

### 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 ( $t = 0.0073$ ;  $P > 0.05$ ). 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 ( $t = 0.401$ ;  $P > 0.05$ ).

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

MACHOS			HEMBRAS		
LC <sub>1</sub>	LC <sub>2</sub>	IN	LC <sub>1</sub>	LC <sub>2</sub>	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	

LC<sub>1</sub>= Longitud del cefalotórax premudal; LC<sub>2</sub>= 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	

LC<sub>1</sub> = Longitud del cefalotórax premudal; LC<sub>2</sub> = Longitud del cefalotórax postmudal; IN = Incremento en milímetros.

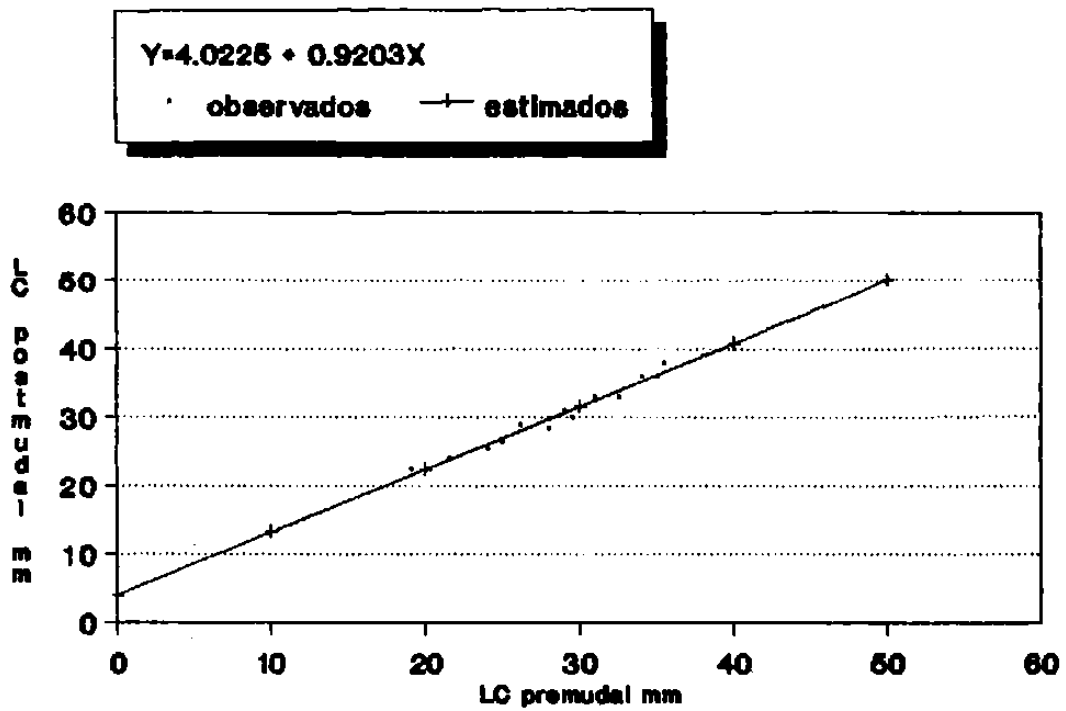


Fig. 21. Crecimiento postmudal de machos no tratados

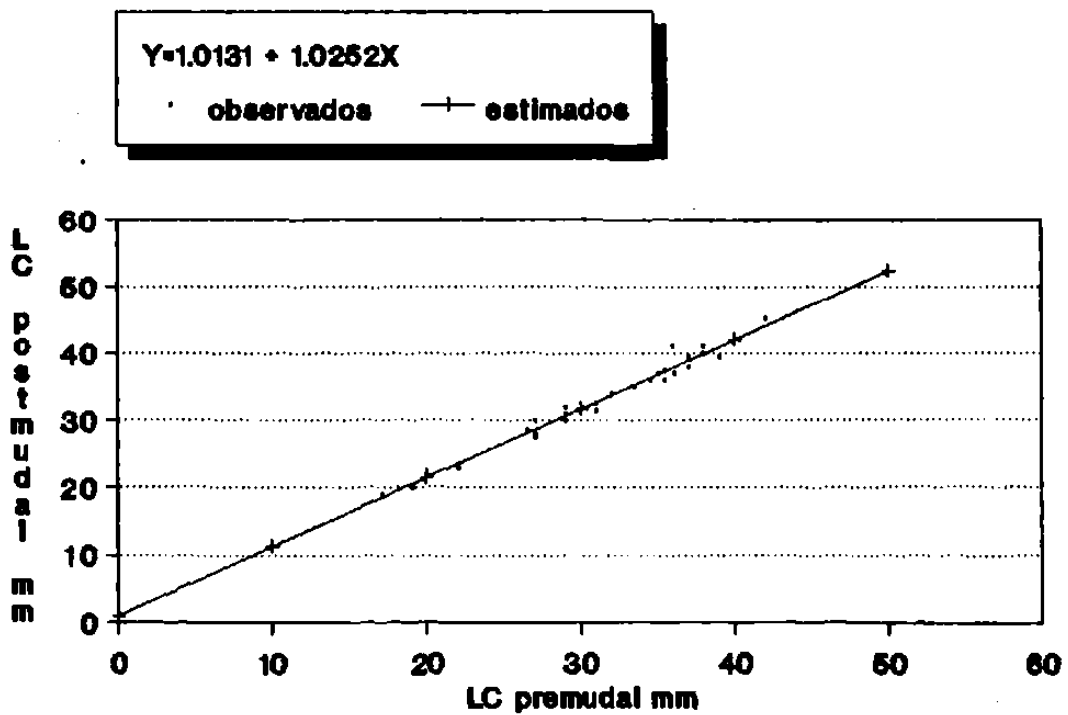
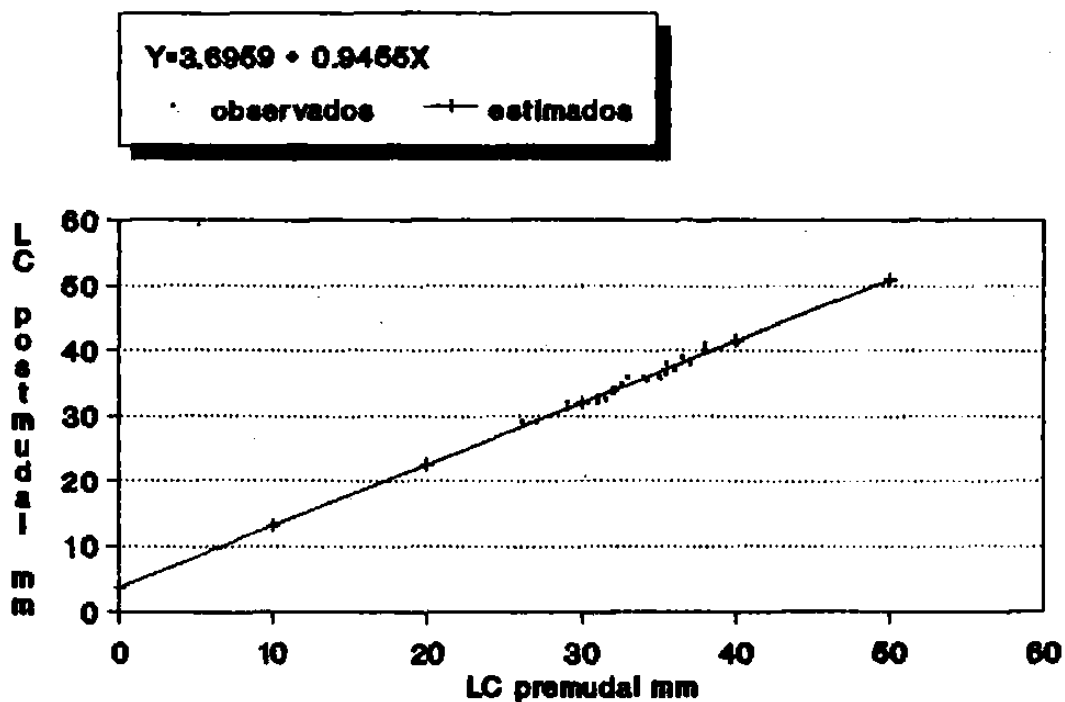
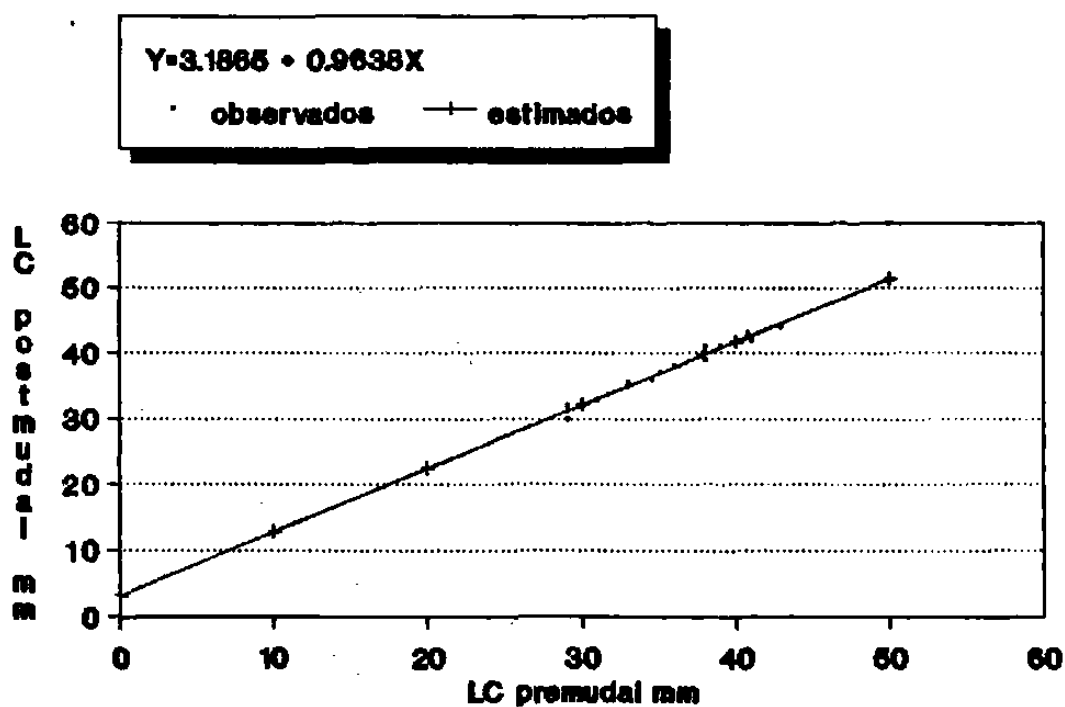


