	29.0	2.9	41.0	42.0	1
29.0	31.0	2	29.0	30.0	1
35.0	36.0	1	29.0	31.0	2
37.0	38.0	1	33.0	35.0	2
38.0	40.0	2	35.0	37.0	2
40.0	41.0	1	34.5	36.0	1.5
33.0	36.0	3	31.0	33.0	2
36.0	37.5	1.5	33.0	35.5	2.5
29.0	31.0	2	36.0	38.0	2
27.0	29.0	2	38.0	41.0	3
29.0	31.0	2	30.0	32.0	2
31.0	33.0	2	38.0	40.0	2
32.2	34.0	1.8	29.0	32.0	3
35.5	38.0	2.5	40.8	43.0	2.2
38.0	41.0	3	43.0	44.0	1
35.5	36.5	1	38.0	39.0	1
36.5	39.0	2.5	39.0	41.0	2
29.0	31.0	2			
31.0	32.5	1.5			
32.5	35.0	2.5			
29.0	32.0	3			
32.0	34.0	2			
31.0	32.0	1			
32.0	33.5	1.5			
33.0	36.0	3			
32.0	34.2	2.2			
34.2	35.5	1.3			
31.5	32.5	1			
n= 30	\bar{X} = 1.906		n= 19	\bar{X} = 1.905	

LC₁= Longitud del cefalotórax premudal; LC₂= Longitud del cefalotórax postmudal; IN= Incremento en milímetros.

Tabla 28. Incremento Postmudal Individual de los Acociles no tratados

MACHOS			HEMBRAS		
LC1	LC2	IN	LC1	LC2	IN
19.0	22.5	3.5	36.1	37.0	0.9
24.0	25.5	1.5	42.0	45.1	3.1
34.0	36.0	2	20.0	22.5	2.5
25.0	26.5	1.5	35.0	37.0	2
28.0	29.7	1.7	36.0	41.0	5
21.5	24.0	2.5	17.1	19.0	1.9
28.0	28.5	0.5	37.0	38.0	1
26.1	29.0	2.9	27.0	28.0	1
35.0	36.0	1	37.0	39.5	2.5
29.5	30.0	0.5	26.5	28.5	2
29.0	31.0	2	19.0	20.0	1
32.5	33.0	0.5	38.0	41.0	3
35.5	38.0	2.5	22.0	23.0	1
31.0	33.0	2	35.5	37.5	2
			35.5	36.0	0.5
			33.5	35.0	1.5
			27.0	27.5	0.5
			39.0	39.5	0.5
			29.0	30.0	1
			29.0	31.0	2
			34.5	36.0	1.5
			30.0	32.0	2
			29.0	32.0	3
			31.0	31.5	0.5
			32.0	34.0	2
			27.0	30.0	3
			31.0	32.5	1.5
			38.0	40.0	2
n= 14	\bar{X} = 1.7571		n= 28	\bar{X} = 1.8	

LC₁ = Longitud del cefalotórax premudal; LC₂ = Longitud del cefalotórax postmudal; IN= Incremento en milímetros.

