

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 homogeneas 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 cacociles alcanza valores de 123.2 mm (Chien y Avault, Jr. 1980). Nuestro valor de k estimado fue mayor a los citados anteriormente.

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.

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 trapeo 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.