

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



**EFECTO DE LA ABLACIÓN Y LA HORMONA DE CRECIMIENTO
RECOMBINANTE BOVINA EN EL CRECIMIENTO DE *Panulirus*
interruptus (Randall, 1840).**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
DE OCEANÓLOGO PRESENTA
ALIN AGUILAR HARDY

ENSENADA BAJA CALIFORNIA, DICIEMBRE DEL 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**EFFECTO DE LA ABLACIÓN Y LA HORMONA DE
CRECIMIENTO RECOMBINANTE BOVINA EN EL
CRECIMIENTO DE *Panulirus interruptus* (Randall, 1840).**

TESIS DE LICENCIATURA
QUE PRESENTA

ALIN AGUILAR HARDY

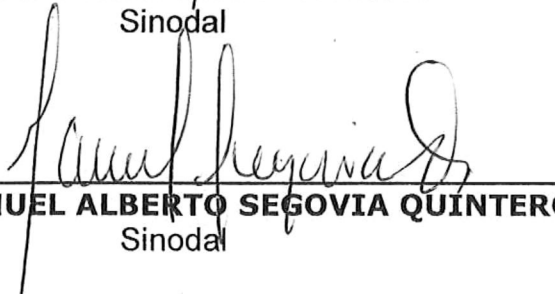
APROBADO POR:



M.C. ANTONIO SILVA LOERA
Director de tesis



DR. EUGENIO DÍAZ IGLESIAS
Sinodal



DR. MANUEL ALBERTO SEGOVIA QUINTERO
Sinodal

Resumen

Se comparó el efecto de la ablación ocular y la aplicación de la hormona de crecimiento recombinante bovina (hc-rb) sobre el crecimiento y duración del ciclo de muda en la langosta *Panulirus interruptus*. La ablación fue unilateral y la aplicación de la hc-rb fue mediante inyección en la región lateroventral del cefalotórax. Se utilizaron langostas adultas cuya longitud fue de 21.75mm (± 1.60) (hembras) y 20.61mm (± 1.84) (machos). Se agruparon en langostas ablacionadas, langostas intactas, langostas inyectadas con hc-rb y langostas ablacionadas e inyectadas con hc-rb. El experimento se extendió a 223 días, tiempo en el que sucedieron 2 mudas en todos los grupos. El crecimiento se evaluó como ganancia en peso y longitud, las mudas se registraron con fecha de suceso. Los resultados indicaron que las langostas ablacionadas tuvieron un incremento de peso del 31.1%, en comparación a los demás grupos que permanecieron en valores de 22 a 23%. En tanto que el incremento mayor de longitud sucedió en los grupos de ablación (2cm) y langostas intactas(2cm) respecto a los demás grupos que solo alcanzaron 1.7cm. Los organismos de los cuatro tratamientos presentaron al menos 2 mudas, y se determinó que la ablación tuvo efectos promotores de la frecuencia en mudas de *Panulirus interruptus*. Los resultados encontrados demuestran que la ablación promovió el crecimiento de los organismos y que la hc-rb no tuvo efectos (retardados).

CONTENIDO

Sección	Página
Introducción	6
Hipótesis	12
Objetivo	12
Metodología	13
Evaluación del efecto de los tratamientos	16
Caracterización de los estadios de muda	17
Análisis estadístico	18
Resultados	19
Temperatura	19
Peso	20
Longitud	23
Mudas	26
Análisis estadístico	28
Discusiones	33
Peso	33
Longitud	37
Mudas	41
Conclusiones	45
Referencias	48

LISTA DE TABLAS

Tabla I .-	Incremento neto de las longitudes: total, abdomen, cefalotórax y telson del inicio al final del experimento en cada grupo de langostas A, B, C y D.....	25
Tabla II .-	Análisis de variancia de dos vías del peso y el tiempo entre los grupos de langostas A, B, C y D.....	28
Tabla III .-	Análisis de variancia de dos vías de la longitud total y el tiempo de los grupos de langostas A, B, C y D	29
Tabla IV .-	Análisis de variancia de dos vías de la longitud de cefalotórax y el tiempo de los grupos de langostas A, B, C y D.....	30
Tabla V .-	Análisis de variancia de dos vías de la longitud del abdomen y el tiempo de los grupos de langostas A, B, C y D.....	31
Tabla VI .-	Análisis de variancia de las fechas en que se presentó la primer muda en las langostas de los grupos A, B, C y D.....	32
Tabla VII .-	Análisis de variancia por rangos de Kruskal-Wallis de las fechas en que se presentó la segunda muda en las langostas de los grupos A, B, C y D	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 .-	Medición de la longitud total, longitud del cefalotórax y la longitud del telson.....	14
Figura 2 .-	Corte del pedúnculo ocular en la langosta <i>Panulirus interruptus</i> con hilo	15
Figura 3 .-	Región lateroventral del cefalotórax expuesto para la inyección (a) e inyección de la hormona de crecimiento recombinante bovina (b) en la misma región de las langostas.....	16
Figura 4 .-	Variación de la temperatura del agua durante el experimento.....	19
Figura 5 .-	Variación promedio de la ganancia de peso (g) en porcentaje y período de mudas (primera y segunda), respecto al tiempo. A, B, C y D corresponden al grupo. Las líneas verticales corresponden a la desviación estándar.....	21
Figura 6 .-	Longitud total (cm) para todos los grupos de langostas A, B, C y D y su desviación estándar /en función del tiempo. Los rectángulos verticales corresponden al periodo en que sucedió la primer y segunda muda.....	24
Figura 7a .-	Fechas en que se presentó la primer muda en langostas sometidas a los tratamientos A, B, C y D....	27
Figura 7b .-	Fechas en que se presentó la segunda muda en langostas sometidas a los tratamientos A, B, C y D....	27

Efecto de la ablación y la hormona de crecimiento recombinante bovina en el crecimiento de *Panulirus interruptus*.

Introducción

La langosta roja *Panulirus interruptus* se encuentra dentro del grupo de crustáceos del Pacífico de México con mayor demanda en el mercado. Las langostas pertenecen al orden decapoda representado por varias familias entre las cuales Nephropsidae, Palinuridae y Scyllaridae son de importancia comercial. *Panulirus interruptus* comúnmente llamada langosta roja, es un organismo por lo general costero distribuido desde San Luis Obispo, California, EUA, hasta Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. Habita profundidades que van desde la zona intermareal hasta unos 70m de profundidad (Phillips et al., 1980; Gracia y Kensler, 1980; Briones y Lozano, 1994).

El valor comercial de la langosta espinosa, su demanda en el mercado y su creciente abastecimiento al mercado por las pesquerías, ha generado un progresivo interés mundial por su cultivo (Booth & Kittaka 1994).

La acuicultura es una medida de recuperación de algunas poblaciones de organismos marinos que el hombre a sobre-capturado y permite el abastecimiento de algunos productos marinos durante sus temporadas de veda. Este no ha sido el caso para la langosta espinosa, ya que su cultivo no se ha logrado a gran escala, pues el mantenimiento de los organismos durante todos sus estadios larvarios y durante la engorda de juveniles, no es sustentable (Booth y Kittaka, 1994; Jeffs y Hooker, 2000).

El desarrollo de la langosta espinosa, consta de una fase larvaria llamada filosoma con una duración de 3-22 meses (Phillips et al., 1980). En *Panulirus interruptus* la duración en esta fase es de 7.75 meses (Johnson, 1956). La siguiente fase es la postlarva denominada puerulus, que tiene una duración muy variable (Phillips et al., 1980; Phillips y Evans, 1997), pero en *Panulirus interruptus* la duración es de 2-3 meses, tiempo durante el cual ocurre la transición de postlarva planctónica a postlarva bentónica, subsecuentemente la postlarva muda a la fase de juvenil (Serfling y Ford, 1975).

El crecimiento de las langostas al igual que los demás crustáceos, es una acumulación de tejido resumido en un aumento de tamaño y peso, que solo puede continuar si el exoesqueleto antiguo es sustituido por uno nuevo. Este proceso se conoce como el ciclo de muda y está caracterizado por una secuencia de eventos descritos por Passano, (1960), que después fueron adaptados para su uso en langostas por Aiken (1980). El ciclo de muda de los crustáceos se divide en 4 fases básicas, (postmuda, intermuda, premuda y la ecdisis) que están denominadas con una letra, D la premuda, E la ecdisis, A y B describen la fase inmediatamente después de la ecdisis, C la intermuda. Todas las fases son dependientes de la edad (tamaño) de los organismos, la temperatura y la estación del año. Estas fases se subdividen de acuerdo a la duración de cada fase (Passano, 1960).

Premuda es la fase en la que se forma un nuevo exoesqueleto, el cual se construye bajo el exoesqueleto antiguo del organismo. Posteriormente el animal llega a la ecdisis en la cual elimina el exoesqueleto anterior,

absorbiendo rápidamente agua hasta llegar a ocupar un 86% de la masa corporal. Inmediatamente después entra el animal a la fase de postmuda en el que es muy vulnerable pues es completamente flácido y suave, durando en esta fase de 3-5 días. Una vez endurecido el exoesqueleto, la langosta entra en la fase de intermuda que es el proceso de preparación para la siguiente muda (Passano, 1960; Aiken 1980; Phillips et al., 1980).

La muda está controlada por cambios cualitativos y cuantitativos de la concentración de hormonas en la sangre. Se conoce que las hormonas encargadas de iniciar la muda en crustáceos provienen del órgano Y y que a su vez, las hormonas encargadas de inhibir la muda se encuentran almacenadas en el órgano X. El órgano X forma parte del complejo hormonal órgano X-glándula del seno, localizado en los pedúnculos oculares en crustáceos (Aiken, 1980).

La otra hormona se le conoce como hormona de la muda y es presuntamente producida en el órgano Y, por una glándula de la muda que se encuentra en la parte posterior de las anténulas en crustáceos decápodos (Passano, 1960).