$$Y = 4.0225 + 0.9203X$$

· observados + estimados

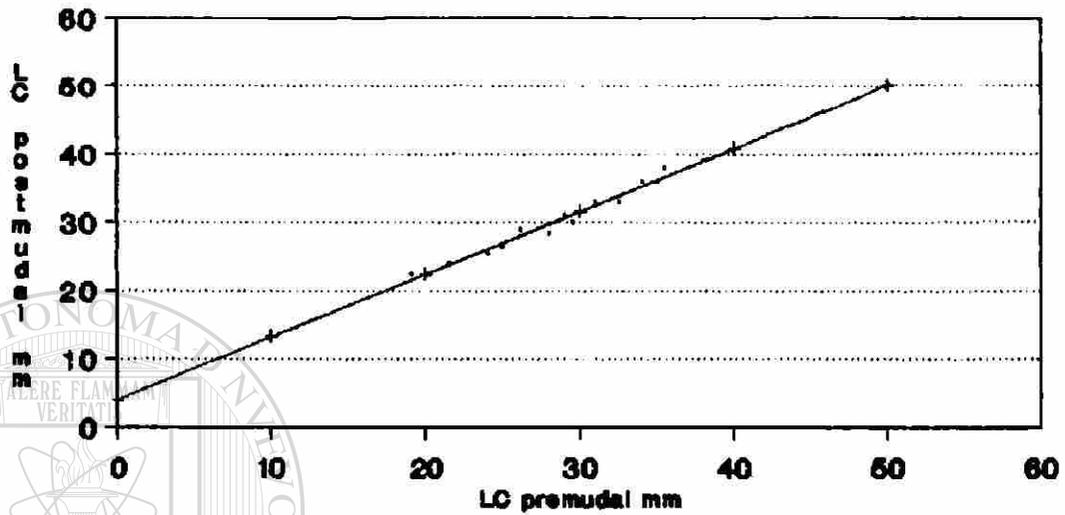


Fig. 21. Crecimiento postmudal de machos no tratados

$$Y = 1.0131 + 1.0262X$$

· observados + estimados

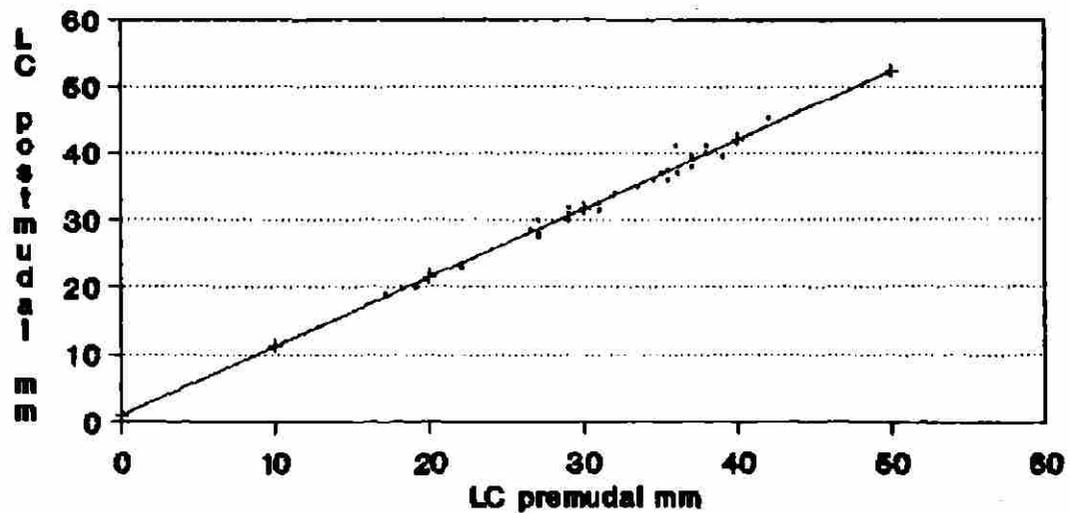


Fig. 22. Crecimiento postmudal de hembras no tratadas

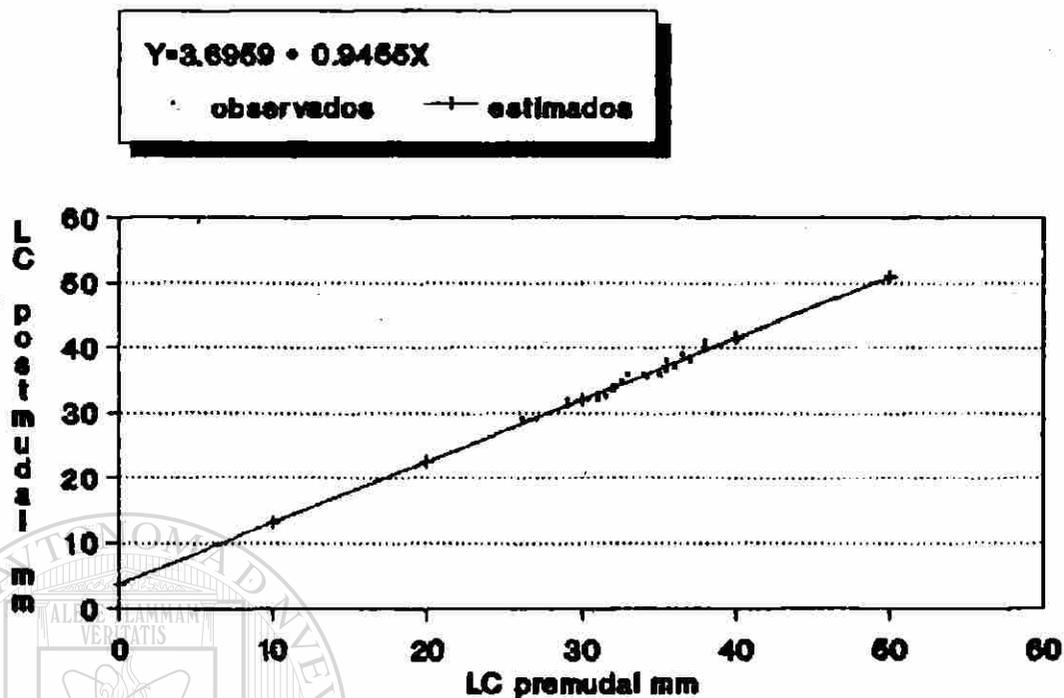


Fig. 23. Crecimiento postmudal de machos tratados

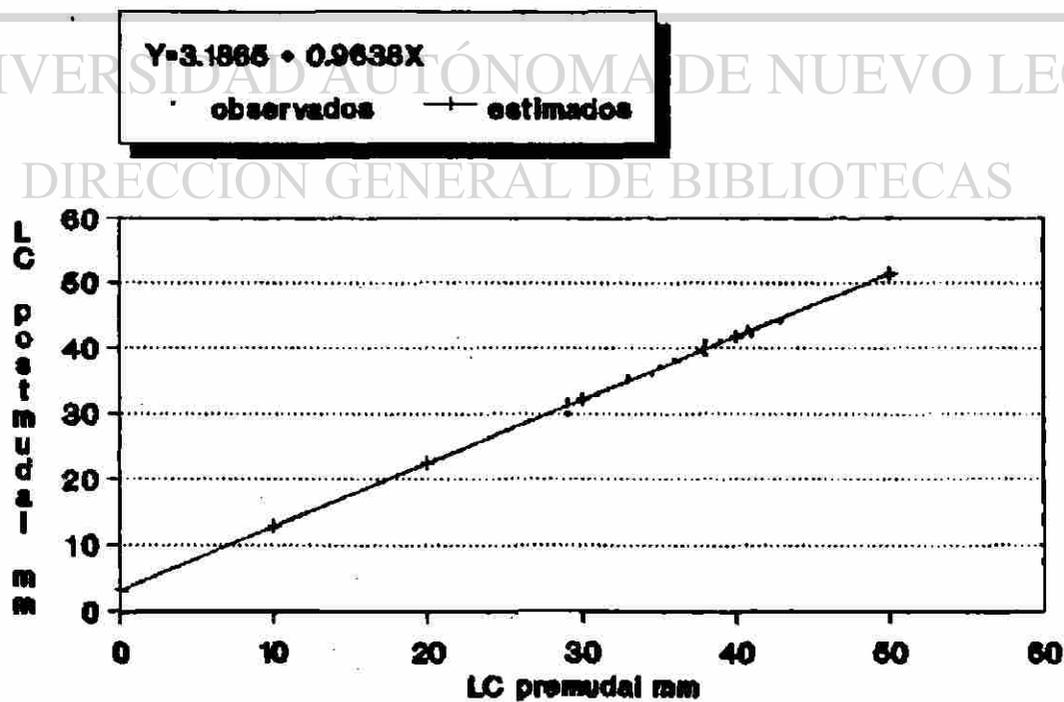


Fig. 24. Crecimiento postmudal de hembras tratadas

Tabla 29. Valores del Coeficiente de Regresión lineal y Correlación lineal de LC_2 en función de LC_1 en cada uno de los grupos

	Acociles tratados		Acociles no tratados	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
n	30	19	14	28
a	3.6959	3.1865	4.0225	1.0131
b	0.9455	0.9638	0.9203	1.0252
F*	26.19	42.23	19.09	32.86
	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05
r	0.9801	0.9911	0.9839	0.9881
r ²	0.9605	0.9822	0.9680	0.9763

LC_1 = Longitud del cefalotórax premudal; LC_2 = Longitud del cefalotórax postmudal; * valores de la distribución F calculados.

3.4. Crecimiento Individual en Laboratorio

3.4.1. Tasa de Incremento Relativo

Con el lote de juveniles obtenidos en el laboratorio después de 10 días, que es cuando se separan de la madre hasta después de la segunda muda (Avault, Jr, 1972), se observó el crecimiento en LT y LC por mes. El incremento promedio en milímetros en los parámetros mencionados fueron mayores en los dos primeros meses de edad, posteriormente este incremento fue deteniéndose hacia el sexto mes de edad (Tabla 30). En la edad VII y VIII, los promedios presentados disminuyeron con respecto a la edad anterior, debido a que en algunos acociles el acumen de su rostro fue quebrado o desgastado, disminuyendo su talla; sin embargo el decremento fue ligero. Al utilizar los promedios de las tallas en cada edad, se determinó que la tasa de incremento relativo fue mayor en la edad I, con valores de 1.91 y 1.98 para LT y LC, respectivamente. A partir de la Edad III, estos valores fueron menores al 0.5 de proporción de incremento o sea que el incremento fue menor al 50% de la talla promedio anterior.

Tabla 30. Tasa de Incremento Relativo e Incremento Absoluto Mensual de Procambarus clarkii.

Edad	LT			LC		
	P	T.I.R.	I.A.	P	T.I.R.	I.A.
I	21.48	1.9189	14.12	10.46	1.9800	6.95
II	39.63	0.8449	18.15	18.93	0.8098	8.47
III	53.07	0.3390	13.44	26.84	0.4180	7.91
IV	62.80	0.1831	9.72	31.35	0.1677	4.50
V	68.62	0.0927	5.82	34.56	0.1024	3.21
VI	73.25	0.0673	4.62	37.12	0.0741	2.56
VII	73.25	0.0000	0.00	36.87	-0.0067	-0.25
VIII	72.80	-0.0061	-0.45	36.20	-0.0183	-0.67
IX	74.60	0.0247	1.80	37.10	0.0248	0.90

P = Promedio; LT = Longitud total; LC = Longitud del cefalotórax; T.I.R. = Tasa de incremento relativo; I.A. = Incremento absoluto en milímetros.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.4.2. Crecimiento Alométrico

Con los datos individuales de la LT y LC de un lote original de 129 acociles desde su eclosión hasta el noveno mes, se realizó un análisis de regresión potencial se determinó que el crecimiento relativo de LC fue alométrico positivo, en base a que el coeficiente de regresión (b) fue 1.0364, que es significativamente diferente de uno (Isometría) ($t= 142.3772$; $P<0.01$).

3.4.3. Crecimiento con el modelo de von Bertalanffy

El uso del paquete de programas FSAS (Saila, et. al., 1988), nos permitió conocer el crecimiento de esta especie en talla. El tipo de curva obtenida nos indica que el crecimiento o tasa de crecimiento fue mayor en los primeros seis meses (Tabla 31), presentando posteriormente un incremento muy ligero hasta alcanzar su longitud máxima (78.07 mm.) esta especie bajo las condiciones a que fue sometida (Fig. 25), la variación en la talla observada en los individuos en cada edad se puede relacionar a la discontinuidad en la frecuencia de la muda en cada acocil y tener organismos de diferentes tallas en cada edad.

Tabla 31. Longitud Total Promedio con su desviación Típica y Coeficiente de Variación en cada Edad Mensual de Procambarus clarkii

Edad	LT	S	n	CV
I	21.48	4.17	31	19.41
II	39.63	6.41	22	16.17
III	53.07	7.55	13	14.22
IV	62.80	4.91	10	7.81
V	68.62	4.30	8	6.26
VI	73.25	4.89	8	6.67
VII	73.25	5.06	8	6.90
VIII	72.80	5.31	5	7.29
IX	74.60	3.20	5	4.28

LT = Longitud total en mm; S = Desviación típica;
CV= Coeficiente de Variación (%).