Fig. 22. Crecimiento postmudal de hembras no tratadas



**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 <sup>2</sup>	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.

### 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 (%).



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

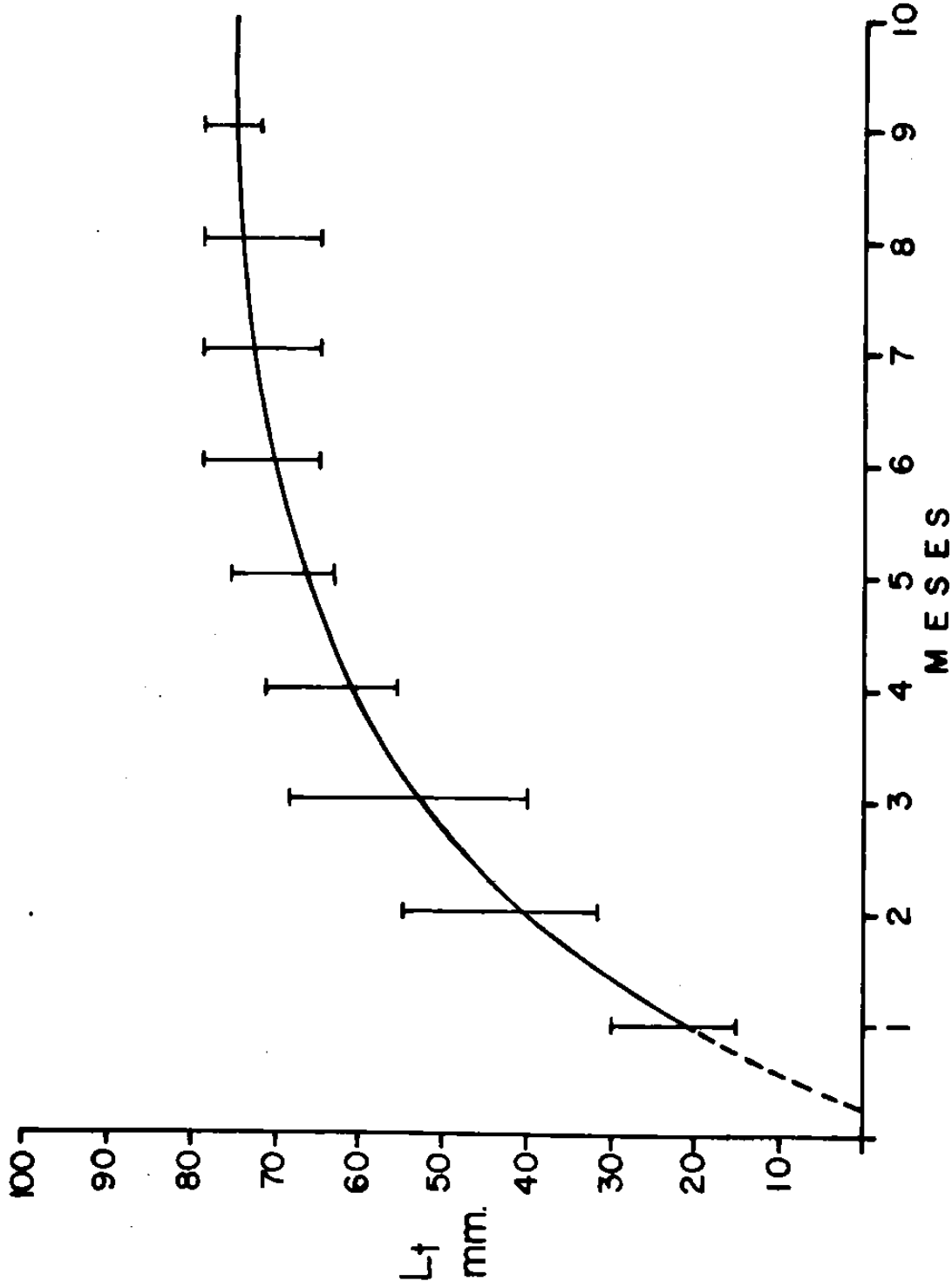


Fig. 25.-Modelo de von Bertalanffy del crecimiento mensual de Procambarus clarkii.  
( $L_t$  = longitud total).

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,  $P < 0.05$ .

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.

## 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, 1978<sub>b</sub>); 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, épocas de muda, lluvias, frentes fríos, épocas 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 trampeo 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 trampeo 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 trampeo. 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 D<sub>0</sub> 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