La extirpación del pedúnculo ocular en langostas ha sido utilizada por varios autores para acelerar su crecimiento (Quakenbush y Herrnkind, 1981; Radhakrishnan y Vijayakumaran, 1984; Brito y Diaz, 1987, entre otros). La ablación es un proceso que afecta el balance hormonal en las langostas, en especial el balance de las hormonas inhibitoras y promotoras de la muda. Al extirpar el pedúnculo ocular de la langosta estamos removiendo parte del

material hormonal inhibidor de la muda y por lo tanto resultará en un aumento de la concentración de hormona promotora de la muda. Se ha encontrado que también afecta el control del metabolismo de azúcares, la tasa metabólica, desarrollo gonadal, dispersión de pigmentos, metabolismo de las proteínas corporales, metabolismo del agua y ritmo del corazón (Aiken, 1980).

Se han generado técnicas para estimular el crecimiento de las langostas, por ejemplo el uso de hormonas incluyendo hormonas de crecimiento humano (Charmantier et al., 1989) y tratamientos con ecdisterona que promovieron la muda en *Panulirus cygnus* (Dall y Barclay, 1977).

Las hormonas de crecimiento de vertebrados o somatotropinas han sido utilizadas en la industria ganadera de vacas lecheras y de carne para incrementar la ganancia en peso y mejorar la producción de leche. Las somatotropinas como son la hormona de crecimiento bovina y porcina, han sido utilizadas principalmente para incrementar la tolerancia de salinidad en *Salmo clarki* (trucha café) (Smith, 1940) para inducir una preferencia de salinidad en *Oncorhynchus kisutch* (salmón coho) (Donaldson, 1979). Se ha utilizado en *Anguilla rostrata* (Anguila) para estimular su crecimiento (Degani y Gallagher, 1985). Komourdjian (1976) reportó que mediante la inyección de 1.0 µg/g de hormona de crecimiento recombinante porcina, se podía obtener un 100% de sobrevivencia en una población de *Salmo salar* (salmón del Atlántico) con 2 años de edad al ser transferidos a una salinidad mayor (30‰) y ser significativamente más grandes que los peces no tratados (control).

El uso de la hormona de crecimiento recombinante bovina (hc-RB) en organismos acuáticos se ha enfocado en peces, y no ha sido utilizada en crustáceos.

Los efectos que presenta la administración de hc-RB en cuanto a la aceleración del crecimiento en teleósteos, puede estar ligado a las modificaciones en la repartición de nutrientes (McLean et al., 1997), en salmónidos del Pacífico se han encontrado disminuciones en las reservas de lípidos de los animales tratados con hc-RB (Foster et al., 1991), y en general afecta el anabolismo de proteínas así como el metabolismo de carbohidratos y lípidos (Davidson, 1987).

El primer reporte del efecto por uso de una hormona de crecimiento de vertebrado sobre el crecimiento en un crustáceo decápodo, fue por Charmantier et al., (1989), que trabajó con langostas queladas de la especie *Homarus americanus*, y administró hormona de crecimiento humano para observar los posibles incrementos en el crecimiento del organismo, encontrando que incrementaba la tasa de crecimiento en un 20% sin afectar la sobrevivencia ni aspectos morfológicos. En comparación a la ablación bilateral, los efectos de promoción del crecimiento por uso de la hormona de crecimiento humana, estimulaba una producción de tejido real sin efectos secundarios. Las langostas que utilizó en su trabajo fueron juveniles en fase 1 y juveniles en fase 4 (Charmantier et al., 1989)

La ablación unilateral ocular y la administración de una hormona de crecimiento (hc-RB) en langostas espinosas de la especie *Panulirus interruptus*, elucidará el efecto que tiene en el crecimiento de las langostas.

Hipótesis

La extirpación unilateral ocular y la aplicación de la hormona de crecimiento recombinante bovina (hc-RB) pueden promover la muda y el crecimiento en langostas espinosas.

Objetivo

Comparar el efecto de la ablación ocular, la aplicación de la hormona de crecimiento recombinante bovina (en forma intramuscular) y la combinación de la ablación unilateral y la hormona de crecimiento recombinante bovina sobre el crecimiento y duración del ciclo de muda en *Panulirus interruptus*.

Metodología

Las instalaciones del laboratorio de acuicultura de la Facultad de Ciencias Marinas fueron acondicionadas para el experimento. Se prepararon 4 tanques de plástico circulares de 81.5cm de radio y 1.5m de alto, con capacidad de 1434 litros. Se mantuvieron con flujo continuo de agua (6 L/min), equivalente a 6 cambios de agua por día y aireación constante. Los tanques fueron cubiertos alrededor con plástico negro, para evitar la interferencia de la luz durante la noche generado por lámparas de alumbrado exterior y durante el día mantuvieron controlados los crecimientos algales. Se llevó un registro diario de la temperatura.

Se utilizaron 40 langostas, 24 machos y 16 hembras, con longitud total promedio de $21.75\text{mm} \pm 1.60$ (hembras) y $20.61\text{mm} \pm 1.84$ (machos).

Se separaron en cuatro grupos aleatorios de 10 langostas cada uno. El grupo A de langostas ablacionadas, grupo B de langostas como control (sin tratamiento), grupo C de langostas inyectadas con hc-rb y el grupo D con langostas que fueron ablacionadas e inyectadas con la misma dosis de hc-rb que el grupo C.

Para determinar una dosis no letal de la hormona de crecimiento recombinante bovina (hc-RB), se realizó una prueba preliminar para determinar la dosis de hc-RB que se iba a administrar a los organismos. Las cantidades fueron de: $100\mu\text{g/g}$, $423\mu\text{g/g}$, $600\mu\text{g/g}$ y $200\mu\text{g/g}$ de agua como placebo. Las langostas se mantuvieron bajo observación durante 30 días.

Tanto los organismos del experimento preliminar como los organismos del experimento original, fueron alimentados cada tercer día a saciedad con calamar gigante fresco congelado y con mejillón vivo cada semana.

Para la identificación de las langostas, se colocaron bandas ajustables de plástico en la base de la antena de la langosta, en el segundo artejo entre las espinas del mismo, se insertó una plaquita de plástico en la banda ajustable y se les asignó un número de identificación.

Para iniciar el tratamiento de las langostas, se retiraron del agua durante una hora antes de cualquier manipulación. Este procedimiento también fue utilizado para los registros morfométricos (registros de peso y longitud) subsecuentes, que fueron realizados cada 30 días.

Las langostas se secaron con papel y se midieron con un vernier, obteniendo datos de la longitud total, longitud del cefalotórax y la longitud del telson (Fig.1).

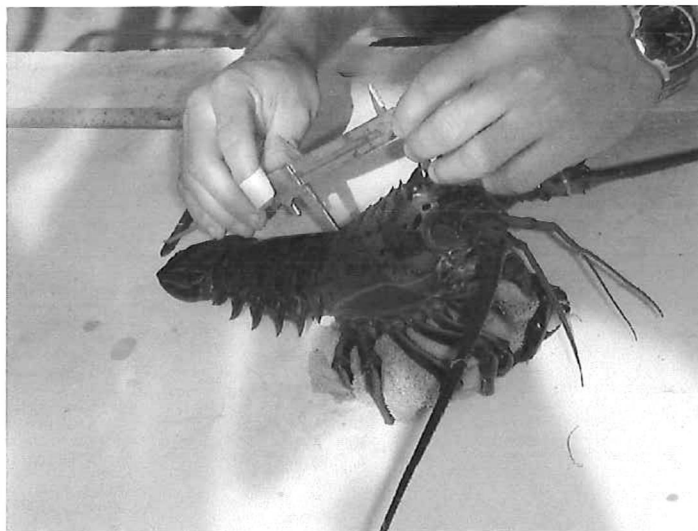


Figura 1.- Medición de la longitud: total, longitud de cefalotórax y la longitud del telson.

Para medir la longitud total, se tomó la medida desde la punta de la espina ocular hasta el borde del telson. Para medir la longitud del cefalotórax, se midió de la punta de la espina ocular hasta el borde del cefalotórax y para medir la longitud del telson, se midió desde el inicio del telson hasta el borde del mismo. La longitud del abdomen se obtuvo mediante la diferencia entre la longitud total y la longitud del cefalotórax en conjunto con la longitud del telson, ya que el abdomen de la langosta es curvo y muy flexible, pudiendo tener error de catenaria.

Los organismos se pesaron en una balanza electrónica con precisión de ± 0.1 g.

La ablación de las langostas se llevó a cabo mediante el estrangulamiento del pedúnculo ocular con hilo dental (Vijayakumaran, 1984). Una vez extirpado el ojo, se cauterizó la herida para evitar la pérdida de hemolinfa (Fig. 2).



Figura 2.- Corte del pedúnculo ocular en la langosta *Panulirus interruptus* con hilo.

Para la administración de la hormona crecimiento (hc-RB) se preparó la dosis según el peso obtenido de la langosta que fue de 400mg/k, y se procedió a inyectar a las langostas en la región latero-ventral del cefalotórax (Fig. 3).