$$L_t = 78.07 \{ 1 - e^{-0.4193(t-0.2473)} \}$$

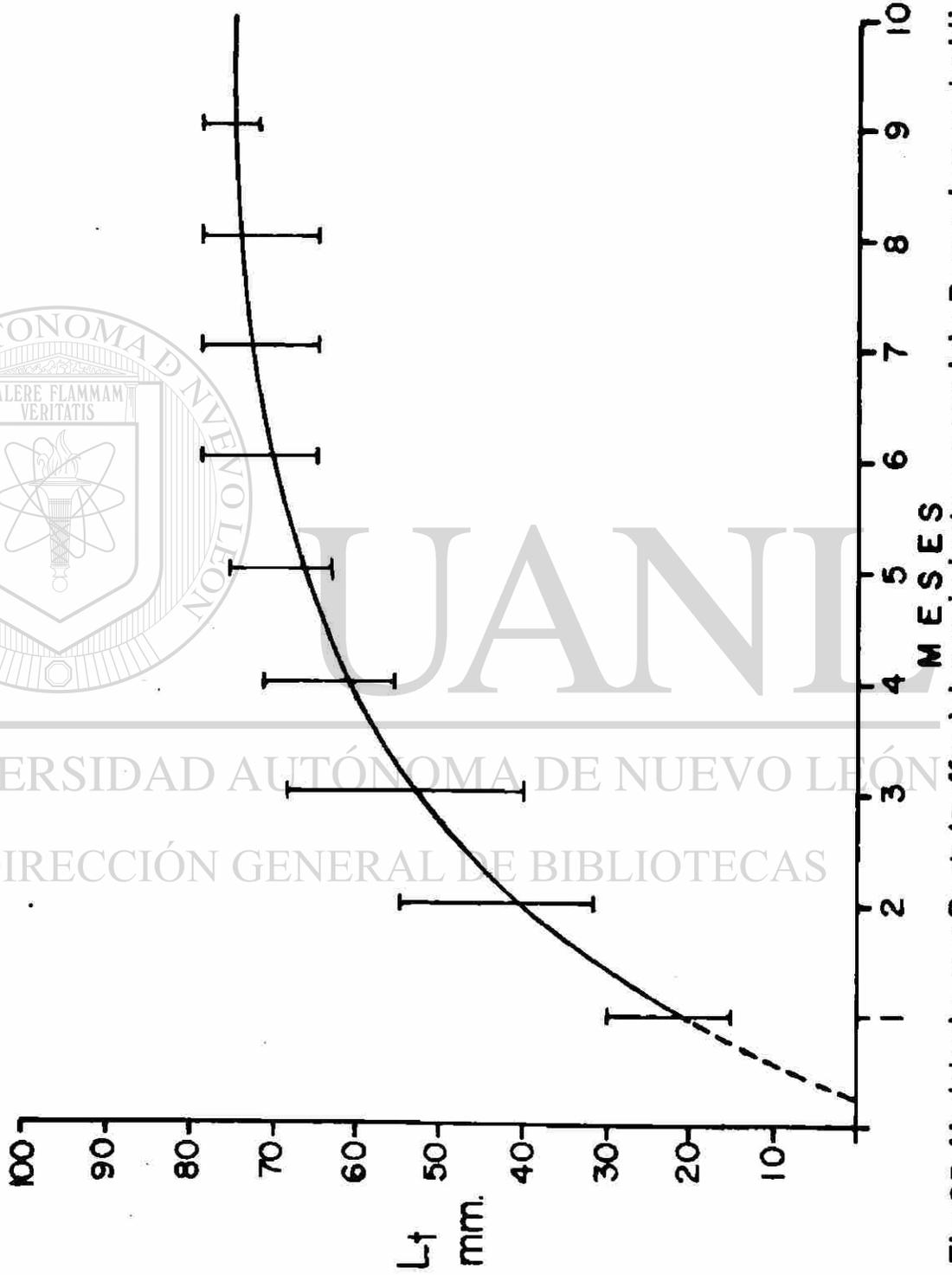


Fig.25.-Modelo de von Bertalanffy del crecimiento mensual de Procamburus clarkii. (L_t= longitud total).



A pesar de estas variaciones en el crecimiento, el ANDEVA nos determinó que la curva de crecimiento a partir de este modelo fué significativa ($F=3546.10$, $P<0.05$) (Tabla 32).

TABLA 32. Análisis de Varianza del Crecimiento Mensual Individual.

Origen	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamiento	3	302660.00	100886.70	
Error	107	3044.06	28.45	3546.10
Total corregido	109	48989.49		

F tabulada = 3.25, $P < 0.05$.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

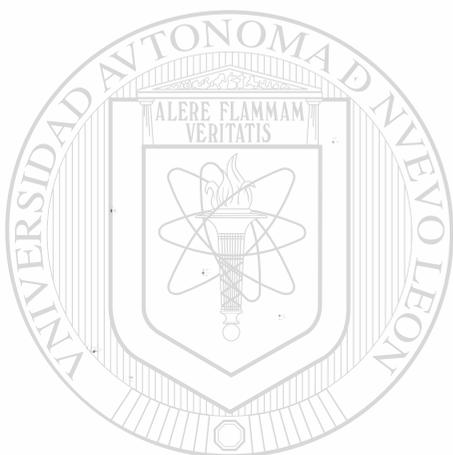
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Otros parámetros estimados fueron el coeficiente de crecimiento (k) y t_0 , con valores de 0.4193 y 0.2473, respectivamente. Los valores del coeficiente de variación en estos parámetros fueron bajos a excepción en t_0 (tabla 33).

TABLA 33. Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos por el método de Saila, et. al. (1988)

Parámetros	Valor	Error típico	CV
Longitud máxima	78.07*	1.794	0.0230
K	0.4193	0.03488	0.0832
to	0.2473	0.07300	0.2952

* en mm; CV = Coeficiente de Variación.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



4. DISCUSION

4.1. Tamaño Poblacional

Se utilizó el método de Leslie-Davis (1939), para estimar el tamaño poblacional mensual, este implica la captura por unidad de esfuerzo de trampeo y hay una relación lineal de la captura obtenida en función de la captura acumulada, además de que los organismos no se regresan a su habitat, a diferencia de los modelos de captura-recaptura que estiman el tamaño poblacional con los animales marcados recapturados, se utilizó este método en otro área, donde del total marcado solamente se recapturo aproximadamente el 5%. Sin embargo, uno u otro método nos puede dar subestimaciones en la abundancia de la población de acociles, ya que en nuestro sitio de estudio es un área abierta que es susceptible a migraciones de organismos, lo ideal sería trabajar en una área cerrada como estanques, estas migraciones y variaciones en la población se pueden presentar por bajas considerables en el nivel del agua y competencia entre especies; además del reclutamiento de esta especie, en Louisiana se ha observado un reclutamiento constante y es mayor a principios del otoño y finales del invierno con varias generaciones por año (Huner, ----; Huner, 1978b); otros factores que pueden afectar la capturabilidad y tamaño poblacional sería la presencia de corrientes originadas por la lluvia (Huner, 1990), durante algunas colectas se presentaron lluvias. Estos factores pudieron haber influido, a pesar de que *P. clarkii* es una especie tolerante a los cambios fisicoquímicos del ambiente y muy agresiva con otras especies de acociles (Hobbs, Jr. 1984).

Tal como se esperaba las máximas capturas se presentaron en los tres primeros meses (mayo-julio) con una disminución notable en las ultimas colectas, se considera que los factores que afectan al trampeo o capturabilidad en acociles, son la temperatura, captura por unidad de esfuerzo, el sexo, epocas de muda, lluvias, frentes fríos, epocas de reproducción y comportamiento individual (Chien y Avault, Jr., 1983; Schaefer, 1990; Shimizu y Goldman, ----; Huner y Avault, Jr. 1976; Huner, 1990; Huner y Barr, 1984), lo anterior ocasiono que en algunas colectas no se obtuviera acociles por trampa, a pesar de que eran colocadas al azar y todas tenían la probabilidad de captura. Los valores del tamaño original de la población total

y por sexos quedaron dentro de los límites de confianza. Los porcentajes de captura por clases de talla (LC) durante los ocho meses de colecta, nos representa que las trampas utilizadas son más selectivas para la clase de talla 42.50 mm, con una mayor frecuencia de organismos entre las tallas de 39 y 40 mm de LC.

4.2. Proporción sexual y Estado de la muda

Consideramos que la dominancia de machos en las capturas fue debido al comportamiento de las hembras en especial en épocas de desove, incubación y cuidado de crías, estas permanecen ocultas en las madrigueras o tenían poca actividad alimenticia (Huner y Barr, 1984). Schaefer (1990) y Momot, et al. (1990), señalan al respecto que en Orconectes virilis la capturabilidad por trapeo es constante en machos ; por lo tanto los machos presentaron una mayor actividad de locomoción y búsqueda de alimento y ser más susceptibles a su captura por atracción con cebos. Durante diferentes visitas al área de estudio, se observó hembras grávidas, con mayor frecuencia de septiembre a noviembre. El mayor porcentaje de acociles en Estado C, se debe a las características de este proceso fisiológico, en los crustáceos decápodos es el período de descanso entre una muda y otra, llevando a cabo su reproducción en algunas especies, tal como lo señala Shimizu y Goldman (----) y Huner y Avault, Jr. (1976b), que la captura por trapeo hasta un 77% de la producción está en estado C y el período de muda puede afectar la captura. Además, presentan migraciones para búsqueda de sitios nuevos y de alimento, entonces son más susceptibles a su captura por trapeo. La duración de este estado depende de la edad, en organismos casi maduros o adultos el Estado C es prolongado a diferencia de edades inmaduras, donde la mayor parte del tiempo la ocupan para prepararse para la siguiente muda (Estado D), como lo cita Huner (----) y es más probable capturar a organismos en este estado. El estado D se caracteriza por la ausencia de alimentación a excepción de D₀ y la probabilidad de captura en D es menor que para el estado C.

4.3. Distribución de frecuencias

Como se mencionó anteriormente, la mayor capturabilidad de acociles con nuestras trampas fue en los rangos de 39 a 42 mm de LC, pero con talla capturable mínima de 24 y 52 mm como máxima. En esta especie los machos forma I en estanques comerciales del sur de Louisiana, los rangos de talla de acociles capturados ha sido de 69 - 85 mm (Romaine y Lutz, 1989). La vulnerabilidad de captura de acociles en campos de arroz de Louisiana se ha relacionado con la temperatura del agua y la captura por unidad de esfuerzo (Chien y Avault, Jr, 1983), en nuestro estudio los valores más altos de captura y la presencia de las tallas máximas se presentaron en las primeras cuatro colectas (Mayo-Agosto), para posteriormente ir decreciendo la captura por mes.

