

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 $H_0: b=1$

¹ $\ln LC = \ln a + b \ln LT$

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 $H_0: b=3$

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).

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	

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

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.

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.

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

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

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

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

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

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

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	HEMBRAS
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

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

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

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

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

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

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

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

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