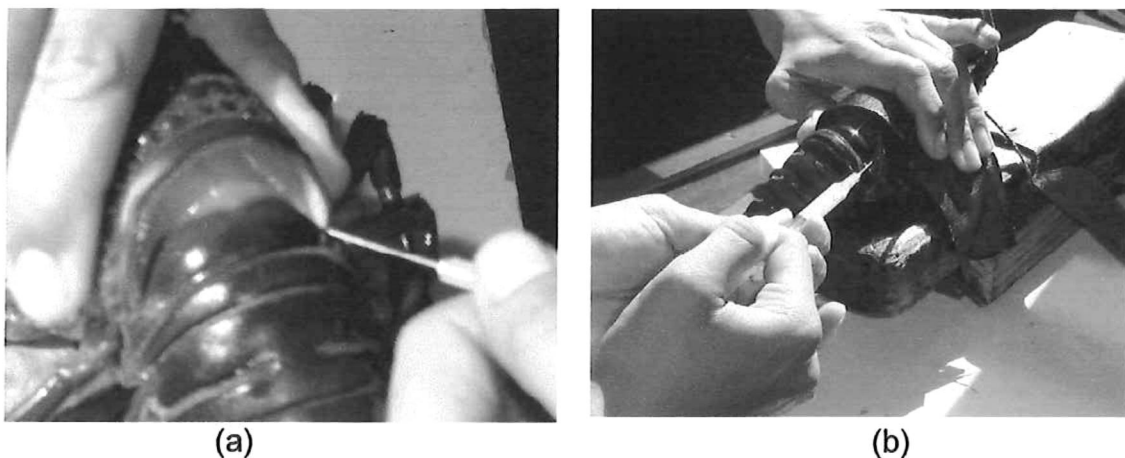


Figura 3 .- Región lateroventral del cefalotórax expuesto para la inyección (a) e inyección de la hormona de crecimiento recombinante bovina (b) en la misma región de las langostas.

Evaluación del efecto de los tratamientos

Se estandarizaron los resultados de la ganancia de tamaño y peso, para poder hacer una comparación entre tratamientos, se calculó el porcentaje de variación en función del peso inicial de cada organismo.

El porcentaje de ganancia en peso se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$((P_f - P_i) / P_i) (100) = \% \text{ de ganancia en peso(g)}$$

P_i es el peso de la primer biometría (peso de la biometría anterior) y P_f es el peso tomado en la siguiente biometría del experimento. El diferencial de

estas dos variables se considera una ganancia de peso, y para obtener el porcentaje que representa la ganancia en peso tendremos que el peso inicial (P_i) es el 100%, así que el diferencial antes obtenido se divide entre el peso inicial (P_i), esto nos dará el porcentaje del peso ganado durante la biometría elegida (P_f).

Los cambios en la longitud de las langostas se calcularon mediante la diferencia entre la longitud inicial (total, cefalotórax y abdomen) y la longitud final obtenida en la última biometría para cada langosta. Estos diferenciales fueron promediados para obtener un valor de longitud total, de cefalotórax y de abdomen por tratamiento y se calculó su desviación estándar.

Para evaluar los efectos de los diferentes tratamientos sobre las mudas, se registró el número de días en que ésta se presentaba. Tomando en cuenta el día en que se presentó la primer muda de cada grupo y el número de días que pasaron para que todos los organismos de cada grupo presentaran la muda.

Caracterización de los estadios del ciclo de muda

La caracterización de los estadios de muda antes de comenzar el experimento se realizó de acuerdo a las clasificaciones propuestas por Lyle y McDonald (1983) basada en el desarrollo de las setas y retracción de la epidermis (apólisis).

Análisis estadístico

Para analizar el peso, longitud (total, cefalotórax y abdomen) y la frecuencia de mudas, se llevó a cabo una prueba de normalidad de Kormogov-Smirnov. Los datos de peso pasaron la prueba de normalidad y se transformaron mediante la raíz cuadrada del arcosen del valor en proporción (Zar, 1984). Posteriormente se analizaron mediante un ANOVA de dos vías con un alfa de 0.5. En el caso de que existiera diferencia significativa, se propuso un análisis a posteriori de Tukey.

Los datos obtenidos de la longitud (total, abdomen y cefalotórax) pasaron la prueba de normalidad y se analizaron mediante una ANOVA de dos vías con un alfa de 0.05. Si se presentara una diferencia significativa se propuso un análisis a posteriori de Tukey.

Los datos obtenidos de la primera muda, pasaron la prueba de normalidad y se analizaron mediante un ANOVA de una vía con un alfa de 0.05. En caso de tener diferencia significativa, se propuso un análisis a posteriori de Tukey. Los datos obtenidos de la segunda muda no pasaron la prueba de normalidad, por lo que se utilizó un ANOVA de una vía por rangos de Kruskal-Wallis. En caso de que se presentara una diferencia significativa, se propuso un análisis a posteriori de Student-Newman-Keuls.

Los datos fueron analizados con el programa estadístico de SigmaStat for Windows, versión 2.0 de Jandel Corporation (1992-1995).

Resultados

Las condiciones del laboratorio durante el experimento se vieron influenciadas por la temperatura. Se presentaron fluctuaciones ($18.4 \pm 8.2^\circ\text{C}$) durante los 223 días del experimento (Marzo a Noviembre del 2002) (Fig. 4).

Las temperaturas se pueden agrupar en 3 secciones, ya que al inicio del experimento, que fue de Marzo a mediados de Junio, la temperatura presentó un ascenso desde los 14.3°C hasta los 20.5°C . A mediados del experimento entre finales de Junio hasta mediados de Septiembre, la temperatura se mantuvo en un máximo de temperatura estable de 20.5 y 22.5°C . A finales del experimento la temperatura descendió notablemente entre los meses de Septiembre y Noviembre de 20.5°C a 16°C .

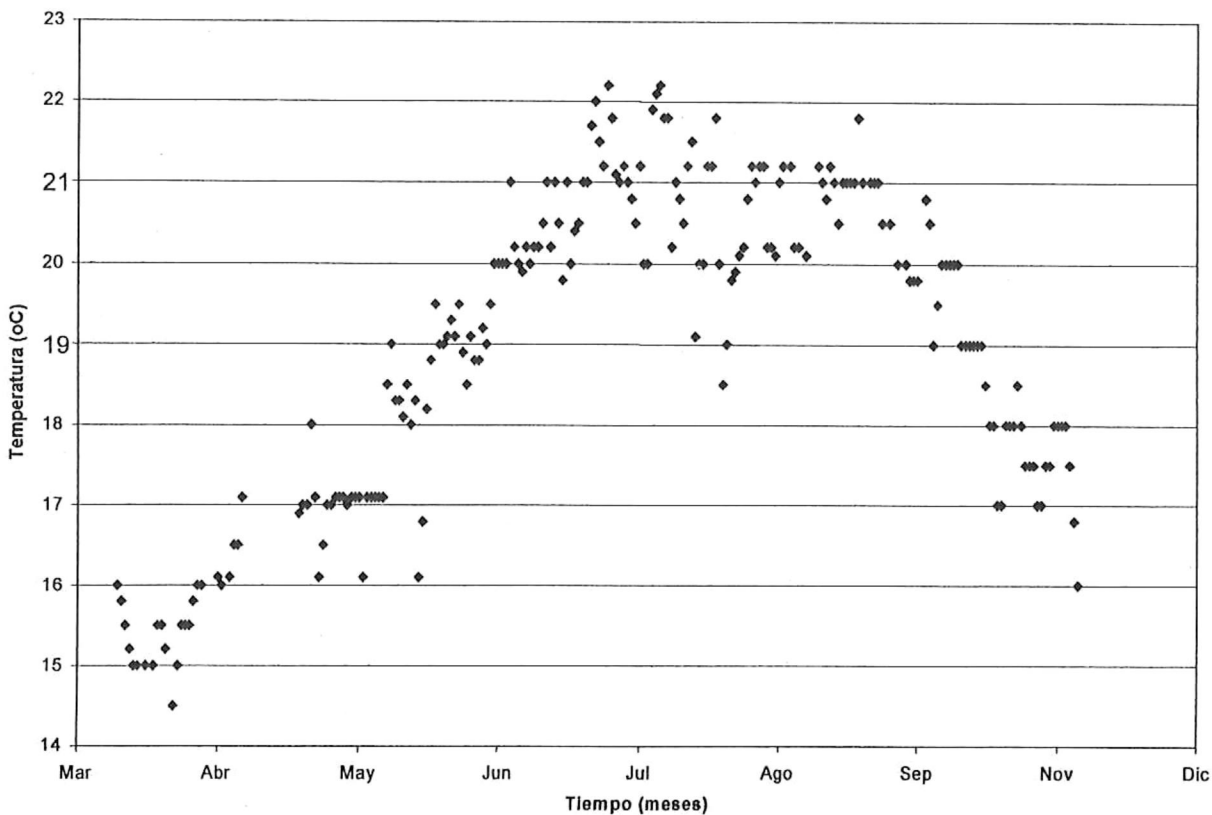


Figura 4.- Variación de la temperatura del agua durante el experimento.

Peso

El efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de las langostas se presentó en la figura 5, que muestra el incremento del peso en porcentaje en función del tiempo. El porcentaje de peso ganado al final del experimento fue de 31.1% para las langostas del grupo A, 22.6% para las del grupo B, 23.1% para las del C y 22.4% para las del D. Por lo tanto el grupo A tuvo la mejor tasa de crecimiento, 8.5% más que el grupo B. En cuanto al grupo C, tuvo 0.5% mas de ganancia en peso que el grupo B, finalmente el grupo D fue menor que el grupo B por 0.2%.

Las langostas de los grupos A, B y C, presentaron el mismo patrón de crecimiento a lo largo del tiempo, en cambio las del grupo D no presentaron un crecimiento significativo entre los meses de Julio y Agosto, tuvieron un retardo de crecimiento hasta los meses de Agosto y Septiembre, para al final tener una recuperación de peso entre los meses de Octubre y Noviembre.

Existió una disminución de peso en las langostas de los tratamientos A, B y D a partir del primer mes del experimento. Las langostas del tratamiento C no perdieron peso y tuvieron un aumento gradual de peso a lo largo del tiempo.

Durante los primeros dos meses del experimento, las langostas del grupo B tuvieron una disminución de peso de 2.7% y lo recuperaron en el mes de Julio llegando a un aumento del 13.39% al alcanzar al grupo C con 13.91%.