Originalmente se había planteado, con los datos de frecuencia de talla utilizarlos para determinar clases de edad en base al modelo de Cassie y el método de Petersen; pero Procambarus clarkii es una especie que se reproduce todo el año y con varios reclutamientos de acociles al trampeo Huner (1978b). Huner y Romaine (1978), señalan que esta especie en habitats temporales de Louisiana puede presentar 2 generaciones por año y el reclutamiento esta restringido a principios de otoño y finales de invierno, pero hay un reclutamiento continuo todo el año en ambientes permanentes, provocando una dificultad en reconocer cada clase de edad, tal como lo señala Huner (1978a), que puede haber un traslape entre las modas, y que los miembros de determinada clase pueden ser más pequeños o grandes en talla, además que la captura en estanques es más baja en invierno.

4.4. Crecimiento Relativo (Alometría)

El crecimiento relativo de la LC con respecto a LT en machos y hembras fué alométrico negativo e isométrico, el análisis de covarianza nos indica que hay una diferencia significativa en esta relación entre los sexos. Pero por estado de muda hubo una interacción, determinando una alometría negativa. Por último la combinación de ambos factores nos dice que el crecimiento puede ser diferente de acuerdo al sexo o estado de muda.

La anchura abdominal (AAB) con respecto a LT fue alométrica

negativa en machos, en estado C y D, a excepción en las hembras que presentó un crecimiento isométrico, sin embargo el análisis de covarianza nos indica que este parámetro no presenta diferencia significativa entre los sexos, estado de la muda y la combinación de ambos factores. La proporción de crecimiento de AAB y LT puede ser igual en hembras, debido a que las hembras necesitan una mayor área abdominal para la incubación de huevecillos, ya que los valores de fecundidad presentan una relación directa con la talla (Corey, 1987a; Corey, 1987b; Abdo de la Parra, 1991); en el cangrejo xantido Trapezia sp., la diferente forma del caparazón se puede atribuir al alargamiento que se necesita en el abdomen de las hembras, para la incubación de huevecillos (Huber, 1985). En Orconectes neglectus chaenodactylus, las hembras durante épocas de reproducción tienen significativamente más ancho el abdomen que los machos (Price y Payne, 1984).

El crecimiento de PT fué alométrico negativo con respecto a LT en todas las combinaciones, excepto en las hembras que fue un crecimiento isométrico, esto último concuerda con lo citado por Romaine, et al. (1976), para Procambarus clarkii y Procambarus acutus, sin embargo señalan que los machos son más pesados que las hembras, con un crecimiento alométrico positivo. Esto se atribuye al gran desarrollo de las quelas en machos y que la pérdida de esta afecta notablemente en el peso total de un acocil. El análisis de covarianza nos indica que no hay interacción con respecto a los sexos y ambos factores juntos (sexo y estado de la muda), solamente hay interacción entre el estado C y D.

La relación LQ y LC, la ecuación de regresión nos indica un crecimiento alométrico en todos los casos, sin embargo no hay interacción entre los sexos y tampoco por estado de muda. Solo hay interacción entre el sexo y edo. de muda juntos. A pesar de encontrar alometría (+) entre machos y hembras, la velocidad de crecimiento y desarrollo de la quela es más rápida y notable en los machos. Al respecto Romaine, et al. (1976), dicen que la relación longitud quela-longitud del cuerpo en machos es alométrica positiva y en hembras permanece isométrica. Se observó que el acocil Orconectes neglectus chaenodactylus en épocas de reproducción los machos tienen significativamente más largas y anchas las quelas (Price y Payne, 1984).

Entre los sexos y estado de la muda hubo un crecimiento diferente de ACF con respecto a LC, para machos y hembras y en estado C hay una alometría (-); para machos y estado D fué un crecimiento isométrico. A pesar de estas diferencias de

crecimiento el ANCOVA nos señala que hay interacción del crecimiento entre los diferentes factores analizados.

Hubo un crecimiento isométrico en todas las combinaciones de PT con respecto a LC, pero hay interacción solamente entre el estado de la muda y ambos factores y no se presentó entre los sexos.

4.5. Regeneración

Los rangos de talla de LC de machos y hembras utilizadas fueron 26.1-38 mm y 29-40.5 mm, respectivamente. El crecimiento o regeneración de las quelas en estos acociles, fue significativamente notorio al presentarse una muda, esto concuerda con lo citado por Bittner y Kopanda (1973), que mencionan que en muchos crustáceos, como en la especie P. clarkii no hay una regeneración de un apéndice funcional sino ocurre la muda, además señala que la extirpación o autotomía de quelas o apéndices torácicos aumenta la frecuencia de muda, lo anterior también lo señala Skinner y Graham (1972), que el corte de apéndices de crustáceos estimula la muda y la regeneración ocurre durante la premuda, pero una pérdida de casi todos los apéndices puede inhibir la muda. Se observó que antes de una muda, el crecimiento de la quela fue como una pápila o un pequeño apéndice, en otros crustáceos como en los cangrejos rojos (Gecarcinus lateralis), sus pereópodos extirpados en un período de dos a tres semanas, se regenera como una pápila de dos a cuatro mm y permanece así hasta la premuda (Skinner, 1962). El nivel de amputación de la quela fue realizado en el plano de fractura, donde es la región precisa para tener una mejor regeneración, ya que el nivel de amputación puede afectar la velocidad de crecimiento, entre otros factores como duración del ciclo de muda y condiciones ambientales como lo señala Bliss (1960), este mismo autor señala que al grupo de crustáceos que pertenece los acociles, presentan una regeneración acelerada a diferencia de los cangrejos braquiuros que tienen un crecimiento lento.

La regeneración de las quelas observado por efecto de la muda o por efecto de la muda y crecimiento basal juntos entre los sexos, no se presentó diferencia significativa ($t=0.5218$; $P>0.05$) ($t=1.715$; $P>0.05$), sin embargo al analizar el crecimiento de la quela y la longitud del cefalotórax como una relación porcentual, si se presentó una diferencia significativa ($t=3.387$; $P<0.05$), entre los sexos. El crecimiento de las quelas en machos y hembras por efecto de una

crecimiento el ANCOVA nos señala que hay interacción del crecimiento entre los diferentes factores analizados.

Hubo un crecimiento isométrico en todas las combinaciones de PT con respecto a LC, pero hay interacción solamente entre el estado de la muda y ambos factores y no se presentó entre los sexos.

4.5. Regeneración

Los rangos de talla de LC de machos y hembras utilizadas fueron 26.1-38 mm y 29-40.5 mm, respectivamente. El crecimiento o regeneración de las quelas en estos acociles, fue significativamente notorio al presentarse una muda, esto concuerda con lo citado por Bittner y Kopanda (1973), que mencionan que en muchos crustáceos, como en la especie P. clarkii no hay una regeneración de un apéndice funcional sino ocurre la muda, además señala que la extirpación o autotomía de quelas o apéndices torácicos aumenta la frecuencia de muda, lo anterior también lo señala Skinner y Graham (1972), que el corte de apéndices de crustáceos estimula la muda y la regeneración ocurre durante la premuda, pero una pérdida de casi todos los apéndices puede inhibir la muda. Se observó que antes de una muda, el crecimiento de la quela fue como una pápila o un pequeño apéndice, en otros crustáceos como en los cangrejos rojos (Gecarcinus lateralis), sus pereópodos extirpados en un período de dos a tres semanas, se regenera como una pápila de dos a cuatro mm y permanece así hasta la premuda (Skinner, 1962). El nivel de amputación de la quela fue realizado en el plano de fractura, donde es la región precisa para tener una mejor regeneración, ya que el nivel de amputación puede afectar la velocidad de crecimiento, entre otros factores como duración del ciclo de muda y condiciones ambientales como lo señala Bliss (1960), este mismo autor señala que al grupo de crustáceos que pertenece los acociles, presentan una regeneración acelerada a diferencia de los cangrejos braquiuros que tienen un crecimiento lento.

La regeneración de las quelas observado por efecto de la muda o por efecto de la muda y crecimiento basal juntos entre los sexos, no se presentó diferencia significativa ($t=0.5218$; $P>0.05$) ($t=1.715$; $P>0.05$), sin embargo al analizar el crecimiento de la quela y la longitud del cefalotórax como una relación porcentual, si se presentó una diferencia significativa ($t=3.387$; $P<0.05$), entre los sexos. El crecimiento de las quelas en machos y hembras por efecto de una

segunda muda no presentó diferencia significativa ($t=0.2127$; $P>0.05$). Al comparar el crecimiento promedio de las quelas en la primera muda con la segunda muda, sin considerar el sexo, se presentó una diferencia significativa ($t=6.260$; $P<0.05$), observándose un mayor crecimiento promedio en la primera muda.