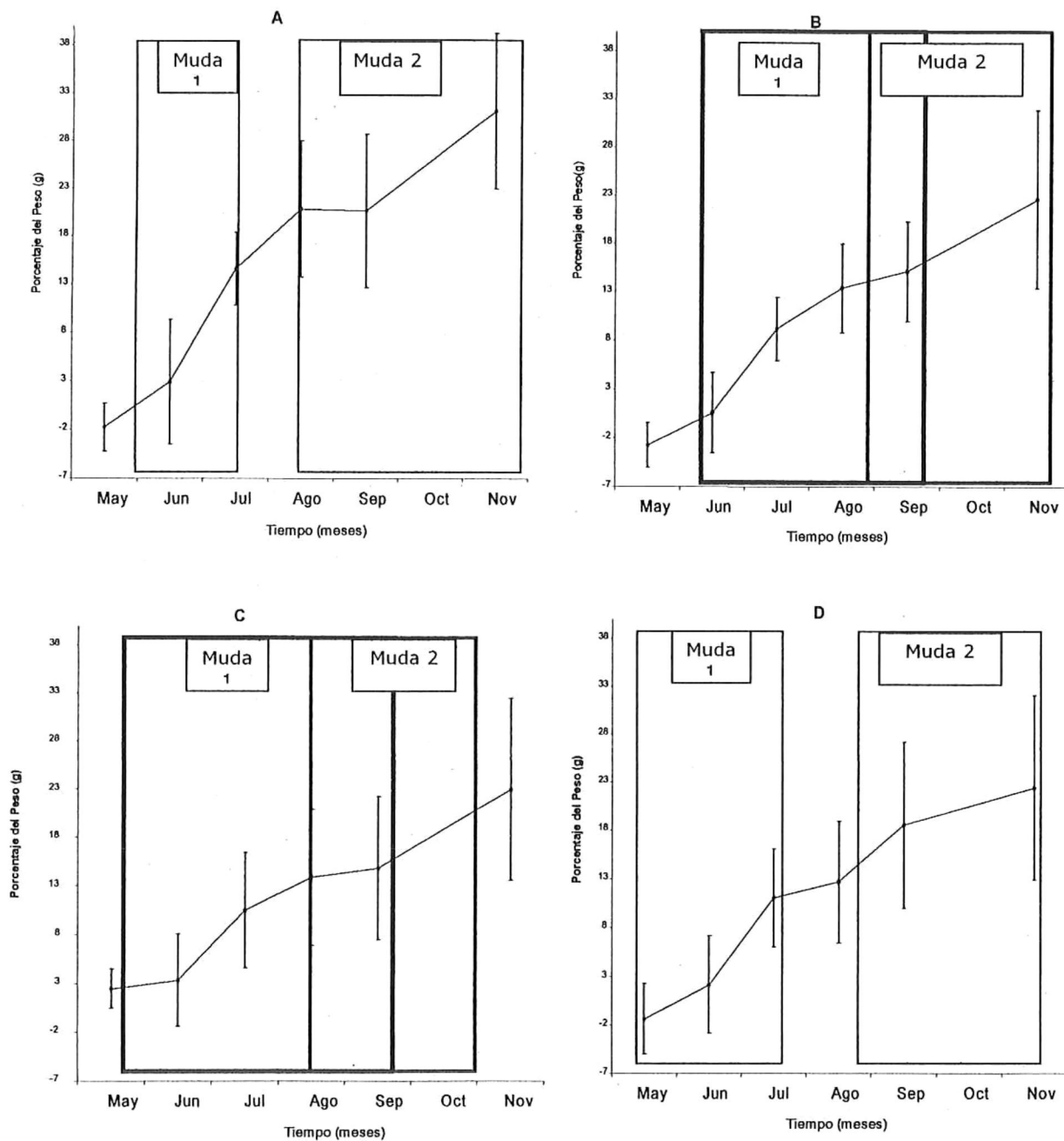


Figura 5.- Variación promedio de la ganancia de peso (g) en porcentaje y período de mudas (primera y segunda), respecto al tiempo. A, B, C y D corresponden al grupo. Las líneas verticales corresponden a la desviación estándar.

Los recuadros de la figura 5 para los cuatro grupos, corresponden a la muda 1 y muda 2, que son el intervalo de tiempo en el que se presentó la primera y segunda muda durante el experimento. La primera muda de las langostas del grupo A tuvo un efecto sobre su crecimiento comparablemente mayor que el de los demás grupos.

En la segunda muda se presentó el mismo patrón, pero es importante remarcar que el intervalo de tiempo en el que todas las langostas del grupo A lograron su primera muda es menor que el intervalo de tiempo para lograr su segunda muda, todas las langostas del grupo A.

Las langostas de los grupos C y B, tuvieron el mismo patrón de ganancia en peso a partir de la segunda muda. El grupo D fue muy diferente a los demás grupos pues su ganancia en peso estuvo retrasada en el tiempo.

Longitud

En la figura 7 se muestra la longitud total alcanzada por las langostas de los grupos A, B, C y D y su desviación estándar respecto al tiempo.

En cuanto a longitud total, las langostas del grupo A y B tuvieron un mayor crecimiento que las langostas de los demás grupos, esto es si tomamos en cuenta la diferencia de todos los grupos desde el inicio hasta el final del experimento, ya que al finalizar la primera muda, las langostas del grupo A fueron las de menor longitud total ganada (1.06cm) y las langostas del grupo B las de mayor longitud total ganada (1.6cm)

Al final de la segunda muda, partiendo de la primera muda, el grupo de langostas con mayor longitud total fue el grupo A con 0.89cm y el de menor longitud ganada fue el grupo B con 0.4cm.

También se apreció un aumento marcado de la longitud total del inicio del experimento al 20 de junio para todos los grupos, en el que el grupo de langostas D, fue el de valor mayor con 0.89cm y de valor menor fue el grupo A con 0.56cm.

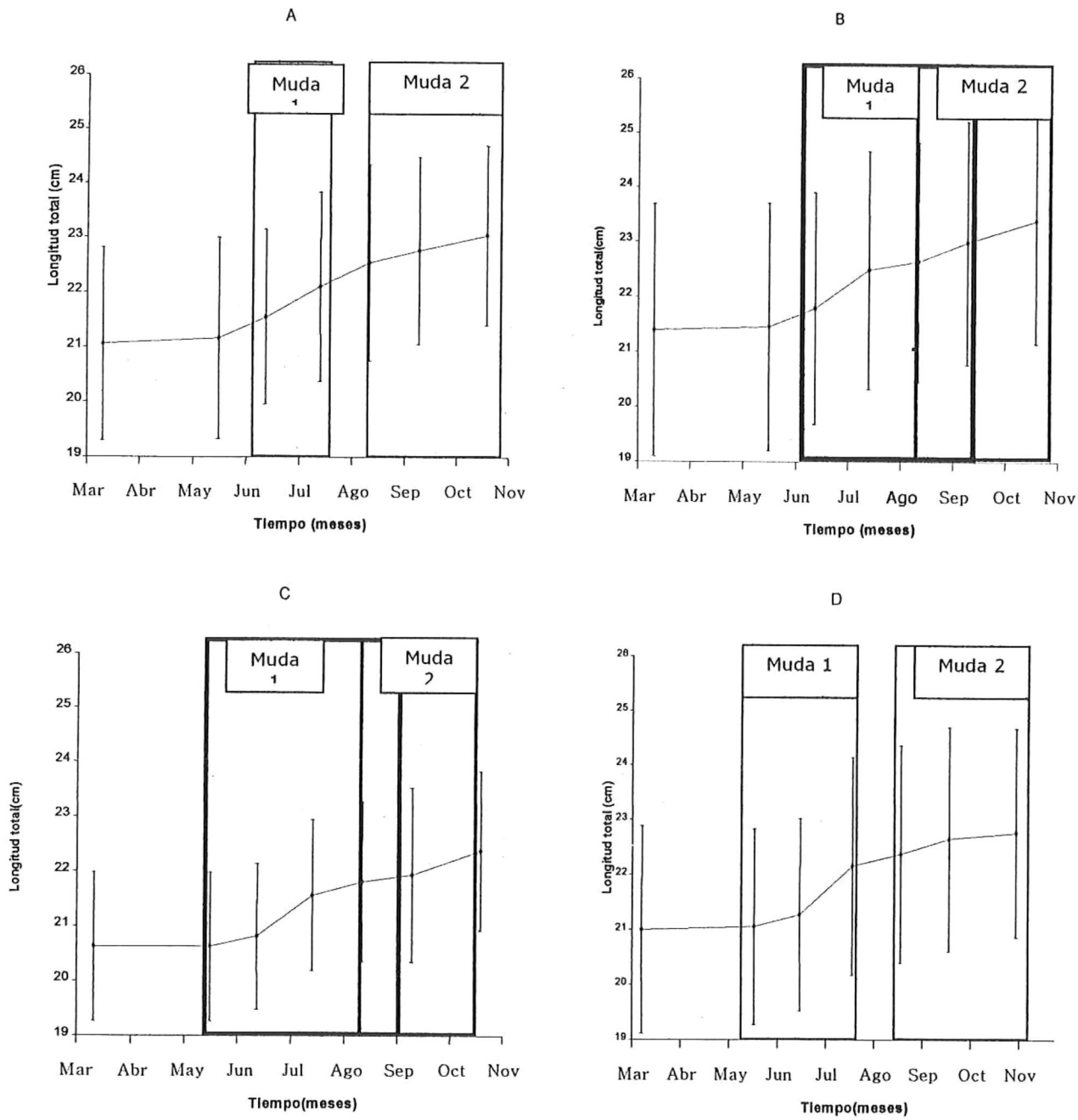


Figura 6. Longitud total (cm) para todos los grupos de langostas A, B, C y D y su desviación estándar en función del tiempo. Los rectángulos verticales corresponden al periodo en que sucedió la primer y segunda muda.

El incremento de longitud total, del abdomen y del cefalotórax de los cuatro grupos, del inicio al final del experimento, se muestran en la Tabla I.

Las langostas del grupo A y B, presentaron los valores mas altos de longitud de cefalotórax, mientras que las langostas de los grupos tratados con la hc-rb (D y C) tuvieron los menores valores de longitud de cefalotórax, además de ser iguales entre sí.

La longitud del abdomen para los organismos del grupo B fue el valor más alto de los cuatro grupos, mientras que las langostas del grupo C tuvieron el menor incremento de longitud de abdomen. Los grupos de langostas A y D fueron iguales entre si.

Tabla I. Incremento neto de las longitudes: total, abdomen, cefalotórax y telson del inicio al final del experimento en cada grupo de langostas A, B, C y D.

Longitud (cm)	Grupo de langostas			
	A	B	C	D
Total	2 ^a	2 ^b	1.75 ^d	1.78 ^c
Cefalotórax	0.72 ^a	0.71 ^b	0.69 ^c	0.56 ^c
Abdomen	0.72 ^a	0.74 ^a	0.56 ^c	0.72 ^a
Telson	0.55 ^a	0.55 ^a	0.5 ^b	0.5 ^b

Nota: Las letras en superíndice indican que : $a > b > c > d$

La longitud del telson al final del experimento fue igual para los grupos de langostas A y B, y diferentes a la longitud de telson de las langostas de los grupos C y D que fueron iguales entre sí.

Mudas

El número de días en que las langostas de los cuatro grupos mudaron en su totalidad, se muestra en la figura 7a (primera muda) y 7b (segunda muda).

Las langostas de los grupos C y D, iniciaron su primera muda un mes antes que los grupos de langostas A y B, pero la segunda muda la presentan los cuatro grupos a mediados de Agosto.

Las primeras mudas (Fig. 7a) en general, tuvieron lugar en los meses de junio y julio, correspondientes al aumento de la temperatura, que se presentó en la figura 3.

Todas las langostas del grupo B, mudaron en 67 días. Se podría considerar que este número de días es el intervalo de tiempo normal de muda de referencia para la langosta roja. Las langostas del grupo A mudaron en su totalidad en 60 días, las del grupo C en 74 días y el grupo D en 54 días

La segunda muda (Fig. 7b), sucedió en su totalidad en el grupo B en 101 días, mientras que los animales del grupo A en 74 días, las del grupo C en 89 días y las del grupo D en 83 días.

La segunda muda coincidió con la estabilización de la temperatura a lo largo de los meses de agosto y octubre, donde la temperatura se mantuvo entre los 20 y 22°C.

Análisis estadístico

Peso

Los datos del porcentaje en peso ganado, se analizaron mediante un ANOVA de dos vías representado en la tabla II, donde el peso a través del tiempo para todas las langostas de todos los grupos presentaron una diferencia significativa ($p < 0.001$).

Las diferencias de peso que se presentaron en el tiempo dependieron del tratamiento aplicado, hubo una interacción significativa entre el tratamiento y el tiempo ($p < 0.001$).

Tabla II. Análisis de varianza de dos vías del peso y el tiempo entre los grupos de langostas A, B, C y D.

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Tiempo	5	4.883	0.977	115.980	<0.001
Grupos	3	0.161	0.0535	6.356	<0.001
Tiempo x Grupos	15	0.486	0.0324	3.848	<0.001
Residual	180	1.516	0.00842		
Total	203	7.060	0.0348		

En el análisis a posteriori de Tukey que se aplicó, el peso de las langostas presentó cambios durante todos los meses del experimento en cuanto al tiempo, a excepción de los meses de Agosto y Septiembre.

Hubo diferencia significativa entre los grupos ($p < 0.001$) en cuanto a peso, lo que detectó que A es diferente de todos los demás grupos, mientras que B, C y D son iguales entre sí.

Para determinar la fecha en que se presentó la diferencia significativa de peso, tenemos que el 22 de Mayo del 2002 el grupo de langostas C fue estadísticamente diferente a el grupo de langostas A y B pero igual al grupo de langostas D.

El 24 de Julio del 2002, el grupo de langostas C fue estadísticamente diferente a todos los demás grupos. El 24 de Agosto del 2002, solo los grupos de langostas A y D fueron diferentes entre sí ($P < 0.001$), mientras que los demás grupos (B y C) fueron significativamente iguales.

Longitud

En la tabla III se presenta la prueba de ANOVA de dos vías para el análisis de los datos obtenidos de la longitud total. La longitud total de todas las langostas del experimento fue significativamente diferente a través del tiempo ($p < 0.001$). Entre los grupos, hubo una diferencia significativa ($p < 0.001$) en cuanto a longitud total.

Tabla III. Análisis de varianza de dos vías de la longitud total y el tiempo de los grupos de langostas A, B, C y D.

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Tiempo	6	13.867	2.311	313.058	<0.001
Grupo	3	3.142	1.047	141.860	<0.001
Residual	18	0.133	0.00738		
Total	27	17.142	0.635		

El análisis a posteriori de Tukey, detectó que los grupos de langostas A, B, C y D fueron diferentes entre sí ($P < 0.05$) en cuanto a longitud total. Y según la Tabla I, $A > B > D > C$.

En la siguiente tabla IV, se incluyen los resultados del ANOVA de dos vías de la longitud del cefalotórax de todas las langostas, la cual presentó diferencias significativas a través del tiempo ($p < 0.001$). La diferencia de la longitud de cefalotórax entre los grupos fue significativa ($p < 0.001$).

Tabla IV. Análisis de varianza de dos vías de la longitud de cefalotórax y del tiempo de los grupos de langostas A, B, C y D.

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Tiempo	6	1.790	0.298	105.517	<0.001
Grupo	3	0.503	0.168	59.266	<0.001
Residual	18	0.0509	0.00283		
Total	27	2.343	0.0868		

En el análisis a posteriori de Tukey, se detectó que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los grupos de langostas con hc-rb (C y D) y los grupos de langostas sin hc-rb (A y B). Lo que significa que según la tabla I, $A > B > C = D$.

La tabla V, corresponde al ANOVA de dos vías del análisis de la longitud del abdomen de todas las langostas en el experimento, éste fue significativamente diferente a través del tiempo ($p < 0.001$). La comparación entre los grupos en cuanto a longitud del abdomen tuvo una diferencia significativa ($p < 0.001$).

Tabla V. Análisis de varianza de dos vías de la longitud del abdomen y el tiempo de los grupos de langostas A, B, C y D.

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Tiempo	6	1.949	0.325	48.106	<0.001
Grupo	3	1.174	0.391	57.943	<0.001
Residual	18	0.122	0.00675		
Total	27	3.244	0.120		

El análisis a posteriori de Tukey detectó que A, B y D son iguales estadísticamente y diferentes de C ($P < 0.05$). Según la tabla I, $A=B=D > C$.

Mudas

En la prueba de ANOVA de una vía para los datos obtenidos de los días en que cada grupo de langostas presentaba la primera muda (Tabla VI) en su totalidad, no hubo una diferencia significativa ($p < 0.337$).

Tabla VI. Análisis de varianza de las fechas en que se presentó la primera muda en las langostas de los grupos A, B, C y D.

Fuente de variación	GL	SS	MS	F	P
Entre grupos	3	2367.80	789.267	1.164	0.337
Residual	36	24412.60	678.128		
Total	39	26780.40			

En la prueba estadística de la segunda muda, se tuvo que utilizar un análisis de varianza de una vía por rangos de Kruskal-Wallis, ya que los datos no resultaron normales ($P < 0.001$) (Tabla VII). La diferencia entre las medianas de los valores de la segunda muda entre los tratamientos fue mayor de lo esperado, por lo que existió una diferencia estadística significativa ($P < 0.003$).

Tabla VII. Análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis de las fechas en que se presentó la segunda muda en las langostas de los grupos A, B, C y D.

Grupo	Mediana	25%	75%
A	142.571	111.000	155.000
B	168.625	162.000	188.000
C	163.400	163.400	182.000
D	137.571	114.000	151.000

H= 13.966 con 3 grados de libertad. ($P=0.003$)

El análisis de comparación múltiple de Student-Newman-Keuls detectó que los grupos A y D son significativamente diferentes de C y B, además de que A y D son significativamente iguales entre sí y C y B son significativamente iguales entre sí.

Discusiones

Las langostas de los grupos A, C y D, presentaron comportamientos diferentes en su frecuencia alimenticia en comparación a las langostas del grupo B, ya que solamente consumieron hasta el 50% de la ración que se les proporcionó. Las langostas del grupo C, consumieron menos del 50% de su ración de alimento, de aquí le siguieron las langostas del grupo D.

Los grupos de langostas A, C y D presentaron una menor actividad durante todo el experimento en comparación a las langostas del grupo B, las cuales se mostraron más activas y vivaces. Este patrón de comportamiento lo atribuimos al tratamiento aplicado (ablación e inyección de hormona) y a causas de estrés.

En cuanto a los aspectos antes mencionados, hay autores que reportan que la ablación unilateral ocular incrementa el crecimiento y que además puede afectar los hábitos alimenticios, así como cambiar algunos aspectos externos de las langostas espinosas como es el cambio de color (Maynard y Sallee, 1970; Quakenbush y Herrnkind, 1981; Brito y Diaz, 1987) (*Jasus edwardsii* y *Panulirus argus*, respectivamente).

Peso

Siendo la muda parte importante del proceso del crecimiento de las langostas (Booth and Kittaka, 1994), el promover la muda, es promover el crecimiento.

Una medida de crecimiento es el aumento en peso, en este caso el aumento de la biomasa, en general se consideró que la ablación fue el mejor de los cuatro tratamientos para promover el crecimiento en langosta en cuanto a peso.

Sin embargo las langostas del grupo A, B y D, tuvieron una disminución de peso en los primeros dos meses del experimento, posiblemente debido al estrés ocasionado por la manipulación de los organismos al efectuar los diferentes tratamientos y a una pérdida de hemolinfa a partir de la ablación, lo cual corresponde al comportamiento (alimentación y actividad) observado.