Los días transcurridos en promedio entre la primer y la segunda muda o la segunda y la tercer muda no presentó diferencias significativas (ver tablas 23, 24, 25 y 26) entre los sexos. Los acociles pueden retardar su muda permaneciendo en intermuda (C_4) o en premuda temprana (D_0) (Huner y Avault, Jr., 1976b), nosotros utilizamos organismos en C o D temprano. Debemos contemplar que la extirpación de apéndices no es el unico factor que estimula la aceleración de la muda, sino que hay factores fisicoquímicos o biológicos del propio organismo que inducen este proceso.

Aunque nosotros no utilizamos juveniles de Procambarus clarkii, en estos la regeneración de sus quelas es más rápida y alcanzan la talla normal en dos mudas (Nakatani y Otsu, 1981) y si viven en aguas cálidas, la frecuencia de muda es de 5 a 10 días (Culley, et al., 1985).

4.6. Crecimiento postmudal de acociles en laboratorio

A pesar de no utilizar un rango de tallas homogéneas para todos los grupos y tener un tamaño de muestra diferente, se determinó que entre los 2 grupos separados por el sexo, el incremento postmudal fue significativo en todos los tratamientos. La intención de tener una serie de acociles sin quelas fué de observar si existe una respuesta de incremento en peso y en este caso en talla por los organismos afectados como una respuesta de compensar la pérdida de peso que ocurre cuando pierde sus quelas, en especial en formas de talla grande. En acociles sin pedunculo ocular el intervalo de muda se acorta y la tasa de crecimiento se incrementa en dos veces comparado con animales intactos; y esta tasa es mayor en acociles alimentados diariamente (Nakatani y Otsu, 1981).

En base a los valores del coeficiente de regresión (b) que es el que mide los cambios o incremento de Y (LC_2) en función de X (LC_1), los valores de regresión más altos se presentaron en machos tratados, pero en hembras no tratadas fué mayor. Por lo tanto no existe una diferencia significativa entre los incrementos de cada uno de los grupos, esto concuerda con el

incremento promedio después de cada muda de la LC en Pacifastacus leniusculus que es de 2.3 mm y la frecuencia de muda entre los sexos fue similar (Shimizu y Goldman, ----). El incremento promedio (mm) para machos y hembras no tratados fué 1.757 y 1.80, respectivamente; y para los tratados fue 1.906 y 1.905, para hembras y machos. La ocurrencia de muda fué durante las horas-luz y de acuerdo a Culley y le Duobinis-Gray (1987a), la muda en Procambarus clarkii, puede presentar un patrón diurno.

4.7. Crecimiento Individual en laboratorio

4.7.1. Tasa de Incremento Relativo

El crecimiento de los acociles en base a los valores de la tasa de incremento relativo fueron mayores durante los dos primeros meses, y no se presentó un incremento notable a partir del sexto mes. No se analizó la diferencia de crecimiento por sexos, ya que se trabajó con juveniles y es difícil determinar el sexo en los primeros meses de edad, pero en el campo puede existir una diferencia de crecimiento como en las hembras de Astacus astacus que presentan una tasa de crecimiento mas baja con respecto a los machos, por una disminución en la alimentación durante los períodos de incubación (Abrahamsson, 1972). En este estudio no se cuantificó los días transcurridos entre cada muda, pero se ha observado que Procambarus clarkii y P. acutus que habitan en Louisiana en etapas juveniles o tempranas, la muda ocurre cada 5 o 10 días en ambientes cálidos, pero en los mas viejos casi maduros, la muda transcurre aproximadamente cada 30 días (Culley, et al. 1985). El crecimiento al final fué mínimo o menor con respecto a los meses anteriores, esto último se debió a que los acociles pueden presentar un desgaste o corte del rostro.

4.7.2. Alometría en Laboratorio

Las relaciones morfométricas en crustáceos pueden ser isométricas o alométricas dependiendo de las variables a comparar, el sexo, la especie y el habitat (Huber, 1985 ;Romaine, et al. 1976). En nuestro estudio durante los meses de observación la longitud del cefalotórax se fue incrementando mas rapidamente con respecto a la longitud total, como se muestra con la ecuación potencial obtenida y la significancia del valor del coeficiente de regresión b (1.0364, P<0.01)

obtenido.

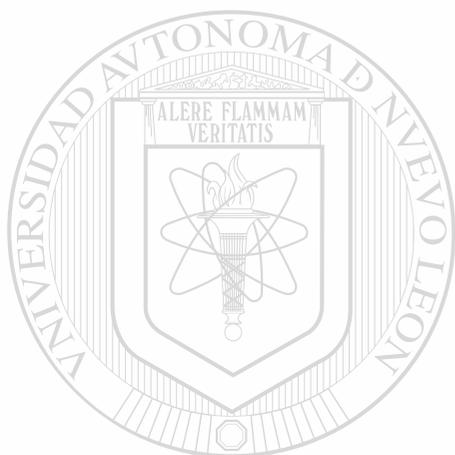
4.7.3. Crecimiento de acuerdo al modelo de von Bertalanffy

El crecimiento en longitud total analizado por este modelo, se expresó con una curva con crecimiento muy rápido al principio y se fue haciendo más lento a medida que aumento la edad, hasta obtener una longitud máxima (78.07 mm.). La variación en talla observada en cada individuo por edad, se puede relacionar por la discontinuidad en la frecuencia de muda que se presenta por sexo o especie, teniendo en una misma edad organismos de diferentes tallas y en diferente estado de la muda. El crecimiento de Procambarus clarkii y P. acutus en ambientes temporales cesa cuando obtiene su maduración y el ciclo reproductivo es completado, para la primera especie bajo estas condiciones, los machos forma I, la maduración se alcanza a una talla de 66.2 mm. de LT; y el crecimiento se puede relacionar con el habitat, ambientes más estables como los estanques comerciales se obtienen tallas más grandes al madurar (Huner, ----). Esta talla máxima no representa a las observadas en ambientes naturales de Nuevo León, donde hemos colectado acociles de hasta 108 mm. de LT; esta diferencia de crecimiento se puede atribuir al tipo de alimento ofrecido, ya que los acociles son de hábitos detritívoros-herbívoros, tal como lo señalan Avault, Jr., et al. (1974) y Cauge, et al. (1982), que la ausencia y reducción de vegetación como alimento en áreas de cultivo, se detiene el crecimiento en tallas subcomerciales (<75 mm. de LT), parecida a la talla máxima obtenida.

Los factores que afectan el crecimiento de Procambarus clarkii, son la temperatura, alta densidad, oxígeno y disponibilidad de alimento (Abrahamsson, 1972; Chien y Avault, Jr. 1983; Romaine, 1986; Lutz y Wolters, 1986). El rango óptimo de temperatura para el crecimiento de ésta especie es de 20 a 27 ° C (Huner y Avault, Jr., 1976b; Denise-Re Araujo, 1985; Romaine, 1986) y la muda es más rápida a 26 ° C en formas subadultas (Huner y Avault, Jr. 1976b). Durante el bioensayo osciló la temperatura entre el rango señalado.

Acociles maduros (Procambarus clarkii) de Louisiana el valor de los parámetros del modelo de von Bertalanffy, k y la longitud asintótica fueron diferentes de acuerdo al mes. La longitud asintótica en Octubre (92.2 mm) fue mayor que en Septiembre (82.7 mm) y el valor de k en Octubre (0.05) fue menor que el obtenido en Septiembre (0.089), un valor alto de

k significa una longitud asintótica menor (Chien y Avault, Jr., 1983). Estanques sembrados con arroz la longitud asintótica de acociles alcanza valores de 123.2 mm (Chien y Avault, Jr. 1980). Nuestro valor de k estimado fue mayor a los citados anteriormente.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5. CONCLUSIONES

5.1. Tamaño Poblacional

La captura de acociles fue diferente en cada mes, los valores más altos se presentaron en los tres primeros meses; esta variación se puede atribuir a diversos factores como a la captura sin reposición, migraciones de entrada y salida de organismos en nuestra área de estudio y a las condiciones ambientales como temperatura, lluvias, corrientes, nivel del agua, disponibilidad de alimento. Para una mejor estimación del tamaño poblacional, se podría utilizar poblaciones que habiten en cuerpos de agua cerrados para usar este método o los de captura-recaptura, sin embargo el tamaño poblacional estimado fue significativo. Es necesario mencionar que solo se estudio una porción de la población que fueron organismos adultos, ya que nuestras trampas presentaron una selectividad en la talla de captura. Organismos juveniles o subadultos son capaces de entrar y salir de las trampas o no ser atraídos a las trampas debido a su comportamiento alimenticio y de refugio.

5.2. Estado de la Muda y Porcentaje Sexual

Se presentó una mayor captura de acociles en estado C de la muda, durante esta fase los crustáceos tienen diferentes actividades como la búsqueda de alimento. Se colectó una menor proporción de organismos en estado D temprano, al inicio de este estado son susceptibles a ser capturados por trampeo.