Las langostas del grupo B perdieron peso al primer mes del experimento, por lo cual no podemos asumir que la pérdida de peso se deba solamente a la pérdida de hemolinfa descrita por Kleinholz (1976), quien indica que en el pedúnculo ocular de la langosta se encuentra una hormona reguladora del balance hidromineral. Pero como las langostas de este grupo presentaron un decremento mayor que el del grupo D, las causas al decremento debieron ser otras.

Chittleborough (1974), menciona que el trauma en langostas espinosas (*P. cygnus*), ocasionado por manipulación de los organismos a dos semanas de haber mudado afecta su crecimiento.

Como las langostas del grupo C presentaron un aumento de peso en el mes en que las langostas de los demás grupos presentaron una disminución, podríamos suponer que el efecto de la hc-rb incidió en la disminución sobre la

ganancia en peso, así mismo las diferencias en ganancia en peso pudieron ser debido a los efectos del estrés en los organismos.

Esto podría ser el caso ya que en general las langostas del grupo D, que también fueron tratadas con la hc-rb, presentaron un aumento en peso en el primer mes del experimento, mientras que todas las langostas de los grupos A y B tuvieron una disminución significativa de 1.75% y 2.7% respectivamente del peso inicial, por lo que es posible que los efectos de la ablación fueron contrarrestados.

Se podría considerar que el uso de la hc-rb en este grupo de langostas tuvo sus efectos en el crecimiento, ya que Aiken y Waddy (1980) determinaron que en *Homarus americanus* la inyección de ecdisterona sólo era efectiva si los organismos se ablacionaban (unilateralmente o bilateralmente), y que la respuesta a la hormona estaba controlada por los mismos mecanismos que regulan las respuestas estacionales a los estímulos del aumento de temperatura en el agua.

En nuestro experimento, la temperatura permitió la respuesta de las langostas a los diferentes tratamientos. Además, esto podría ser porque los efectos de la ablación sobre el crecimiento de las langostas, no están ligados al aumento de tamaño por muda sino a una depositación de tejido y aumento de peso a lo largo del tiempo.

Otro factor importante que pudo influenciar la pérdida de peso fue el alimento, ya que según Carlberg (1975), el alimento natural *Panulirus interruptus* consiste de crustáceos, gusanos, equinodermos y peces. Pero en

contraste Brito y Diaz, (1987) trabajaron con langostas *Panulirus argus* ablacionadas y las mantuvieron con diferentes tipos de alimento (quitones, lombriz de tierra, lapas y almeja), que se alternaban durante la semana en conjunto con calamar, no reportan disminuciones de peso.

Las langostas de este experimento también se alimentaron con mejillón cada tercer día, el uso de mejillones *Mytilus galloprovincialis* y *Perna canaliculus* para el cultivo de langosta espinosa (*Jasus edwardsii*) han producido consistentemente las mejores tasas de crecimiento (Hooker et al., 1997; James, 1998).

La frecuencia de disposición de alimento es un factor importante según James y Tong (1998) que mencionan que el alimentar a las langostas (*Jasus edwardsii*) diariamente o cada tercer día no tenía diferencias significativas en el crecimiento de las langostas.

Aunque en nuestro experimento no se presentó el caso de restricción alimenticia, cabe mencionar que en *Panulirus cygnus*, las restricciones moderadas de alimento, reducen la frecuencia en mudas y una restricción severa reduce los incrementos de longitud y de peso al momento de la muda (Chittleborough, 1974).

Lopez-Zenteno (2002) utilizó calamar congelado en la alimentación de sus langostas (*Panulirus interruptus*), y se enriqueció la ración diaria con pulpo y mejillón, no reporta disminución de peso en sus organismos. Por lo que atribuimos la disminución de peso inicial a un ajuste fisiológico causado por el estrés experimental inicial.

El crecimiento constante de las langostas del grupo C y en cierta manera el del grupo D podría ser efecto de la hc-rb. Las langostas del grupo C no presentaron el decremento en peso al segundo mes del experimento, esto podría significar que el uso de la hc-rb permite a las langostas una mejor actividad metabólica, ya que Dall (1977) mencionó que la actividad metabólica está reflejada en un aumento de peso constante.

Para juveniles de *Homarus americanus* en estadios de S2 y S3, Charmantier, Charmantier-Daures y Aiken (1989), mencionan que al utilizar la hormona de crecimiento humana (Human STH) hubo un mayor crecimiento debido al depósito de tejido, así como en el incremento de longitud. Aparentemente no afectó el metabolismo del agua de los juveniles de langosta y en verdad promovió un crecimiento de tejido, aunado a que una sola inyección pareció tener efectos promotores del crecimiento persistentes. En nuestro experimento al parecer los efectos aparentes de la hc-rb se perdieron con el tiempo.

Longitud

Los cambios en la longitud de las langostas, reflejaron los efectos de los diferentes tratamientos sobre el crecimiento. En cuanto a longitud total desde el inicio hasta el final del experimento, las langostas de los grupos A y B tuvieron un mayor crecimiento que las langostas de los demás grupos.

Si analizamos el crecimiento de las langostas al finalizar la primer muda, las langostas del grupo A fueron las de menor longitud total ganada (1.06cm) y las langostas del grupo B las de mayor longitud total ganada (1.6cm), esto podría significar que las langostas del grupo A tuvieron un crecimiento gradual a lo largo del tiempo, constante pero moderado, ya que al final del experimento fueron el grupo de langostas con mayor longitud total ganada.

El día 20 de Junio cuando todos los grupos se encontraban en el periodo de la primera muda, el grupo D fue el de mayor longitud total ganada con 0.89cm, en comparación a las langostas de los demás grupos, por lo que se cree que la hc-rb en conjunto con la ablación, no permite los efectos de la ablación.

De la primer muda a la segunda muda que fue durante el máximo de temperatura estable de la figura 3, las langostas del grupo A fueron las que alcanzaron mayor longitud total (0.89cm), que se consideraría como la recuperación de la longitud con respecto a los demás grupos, con esto se observa que el crecimiento de las langostas ablacionadas se desencadenó a partir de las mudas, obteniendo un aumento en longitud total mayor al de los demás grupos en un periodo de tiempo corto.

En el periodo de la primer muda a la segunda muda, las langostas del grupo B, tuvieron el menor crecimiento en longitud total (0.4cm), posiblemente por un crecimiento en longitud al inicio del experimento, antes y durante la primer muda, en cambio las langostas del grupo D, tuvieron una ganancia en longitud total comparablemente mejor a la de los grupos B y C, que

probablemente se debió a que el efecto aparente de la hc-rb, se perdió a partir de la primer muda, con lo que la ablación tomó hincapié en el estímulo de la ganancia de longitud total de este grupo de langostas.

En estudios similares con otras especies de langostas (*Jassus edwardsii*, *Panulirus argus*, *Panulirus omatos* y *Panulirus homarus*), se reportaron crecimientos significativos en longitud total y peso mediante la ablación, pero se utilizaron organismos de menor talla que las del presente trabajo. Las condiciones experimentales fueron de primavera-verano, y mencionan que la temperatura afectó en gran parte el crecimiento de la langosta espinosa y que las temperaturas mayores a las ambientales, promueven el crecimiento. (Radhakrishnan y Vijayakumaran, 1984; Rayns 1991; Junio Meñez y Ruinata, 1996; James y Tong 1998).

En cuanto a la longitud del cefalotórax, las langostas del grupo A tuvieron un crecimiento significativamente mayor al de los demás grupos. Las langostas de los grupos C y D, no fueron significativamente diferentes, por lo que su reducido crecimiento del cefalotórax se atribuiría a los efectos de la hc-rb.

En el periodo desde el inicio del experimento al final de la primera muda de cada grupo, las langostas de los grupos B y C, fueron las que alcanzaron mayor longitud de cefalotórax (0.52cm), en comparación a los grupos D y A que fueron los de menor longitud de cefalotórax ganado (0.33cm).

Esto quizá sucedió por las mismas causas que en el crecimiento de longitud total, ya que en el periodo de la primera muda a la segunda muda, las

langostas del grupo A y D alcanzaron una mayor longitud de cefalotórax que los demás grupos y las del grupo C y B la menor longitud. Esto sería igual al patrón de crecimiento en longitud total antes mencionado.

Los efectos aparentes de la ablación en las langostas del grupo D, al parecer fueron mitigados por los efectos de la hc-rb y una vez lograda la primera muda, los efectos aparentes de la hc-rb se perdieron, semejando entonces el patrón de crecimiento del grupo de langostas D al del grupo A.

En cuanto al uso de la hc-rb por sí sola, las langostas del grupo C no parecen haber sido afectadas por la presencia de la hc-rb ya que su incremento en longitud de cefalotórax, fue siempre igual al grupo B.

En cuanto a la longitud del abdomen, las langostas de los grupos A, B y D, no fueron significativamente diferentes entre sí, pero las langostas del grupo C, fueron significativamente diferentes de los demás grupos teniendo el menor crecimiento.

El crecimiento de la longitud del abdomen desde el inicio del experimento hasta el final de la primera muda, fue notable para las langostas del grupo B que crecieron en longitud de abdomen más que los demás grupos, mientras que los grupos C y D crecieron más que las langostas del grupo A.

En el periodo de tiempo entre el final de la primera muda y final de la segunda muda, las langostas de los grupos C y B tuvieron el menor crecimiento de longitud de abdomen de todos los grupos, posiblemente por la pérdida de los efectos aparentes de la hc-rb, aunado a que las langostas del

grupo A, presentan un igual incremento en longitud de abdomen que las langostas del grupo D al final del experimento.

La ablación, parece haber provocado un retraso en el crecimiento de longitud (total, cefalotórax y abdomen) que se recuperó a partir de la primera muda, así mismo, la hc-rb aparentemente mitigó el efecto de la ablación haciendo que el crecimiento en longitud de las langostas del grupo D fuera más parecido al del control.

Charmantier-Daures y Aiken (1989), mencionan que al utilizar la hormona de crecimiento humana (Human STH) hubo un mayor crecimiento debido al depósito de tejido así como en el incremento de longitud, que no fue el caso de nuestro experimento.

Muda

Sucedieron al menos 2 mudas en un periodo de 223 días. Como las langostas del grupo B presentaron la primera muda en su totalidad en 67 días, se consideró que las langostas del grupo D, que la presentaron en solo 54 días, se debió a la inyección de hc-rb y la ablación. Esto contrastado con las langostas del grupo C que solo tardaron 74 días y las del grupo A con 60 días.

Estos resultados podrían elucidar que la ablación por encima del uso de hc-rb, tuvo efectos promotores en inducir la frecuencia en mudas de la langosta roja, ya que las langostas de los grupos A y D lograron la primera muda en su

totalidad en menor tiempo que las langostas del grupo B, aunque estadísticamente no existió una diferencia significativa ($P=0.337$) entre los grupos.

Quakenbush y Hernkind, 1981, encontraron que las langostas de su experimento (*Panulirus argus*), que fueron ablacionadas unilateralmente, mudaron en su totalidad en un menor intervalo de tiempo (50% menos) en comparación a las langostas del grupo control. Kleinholz (1976), también encontró que la ablación en *Panulirus argus* acelera el ciclo de muda, y Travis (1954), encontró que el ciclo de muda en *P. argus* esta correlacionada con la temperatura del agua.

Cabe recordar que todas las langostas de los cuatro grupos, presentaron al menos dos mudas y que para la segunda muda, las langostas del grupo A, la presentaron en un menor número de días (74 días) respecto a los 101 días de las langostas del grupo B, esto infiere que la ablación promueve la frecuencia en mudas.

En cuanto a los grupos tratados con hc-rb, las langostas del grupo C, lograron la segunda muda en su totalidad en 89 días y las del grupo D en 83 días. Las langostas del grupo C, fueron estadísticamente iguales en el número de días para lograr la segunda muda que las langostas del grupo B, lo que indica que los efectos aparentes de la hc-rb se perdieron a partir de la primera muda, pero como en la primera muda tampoco hubo una diferencia significativa se podría deducir que los efectos de la hc-rb por si sola no tiene ningún efecto aparente en acelerar la frecuencia en mudas de las langostas.

A diferencia de lo encontrado por Dall y Barclay (1977) en que la ecdisterona estimulaba la muda en *Panulirus cygnus* en fase C₄ tardía, pero en el uso de la hormona de crecimiento humana por Charmantier-Daures y Aiken, (1989) para langostas *Homarus americanus*, en fase S₂-S₅ los aumentos en longitud y peso fueron significativamente mayores a los del control, no mencionaron si estimulaba la frecuencia en mudas, por lo que no se puede inferir que las somatotropinas tienen efectos promotores de la muda en crustáceos.

Lo anterior se contrasta con las langostas del grupo D, que estadísticamente son iguales a las langostas del grupo A, en cuanto a los días para lograr la segunda muda, ya que como se mencionaba antes, se cree que los efectos de la hc-rb se perdieron a partir de la primera muda, pero como en la primera muda no hubo diferencias significativas, es posible que los efectos de la hc-rb en verdad no afectan la frecuencia en mudas y que las langostas del grupo D solo están reaccionando a la ablación.

En los estudios del uso de hormonas en crustáceos para estimular el crecimiento, la inyección de ecdisterona ha promovido la muda, la mayoría de los experimentos, resultaron en mudas incompletas, muertes y anomalías del desarrollo en *Homarus americanus* y *Cancer anthonii* (Gilgan & Burns, 1976; Rao et al., 1972; McConaughy, 1979). Los resultados más exitosos se obtuvieron cuando se administró la ecdisterona en dosis pequeñas frecuentes o bien una administración lenta o gradual en *Uca pugilator* (Rao et al., 1972). Aiken & Waddy (1976) encontraron que en *Homarus americanus* el efecto

principal de la ecdisterona fue aumentar la generación cuticular, lo cual es primordial en los procesos de la muda, pero no mencionan si afectó la frecuencia en mudas o solamente al peso. Además como ya se había mencionado antes la inyección de ecdisterona sólo era efectiva si los organismos se ablacionaban (unilateralmente o bilateralmente), y que la respuesta a la hormona estaba controlada por los mismos mecanismos que regulan las respuestas estacionales a los estímulos del aumento de temperatura en el agua.

Las langostas de los grupos A y D no fueron diferentes estadísticamente hasta el mes de Agosto que es a partir del máximo estable de temperatura de la figura 3, e inicio de la segunda muda de las langostas del grupo A.

En esta fecha, las langostas del grupo A tienen una ganancia en peso mayor que las del grupo D (20.91% y 12.61%, respectivamente), que para el mes de Septiembre cuando ya comenzaron las langostas del grupo D a presentar su segunda muda, es en donde dejan de ser estadísticamente diferentes entre sí.

Con esto se remarca el retraso de las langostas del grupo D en cuanto al incremento de peso, periodo de mudas e incremento de longitud, respecto a los demás grupos, con lo que lo antes mencionado por los autores podría ser el caso en nuestro experimento, en que los efectos aparentes de la hc-rb solo suceden si los organismos se ablacionan.

Rodríguez-Pruneda (2002), no obtuvo mudas en su experimento de ablación de *Panulirus interruptus*, el atribuye esto a la temperatura del agua. El trabajo se hizo en invierno de diciembre a marzo y las temperaturas fueron

bajas, de un intervalo de 12.7°C a 17.2°C, por lo que los animales no presentarían la muda ni el desarrollo gonadal esperado en su experimento.

También presentó una disminución en peso en los primeros dos meses del experimento, y lo atribuye a la ablación. Lindberg (1955) menciona que mientras más grandes sean las langostas con las que se trabaja, el ciclo de muda se hace más amplio y menos frecuente. *Panulirus interruptus* presenta un periodo de muda masivo entre agosto y octubre, otro periodo de menor intensidad entre marzo y junio, y que el crecimiento en invierno es casi nulo.

Nuestro experimento se realizó en los meses de Marzo a Noviembre del 2002 que comprende los dos periodos de muda antes mencionados.

Conclusiones

La ablación unilateral en las langostas presentó la mayor ganancia de peso respecto al uso de hc-rb y promovió la muda acortando el ciclo de ésta. Las langostas con ablación unilateral, presentaron el mayor crecimiento de longitud total, de cefalotórax y de abdomen a partir de la primera muda.

El uso de hc-rb junto con la ablación en las langostas, inhibió el efecto de la ablación sobre el crecimiento respecto al peso antes de presentarse la segunda muda. Además, se presentó el mismo incremento en longitud de cefalotórax que las langostas del grupo C. La hc-rb en conjunto con la ablación unilateral en las langostas, no presentó cambios aparentes en la duración del ciclo de muda.

A partir de la primera muda de las langostas, la hc-rb por si sola proporcionó los mismos valores que el control respecto a la ganancia en peso. Así mismo, mostró los menores valores en crecimiento de longitud total y de abdomen. La aplicación de hc-rb en las langostas no produjo cambios aparentes en la duración del ciclo de muda.

Recomendaciones:

Se consideraría importante estudiar los efectos aparentes que se están llevando a cabo en las langostas tratadas con hc-rb en un tiempo mayor, para probar la duración de la hormona en el organismo y si es necesario aumentar la dosis o frecuencia de administración.

Referencias

- Aiken D.E. 1980. Molting and growth. In: Cobb J.S. and Phillips B.F. (1980). The biology and management of lobsters. Vol. I. Physiology and behavior. Academy Press. N.Y. USA. 466pp.
- Aiken D.E. and Waddy S.L., 1980. Reproductive biology. In: Cobb J.S. and Phillips B.F. (1980). The biology and management of lobsters. Vol. I. Physiology and behavior. Academy Press. N.Y. USA. 215-276pp.
- Booth, J.D. and Kittaka, J., 1994. Growout of juvenile spiny lobster. In: B.F. Phillips, L.S. Cobb and J. Kittaka (Editores), Spiny lobster management. Fishing news books, Blackwell scientific publication, London, pp.424-445.
- Bodkin, J.L. and Browne L. 1992. Molt frequency and size class distribution in the California spiny lobster (*Panulirus interruptus*) as indicated by beach-cast carapaces at San Nicolas Island, California. Calif. Fish and Game 78(4):136-144
- Briones-Fourzán, P. And Lozano -Álvarez E. 1994. The spiny lobster fisheries in México. In: B.F. Phillips, L.S. Cobb and J. Kittaka (Editores), Spiny lobster management. Fishing news books, Blackwell scientific publication, London, pp.169-183.
- Brito Perez, R. Y Díaz Iglesias, E. (1987) Efectos de la ablación del complejo neurosecretor peduncular en juveniles de langosta, *Panulirus argus*. I. Crecimiento. Rev. Invest. Mar., 8(2), 67-80.
- Carlberg, J.M. 1975. Food preferences, feeding activity patterns, and potential competition of the American lobster, *Homarus americanus*, and ecologically similar crustaceans native to California. MSc. Thesis, San Diego State University.
- Charmantier, G., Charmantier-Daures, M. y Aiken, D.E. (1989) Accelerating lobster growth with human growth hormone. World Aquacult., 20: 52-3.
- Chang E.S. and O'Connor J.D. 1988. Crustacea: Molting. In Laufer H. and Downer R.G.H. 1988. Endocrinology of selected invertebrate types. Alan R. Liss, Inc. pp 259-278.

Chittleborough R.G., 1974. Western rock lobster reared to maturity. Aust. J. Mar- FreshWat. Res., 25, 221-225.