La mayor presencia de machos en las trampas, se relaciona a que esta especie puede tener una reproducción continua durante todo el año incluyendo en nuestra área de trabajo, por lo que las hembras permanecen más inactivas que los machos, para iniciar la oviposición, incubación y cuidado de crías en las madrigueras u otros refugios disponibles.

5.3. Distribución de Frecuencias de Tallas

La captura de acociles fue en un rango de 24-52 mm de LC, la mayor frecuencia de organismos fue en las clases de talla 37.50, 42.50 y 47.50 (mm), con una dominancia de las tallas 39 a 42 mm; en base a lo anterior estas tallas fueron las más susceptibles a la captura por trampeo. Debido a que esta especie se reproduce durante todo el año y las tasas de crecimiento dependen de diversos factores (sexo, temperatura, alimento y otros), no fue posible calcular clases de edad, al presentarse un posible traslape en las generaciones.

5.4. Crecimiento Alométrico

El tipo de crecimiento relativo de LC, AAB, LQ y PT con respecto a LC y LT depende del sexo, estado de la muda y por ambos factores, existiendo una interacción o diferencia significativa entre cada tratamiento. Las hembras fueron isométricas en las variables LC, AAB y PT con LT como variable de referencia y en el resto de las combinaciones (machos y por estado de muda) se presentó alometría negativa. En la relación LQ con LC en todos los casos hubo alometría positiva. El crecimiento relativo de PT con respecto a LC fue isométrico en todas las combinaciones.

5.5. Regeneración de Quelas

El crecimiento de una quela en regeneración posterior a una muda no presentó diferencias entre los sexos (tanto en la primera muda y en la segunda muda) de acuerdo a lo anterior hay una diferencia de acuerdo a la talla (LC) de los machos y hembras, encontrado valores porcentuales más altos en los machos en esta relación. Al compararse los incrementos promedios por efecto de la primera y segunda muda sin considerar el sexo, hubo una diferencia significativa; el crecimiento fue mayor en la primera muda. La cantidad de días transcurridos entre cada muda no presentó una diferencia entre los sexos. En esta especie y bajo a las condiciones que fue sometida la presencia de muda es determinante en la regeneración de este apéndice, ya que el crecimiento basal o premudal fue poco significativo.

5.6. Crecimiento Postmudal

La relación de talla (LC) premudal y postmudal de acociles fueron significativos para cada sexo y para organismos tratados o no tratados. El incremento promedio por muda no presentó diferencias significativas al compararse entre los tratamientos. El efecto de quitar quelas no estimula un crecimiento mayor que en los organismos intactos.

5.7. Crecimiento Individual

5.7.1. Tasa de Incremento Relativo

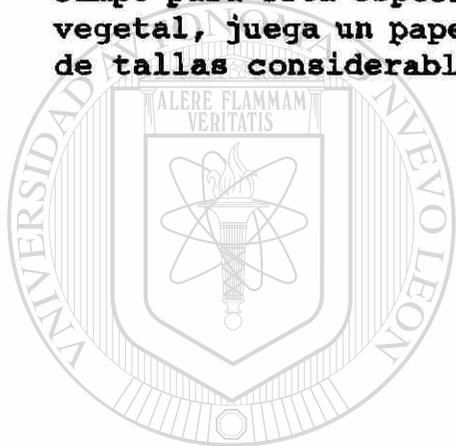
La tasa de crecimiento fue mayor en los primeros meses de edad y fue poco significativo a partir del sexto mes. La periodicidad de la muda fue más continua durante los primeros meses y se puede relacionar a una mayor tasa de crecimiento durante las etapas juveniles.

5.7.2. Alometría

Se presentó una mayor velocidad de crecimiento de la longitud del cefalotórax con respecto a la longitud total, durante los nueve meses de observación.

5.7.3. Crecimiento de acuerdo a la Ecuación de von Bertalanffy

El coeficiente de crecimiento (k) de la longitud total fue 0.4193, este valor es mayor si se compara a los observados en estanques de cultivo de Louisiana. Y se ha relacionado que un valor alto de k corresponde un valor bajo de la longitud asintótica. Esta longitud obtenida, no representa a las máximas tallas observadas en campo para esta especie. Se atribuye que el alimento en especial el vegetal, juega un papel importante para la producción de organismos de tallas considerables.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6. RESUMEN

El acocil Procambarus clarkii fue estudiado en campo y laboratorio, en el primer caso se trabajó con una población residente en el Río San Juan, cercano al poblado Congregación La Boca, Santiago, Nuevo León y en laboratorio con organismos colectados en el mismo sitio y en el Río la Silla, Monterrey, Nuevo León. Se analizaron aspectos de la abundancia mensual, composición poblacional, morfometría y crecimiento de estos crustáceos usando diferentes modelos y métodos estadísticos. La duración comprendió de mayo de 1990 a marzo de 1991.

La captura por unidad de esfuerzo de trampeo fue mayor en los tres primeros meses de muestreo, la selectividad de las trampas fue en las tallas de 39-40 mm de LC, la mayor proporción de acociles fueron machos y en estado C de la muda, debido al comportamiento diferencial por sexo y por estado fisiológico. El tamaño poblacional original estimado en base al método de Leslie-Davis (1939) fue significativo para la captura total y por sexo. La distribución de frecuencia de tallas (LC) para cada colecta fue dominada por las clases de talla (mm) 37.50, 42.50 y 47.50 con tallas mínimas y máximas de 24 y 52 mm, respectivamente.

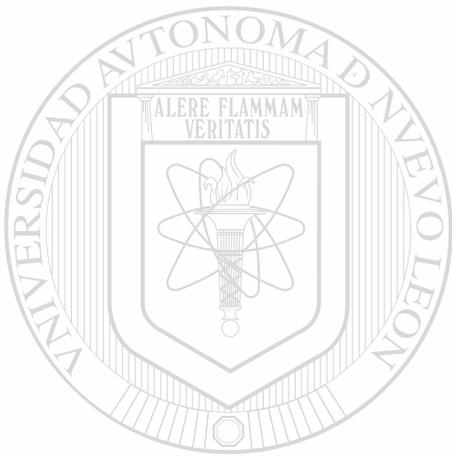
El tipo de crecimiento alométrico de LC, AAB, LQ y PT en función de LT y LC fue dependiente del sexo, estado de la muda y por la combinación de ambos factores, presentandose interacción o diferencia significativa en el crecimiento relativo.

La regeneración de las quelas por efecto de la muda no presentó diferencias significativas entre los sexos, pero sí se presentó diferencia con respecto a los valores promedio de la relación regeneración-longitud del cefalotórax de cada sexo. Hubo diferencia en el crecimiento observado en la primera y segunda muda sin considerar el sexo. El tiempo transcurrido (en días) entre cada muda no presentó diferencia entre los sexos. La extirpación de quelas tuvo el mismo efecto sobre la regeneración y la presencia de muda.

El crecimiento postmudal de animales de diferentes tallas confinados en laboratorio fue significativo tanto en acociles con quelas o sin quelas y no existió diferencia en el crecimiento promedio observado entre los sexos y animales mutilados o no mutilados.

El crecimiento individual de acociles juveniles hasta su maduración presentó una tasa de incremento relativo mensual mayor en los dos primeros meses para LT y LC, para disminuir a partir del sexto mes de edad. Al analizar la relación de LC con LT, se presentó un crecimiento alométrico positivo. Utilizando la ecuación de von Bertalanffy el crecimiento de la longitud total se expresó con una curva con crecimiento muy rápido en las primeras edades

mensuales. La longitud máxima estimada fue 78.07 mm y el coeficiente de crecimiento (k) bajo estas condiciones de laboratorio fue de 0.4193.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LITERATURA CITADA

- Abrahamsson, S. A. A. 1971. Density, growth and reproduction in population of Astacus astacus and Pacifastacus leniusculus in an isolated pond. OIKOS. 22:373-380.
- Abrahamsson, S. A. A. 1972. Fecundity and Growth of some populations of Astacus astacus Linné in Sweden with special regard to introductions in northern Sweden. Institute of freshwater Research. 52:23-37.
- Abdo de la Parra, M.I. 1991. Analisis de la Fecundidad y Algunos Aspectos de Crecimiento de Procambarus clarkii y P. simulans (Decapoda: Cambaridae) del Area Central del Estado de Nuevo León. Tesis Inédita, Fac. de Cien. Biol., U.A.N.L., 109 pags.
- Avault, Jr. J.W. 1972. Crayfish farming in the United States. First International Symposium on Freshwater Crayfish. Austria 1:239-250.
- Avault, Jr. J.W., L.W. de la Bretonne and J.V. Huner. 1974. Two major problems in culturing crayfish in ponds: Oxygen depletion and overcrowding. Second International Symposium on freshwater crayfish. Louisiana.
- ~~Avault, Jr. J.W. 1976. Crayfish in Europe: Some facts and folklore. Annual Meeting Louisiana Crawfish Farmers Association. 1-9.~~
- Avault, Jr. J.W., B.A. Pollock, J.A. Collazo, R.P. Romaine and S.W. Cange. 1984. Evaluation of experimental Crawfish baits. Louisiana Agriculture 28(2):4-5.
- Avault, J.W. Jr. and J. V. Huner. 1985. Crayfish Culture in the United States, chapter 1 In: Crustacean and Mollusk aquaculture in the United States, J. V. Huner and E. E. Brown (eds.), AVI Publishing Company, Inc. 1-54 pp.
- Bliss, D. E. 1960. Autotomy and Regeneration. In: The Physiology of Crustacea. Vol. I Metabolism and Growth (T. H. Waterman Ed.). Academic Press, New York, 670 pp.

- Bittner. G.D. and R. Kopanda. 1973. Factors influencing molting in the crayfish Procambarus clarkii. J. Exp. Zool. 186:7-16.
- Brunson M.W. (----). Crawfish forages: An overview. Louisiana. Agric. Experiment Station, Louisiana State University. 77-81.
- Black, J.B. and J.V. Huner. 1976. Breeding your own crayfish stock. Carolina tips 42(4): 1-3.
- Butler M.J. and R.A. Stein. 1985. An analysis of the mechanisms governing species replacements in crayfish. Oecologia 66: 168-177.
- Campos-González, E. 1982. Distribución geográfica, ciclo de vida y hábitos de Procambarus simulans regionontanus Villalobos, en el Estado de Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura no publicada U.A.N.L., Monterrey, Nuevo León, México. 45 pág.
- Campos, E. y G. Rodríguez-Almaraz. (En preparación). Estado Actual de los acociles (Crustacea: Cambaridae) del Estado de Nuevo León, México.
- Campos, E. and G. Rodriguez-Almaraz. 1992 . Distribution of Procambarus clarkii (girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in Mexico: an update. Journal of Crustacean Biology. (In Press).
- Cauge, S., M. Miltner and J. W. Avault, Jr. 1982. Range Pellets as Supplemental Crayfish Feed. Prog. Fish Cult. 44:23-24.
- Cooper M.R. and J.E. Cooper 1976. Growth and longevity in Cave Crayfishes. The ASB Bulletin Vol. 23(2) 52.
- Coronado-Magdaleno, M. y G. Rodriguez-Almaraz. 1987. Distribución y notas ecológicas de los cangrejos de río (Cambaridae: Procambarus spp.) del estado de Tamaulipas, Tesis Inédita, Fac. de Cien. Biól., U.A.N.L., 52 pags.
- Corey, S. 1987a. Comparative Fecundity of Four Species of Crayfish in Southwestern Ontario, Canada (Decapoda: Astacidea). Crustaceana, 53:276-286.

- Corey, S. 1987b. Intraspecific Differences in Reproductive Potential, Realized Reproduction and Actual Production in the Crayfish Orconectes propinquus (Girard, 1852) in Ontario. *The American Midland Naturalist*, 118:424-432.
- Culley D.D., M.Z. Said and E. Rejmankova. 1985. Producing Soft Crawfish: a status report. Louisiana Sea Grant Collage Program. Louisiana State University. 16 pp.
- Culley, D.D. and L. Duobinis-Gray. 1987a. 24 Hour Molting Pattern of the Red swamp crawfish (Procambarus clarkii) *Aquaculture* 61:31-35
- Culley, D.D. and L. Duobinis-Gray. 1987a. Update of soft crawfish research. School forestry, wildlife and fisheries. Louisiana State University.
- Chien Y.H. and J.W. Avault, Jr. 1980. Production of crayfish in ricefields. *The progressive fish culturist*. 42:67-71.
- Chien Y.H. and J.W. Avault, Jr. 1983. Effects of flooding dates and disposals of rice straw on crayfish, Procambarus clarkii (Girard) culture in rice fields. *Aquaculture* 31:339-359.
- David Smith, L. 1990. Patterns of limb loss in the blue crab, Callinectes sapidus. Rathbun, and the effects of autotomy on growth. *Bull. of Marine Science* 46(1):23-36.
- Denise Re Araujo A. 1985. Crecimiento y sobrevivencia de Procambarus clarkii (Girard) (Crustacea:Decapoda) con diferentes temperaturas y dietas isocalóricas. *Ciencias Marinas, México*. 11(2):39-68.
- De la Bretonne Jr., L.W., J.W. Avault Jr. and R.O. Smitherman. 1969. Effects of soil and water hardness on survival and growth of the red swamp crawfish, Procambarus clarkii in plastic pool. *Proceedings of 23rd. annual conference of the southeastern associations of game and fish commissioners*, 626-633.
- De la Bretonne, L.W., Jr. and J.W. Avault, Jr. 1971. Liming increases crayfish production. *Louisiana Agriculture*, 15(1):10

- De la Bretonne, L.W. Jr. and J.W. Avault, Jr. 1977. Egg development and management of Procambarus clarkii (Girard) in a south Louisiana commercial crayfish pond. *Freshwater Crayfish* 3:133-140.
- Dendy, J.S. 1978. Preliminary experiment with photoperiod to influence crayfish spawning.
- Forester J.S. and J.W. Avault, Jr. 1978. Effects of Grass Carp on Freshwater Red Swamp Crawfish in Ponds. *Transactions of the American Fisheries Society*. 107(1):156-160.
- France, R.L. 1987. Reproductive Impairment of the Crayfish Orconectes virilis in Response to acidification of lake 223. *Can. J. Fish. Sci.* 44:97-106.
- Franco-López, J. y colaboradores. 1985. *Manual de Ecología*. Ed. Trillas, México, 266 pag.
- Goyert, J.C. and J.W. Avault, Jr. 1978. Effects of stocking, density and substrate on growth and survival of crayfish (Procambarus clarkii) grown in a recirculating cultures system. *Proceedings of the ninth annual meeting world mariculture society*. 9:731-735.
- Hazlett, B. A. and D. Rittschof, 1985. Variation in rate of growth in the Crayfish Orconectes virilis. *Journal of Crustacean Biology*. 5:341-346.
- Hobbs, H.H., Jr. 1962. La presencia de Procambarus clarkii (Girard) en los Estados de Chihuahua y Sonora, México (Decapoda: Astacidae). *An. Inst. Biol., Universidad Nacional Autónoma de México*, 23 (1 y 2): 273-276.
- Hobbs, H.H., Jr. 1976. Crayfishes (Astacidae) of North and Middle America. *Water Pollution Control Research Series*, U.S. Environmental Protection Agency, 1-173.
- Hobbs, H.H., Jr. 1984. On the Distribution of the crayfish genus Procambarus (Decapoda: Cambaridae). *Journal of Crustacean Biology*, 4(1):12-24.
- Hobbs, H.H., Jr. and H.W. Robinson. 1988. The crayfish subgenus Girardiella (Decapoda: Cambaridae) in Arkansas, with the descriptions of two new species and a key to the members of the Gracilis group in the genus Procambarus.

Proc. Biol. Soc. Washington, 101(2): 391-413.

- Hobbs, H.H., Jr. 1989. An illustrated checklist of the american crayfishes (Decapoda: Astacidae, Cambaridae and Parastacidae). Smithsonian Contributions to Zoology, 480: 1-236.
- Hobbs, H.H., III, J.P. Jass and J.V. Huner. 1989. A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two north american species (Decapoda: Cambaridae). Crustaceana, 56(3): 299-316.
- Holland, C.A. and D.M. Skinner. 1976. Interactions between molting and regeneration in the land crab. Biol. Bull. 150:222-240.
- Heseen, D.O., T. taugbol, E. Fjeld and J. Skurdal. 1987. Egg Development and life cycle timing in the noble crayfish (Astacus astacus). Aquaculture 64:77-82.
- Huber, M.E. 1985. Allometric growth of the caparace in Trapezia (Brachyura: Xanthidae). Journal of Crustacean Biology, 5:79-83.
- Huner, J.V. (----). Observations on the life histories of recreationally important crawfishes in temporary habitats. Louisiana Academy of Science Vol. XXXVIII 20-24.
-
- Huner, J.V., S.P. Meyers and J.W. Avault, Jr. 1974. Response and growth of freshwater crawfish to an extruded water-stable diet. The second International crayfish Symposium. Louisiana.
- Huner, J.V. 1976. The Biological feasibility of raising bait-sized. Red Swamp Crawfish Procambarus clarkii (Girard) in Louisiana. Dissertation Abstracts International. 36(7).
- Huner, J.V. and J.W. Avault, Jr. 1976a. Sequential pond flooding: A prospective management technique for extended production of bait-size crawfish. Transactions of the American Fisheries Society, 105(5):637-642.

- Huner, J. V. and J. W. Avault, Jr. 1976b. The molt cycle of subadult red swamp Crawfish. Proceeding of the World Mariculture Society, 7:267-273.
- Huner, J.V. 1977. Soft Shell Crawfish as an Aquaculture food product. Feedstuffs 49(50):28-29.
- Huner, J.V. and J.W. Avault, Jr. 1977. Investigation of methods to shorten the intermolt period in a crawfish. Proceedings of the world mariculture Society 8:883-893.
- Huner, J.V. 1978. Information about population biology for crawfish pond managers. IN: Annual meeting of the Louisiana Crawfish Farmer's Association. 12 pp.
- Huner, J.V. 1978. Crawfish population dynamics as they affect production in several small, open comercial crawfish ponds in Louisiana. Proc. of World Mariculture Society, Atlanta 619-640.
- Huner, J.V. and R.P. Romaine. 1978. Size at Maturity as a means of comparing populations of Procambarus clarkii (Girard) (Crustacea: Decapoda) from different habitats IN: Fourth Int. Symp. on Freshwater Crayfish, Thononles-Bains, France.
- Huner, J.V. and J. E. Barr. 1984. Red Swamp Crawfish. Biology and Exploitation. The Louisiana Sea Grant College Program, Louisiana State University, 135 pp.
- Huner, J.V. 1986. Australian Crawfish. Farm pond Harvest Vol. 20(3) 13-14.
- Huner, J.V. 1990. Biology, fisheries and cultivation of freshwater crawfish in the U.S. Aquatic Sciences 2:229-254.
- Loyacano, H. (---) Some effects of salinity on two populations of red swamp crawfish Procambarus clarkii. Proceedings 214 st. Annual conference Southeastern Association of Game and fish comissioners. 21:423-434.
- Lodge D.M. and J.G. Lorman. 1987. Reductions in submersed macrophyte biomass and species richness by the crayfish Orconectes rusticus. Can J. Fish. Aquat. Sci. 44:591-597.

- Lutz, C.G. and W.R. Wolters. 1986. The effect of five stocking densities on growth and yield of red swamp crawfish Procambarus clarkii. Journal of the world aquaculture Society. 17:33-36.
- Mason J.C. 1970. Copulatory behavior of the crayfish Pacifastacus trowbridgii (Stimpson). Canadian Journal of Zoology. 48:969-976.
- Melancon, Jr. E. and J.W. Avault, Jr. 1976. Oxygen tolerance of juvenile red swamp crawfish Procambarus clarkii (Girard). Third International Crayfish Symposium Finlandia.
- Miltner, M. and J.W. Avault, Jr. 1981. Rice and millet as forages for crawfish. Louisiana agriculture. 24(3)8-10.
- Minlong C., J.W. Avault, Jr. and J.B. Graves. 1978. Some effects of thirteen Rice Pesticides on crawfish Procambarus clarkii and Procambarus acutus acutus. 4th International Symposium of the International Association of Astacology, France.
- Momot, W.T. and P.D. Jones. 1977. The Relationship between biomass, growth rate and annual production in the Crayfish Orconectes virilis. Freshwater Crayfish, 3:3-31.
-
- Momot, W.T., H. Gowing and P. D. Jones. 1978. The Dynamics of Crayfish and their role in ecosystems. The American Midland Naturalist, 99:10-35.
- Momot, W.T. and R.P. Romaine. 1981. Use of a Seine to detect stunted crawfish populations in ponds, a preliminary report. J. World Maricul. Soc. 12(2): 384-390.
- Momot, W.T. 1984. Crayfish production: A reflection of community energetics. Journal of Crustacean Biology. 4:35-54.
- Momot, W.T., P.L. Hauta and J.A. Schaefer. 1990. Yield estimates for the virile Crawfish Orconectes virilis (Hagen, 1870), Employing the Schaefer logistic model. Journal of Shellfish Research 9:(2) 373-381.
- Nakatani, I. and T. Otsu, 1981. Relationship between the growth and the molt interval in the eyestalkless Crawfish

Procambarus clarkii. Comp. Biochem. Physiol., 68a:549-553.

Nelson R.G. and J.S. Dendy. 1979. Conditions for holding and propagating crawfish brood stock (Procambarus clarkii). Proc. World Maricul. Soc. 10: 503-509.

Payne, J.F. and J.O. Price (----) Studies of the life history and ecology of Orconectes palmeri (Faxon).

Pfister V.A. and R.P. Romaine. 1983. Catch efficiency and retentive ability of commercial crawfish traps. Aquacultural Engineering. 2:101-118.

Price J.O. and J.F. Payne. 1984. Postembryonic to adult growth and development in the crayfish Orconectes neglectus chaenodactylus, Williams, 1952. (Decapoda: Astacidae). Crustaceana, 46:176-193.

Ricker, W.E. 1975. Computation and Interpretation of biological statics of fish populations. Bull. Res. Board Can., 191. 382 pp.

Romaine, R.P., J.S. Forester and J.W. Avault, Jr. 1976. Length-weight relationships of two commercially important crawfishes of the Genus Procambarus. Third International Crayfish Symposium, Finlandia.

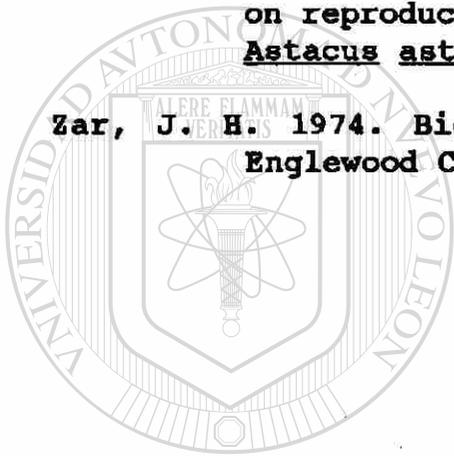
Romaine, R.P., J.S. Forester and J.W. Avault, Jr. 1978. Growth and survival of stunted red swamp crawfish (Procambarus clarkii) in a feeding-stocking density experiment in pools. 4th. International Symposium of the International Association of Astacology, France.

Romaine, R.P. 1986. Water and soil quality criteria for Procambarid crawfish farms (Red swamp crawfish, Procambarus clarkii and white River crawfish, Procambarus acutus acutus), School of forestry, wildlife and fisheries Louisiana State University.

Romaine, R.P. and C.G. Lutz. 1989. Population Dynamics of Procambarus clarkii (Girard) and Procambarus acutus acutus (Girard) (Decapoda: Cambaridae) in commercial ponds. Aquaculture 81:253-274.

- Rundquist, J.C. and C.R. Goldwan. 1978. Growth and food conversion efficiency of juvenile Pacifastacus leniusculus along a salinity gradient. *Freshwater Crayfish* 4: 105-114.
- Saila., S.B., C. W. Recksiek, M. H. Prager and X. Chen. 1988. Basic Fishery science programs: A compedium of microcomputer programs and manual operation. Elsevier Science Publishers. 230 pp.
- Sánchez-Saavedra, M.P. 1983. Estudios de algunos aspectos de la Biología de una población natural de Procambarus clarkii (Crustacea: Decapoda). Tesis Inédita. Escuela Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Baja California. 71 pág.
- Shimizu S.J. and C.R. Goldman (----) Pacifustacus leniusculus (Dana) production in the Sacramento River.
- Sokal R.R. y F. J. Rohlf. 1979. Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones, Madrid, 832 pag.
- Somer, T.R. 1984. The Biological response of the crayfish Procambarus clarkii to transplantation into California ricefields. *Aquaculture*. 41:373-384.
- Skinner, D.M. 1962. The structure and metabolism of a crustacean integumentary tissue during a molt cycle. *Biol. Bull.* 123(3): 635-647.
- Skinner, D.M. and D.E. Graham. 1972. Loss of limbs as a stimulus to ecdysis in brachyura (true crabs). *The Biological bulletin*. 143(1): 222-233.
- Teisser, G. 1960. Relative growth, 537-560 pp. In: *The Physiology of Crustacea*. Vol. I Metabolism and Growth (T. H. Waterman Ed.). Academic Press, New York, 670 pp.
- Thune R. 1987. Crawfish Culture Practices. *Vet. Hum. toxicol.* 29(1): 43-44.
- Villalobos-Figueroa, A. 1955. Cambarinos de la fauna mexicana. (Crustacea: Decapoda). Tesis de Doctor en Ciencias, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, 1-290.

- Villalobos-Figueroa, A. 1985. Decapoda pp. 215-239 In: Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies. (S. H. Hurlbert and A. Villalobos-Figueroa, Eds.). San Diego State University, San Diego, California, 525 pp.
- Witzing J.F., J.W. Avault Jr. and J.V. Huner (----). Insect dynamics in a crawfish pond with emphasis on predaceous insects. American Fisheries Society., New. Orleans.
- Westman, K.,M. Putsiainen and R. Viikman. 1978. A new folding trap which prevents crayfish from escaping. Proc. 4th. Int. Crayfish Symp. 4,235.
- Westin L. and R. Gydemo. 1986. Influence of light and temperature on reproduction and moulting frequency of the crayfish, Astacus astacus L. Aquaculture. 52:43-50.
- Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 620 pp.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