Cox, S.L. and Bruce M.P. 2003. Feeding behavior and associated sensory mechanisms of stage I-III phyllosoma of *Jassus edwardsii* and *Jassus verreauxsii*. J.Mar.Biol. Ass. U.K. 83:465-468

Crossland, C.J. 1988. Towards a diet for rock lobsters in mariculture. In Proc. First Australian Shellfish Aquaculture Conf. (Ed. By L.H. Evans & O'Sullivan). Pp 105-14. Curtin university of Technology. Perth.

Dall , W., and Barclay, M.C. 1977. Introduction of viable ecdysis in the western rock lobster by 20-Hydroxyecdysone. Gen. Comp. Endocrinol. 31, 323-334.

Dall, W. 1977 Review of the physiology of growth and moulting of the rock lobsters. Circ. CSIRO Div. Fish.Oceanogr. (Aust.)No. 7:75-81

Davidson, M.B., 1987. Effects of growth hormone on carbohydrate and lipid metabolism. Endocrine Reviews. 8:115-131.

Degani, G. and Gallagher M.L., 1985. Effects of Dietary 17 α -Methyltestosterone and Bovine growth hormone on growth and food conversion of slow-and normally growing American elvers (*Anguilla rostrata*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 42, 185-189.

Donaldson, E.M., U.H.M. Fagerlund,, D.A.Higgs & J.R. McBride. 1979. Hormonal enhancement of growth of fish. Pages 455-597 in W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett, editors. Fish Physiology, Volume III. Academic Press, New York, New York. USA.

Down, N.E., Schulte, P.M., Donaldson, E.M. and Dye H.M.1989. Growth acceleration of sea water adapted female Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* by constant infusion of Recombinant Bovine Growth Hormone under ambient summer conditions. Journal of the world aquaculture society. Vol.20 No.4.:181-187.

Foster, A.R., Houlihan, D.F., Gray, C., Medale, F., Fauconneau, B., Kaushik, S.J. and Le Bail, P.Y. 1991. The effect of ovine growth hormone on protein turnover in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) General and Comparative Endocrinology 82:111-120.

Gilgan M.W. and Burns B.G. 1976 The successful induction of molting in the adult male lobster (*Homarus americanus*) with a slow-release form of ecdysterone. *Steroids*. 27:571-580.

Gracia, A. y Kensler, C. B. 1980. las langostas de Mexico:su biología y pesquería. *An. Inst.Cienc. del Mar y Limnología*. UNAM. 7(2):111-128.

Hooker, S. H., Jeffs, A. C., Creese, R. G. and Sivaguru K. 1997. Growth of captive *Jasus edwardsii*(Hutton)(Crustacea: Paniluridae) in north-eastern New Zeland. *Marine and Freshwater Research*. 48:903-909.

James, P. J. 1998. Rock lobster *Jasus edwardsii* (Hutton), growth on opened versus unopened cultured mussels, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck). *Aquaculture Research*. 29: 535-537.

James, P. J. and Tong, L. J. 1998. How much food do juvenile rock lobsters need? *Sea food New Zealand*, September 1998: 39-40.

Jandel Corporation (Copyright 1992-1995) SigmaStat for WINDOWS. version 0.2.

Jeffs A. and Hooker S. 2000. Economic feasibility of aquaculture of spiny lobsters *Jasus edwardsii* in temperate waters. *World Aquacult.*, **31**: 30-41.

Jegla T.C, Ruland C., Kegel G. and Keller R., 1983. The role of the Y-organ and cephalic gland in ecdysteroid production and the control of molting in the Crayfish. *Orconectes limosus*. *J. Comp. Physiol.*, 152:91-95

Johnson, M. 1956. The larval development of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus* (Randall), with notes on *Panulirus gracillis*. *Proceeding of California Academy of Science*, 4,26:1-19.

Junio Meñez, M.A. y Ruinata, J. 1996. Survival, growth and food conversion efficiency of *Panulirus ornatus* following eyestalk ablation. *Aquaculture* ., vol 146: 225-235

Kleinholz, L. H. 1976. Crustacean Neurosecretory hormones and hysiological specificity. *Amer. Zool*. 16:151-166.

Komourdjian, M.P. Saunders, R.L., Fenwick, J.C., 1976. Evidence of the role of growth hormone as part of a light-pituitary axis in growth and smoltification of atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Zool., 54: 544-551.

Lindberg R.G. 1955. Growth population dynamics and field behavior in the spiny lobster *Panulirus interruptus*. Univ. Calif. Publs Zool. 59, 156-248.

Lipcius & Cobb. 1994. Ecology and fishery biology of spiny lobsters. In: Spiny lobster management. (Ed. Phillips B.F. et al.,) pp. 1-30. Oxford. Fishing News Book.

Lockwood A.P.M.(1967). Aspects of the physiology of the crustacea. W.H.Freeman and company. San Francisco.328pp.

López- Zenteno, M. 2002. Preferendum térmico y halino en juveniles de *Panulirus interruptus* empleando un metodo de gradientes y la descripción de comportamientos termorreguladores y osmoconformadores. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Unidad Ensenada, Baja California Mexico. 49pp.

Lyle, W.G. and C.D. McDonald. 1983. Molt stage determination in the hawaiian spiny lobster *Panulirus marginatus* J. of Crustacean Biology 3(2):208-216.

Maynard , D. M. and Sallee, A. 1970. Disturbance of feeding behavior in the spiny lobster, *Panulirus argus*, following bilateral ablation of the medulla terminalis. Z. Vergl. Physiol., 66, 123-40.

McConaughy J.R. 1979. The effects of 20-hydroxyecdysone on survival and development of first and third stage *Cancer anthonyi* larvae. Gen. Comp. Endocrinol., 37:421-427.

McLean E., Devlin R.H., Byatt J.C., Clarke W.C. y Donaldson E.M. (1997) Impact of controlled release formulation of recombinant bovine hormone upon growth and seawater adaptation in coho (*Oncorhynchus kisutch*) and Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) salmon. Aquaculture, **156**:113-28.

Ortiz- Vieveros, D. 1996, Adaptaciones fisiologicas de la langosta roja *Panulirus interruptus* para sobrevivir fuera del agua en relacion al tiempo y temperature de exposicion aerea. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Unidad Ensenada, Baja California Mexico. 51 pp.

Passano L.M., 1960. Molting and its control. In: Waterman T.H. The physiology of the crustacea. Vol I. Metabolism and growth. Academic press, pp. 473-536

Phillips, B.F and Kittaka J. 2000. Spiny lobsters: Fisheries and culture. Fishing news books, Blackwell scientific publication, London

Phillips, B.F. and Evans L.H. 1997. Aquaculture and stock enhancement of lobsters. Marine and Freshwater Research. 48: 899-902.

Phillips B.F., Cobb J.S. and George R.W. (1980). General biology. In: Cobb J.S. and Phillips B.F. (1980). The biology and management of lobsters. Vol. I. Physiology and behavior. Academy Press. N.Y. USA. 466pp.

Quackenbush, L.S. y Herrnkind, W.F.(1981) Regulation of molt and gonadal development in the spiny lobster, *Panulirus argus*(Crustacea:Paniluridae): effect of eyestalk ablation. Comp. Biochem. Physiol., **69A**: 523-7.

Rao K.R., Fingerman M. and Hays C., 1972. Comparison of the abilities of a- ecdysone and 20-hydroxiecdisone to induce precocious proecdysis and ecdysis in the fiddler crab, *Uca pugilator*. Z. Vergl. Physiol., 76:270-284.

Rao, K.R., Fingerman K.R. and Fingerman SW. 1973. Effects of exogenous ecdysones on the molt cycles of fourth and fifth stage american lobsters, *Homarus americanus*. Comp. Biochem. Pohysiol., 44A:1105-1120

Radhakrishnan, E.V. and Vijayakumaran, M. (1984). Efects of eyestalk ablation in spiny lobster *Panulirus homarus*(Linnaeus): 1. On moulting and growth.Ind. J. Fish., **31**, 130-47.

Rayns, N.D. 1991. The growth and survival of juvenile rock lobster *Jasus edwardsii* held in captivity, PhDthesis, University of Otago.

Rodriguez-Pruneda A. 2002. Efecto de la ablacion del pedunculo ocular en langosta roja (*Panulirus interruptus*. Randall, 1840). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UABC. Unidad Ensenada, Baja California México. 56pp.

Serfling, S.A. y Ford, R.F. 1975 Laboratoy culture of juvenile stages of the California spiny lobster *Panulirus interruptus*.at elevated temperatures. Aqauculture, 6, 377-87.

Smith R.I. 1940. Studies on the effects of eyestalk removal on young crayfish(*Gammarus clarkii* Girard). Biol Bult. 9:145-152.

Sokal R.R., Rohlf F.J., 1969.Biometría, Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume ediciones.831pp.

Sochasky, j.B. 1973. Failure to accelerate moulting followinf eyestalk ablation in decapod crustaceans. A review of literature Fish. Res. Board Can. Tech. Rep. 431:1-27.

Sochasky, j.B., D.E. Aiken, and D.W. Mc Lease. 1973 Does eyestalk ablation accelerate moulting on the lobster *Homarus americanus*? J. Fish. Res. Board Can., 30:1600-1603.

Thomas, M.M. 1972. Growth of the spiny lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus), in captivity. Indian-J-Fish vol. 19, no. 1-2, pp. 125-129

Travis, D.F. 1951 The control of the sinus gland over certain aspects of calcium metabolism in *Panulirus argus* (Latreille). Anat. Rec. 111:503(abstr).

Travis, D.F. 1954. The moulting cycle of the spiny lobster. *Panulirus argus* Laterille. Moulting and growth in laboratory maintained individuals. Biol. Bull. (Woods Hole Mass)107:433-450

Waterman. T.H. 1960. The physiology of the crustacean. Academic Press., N.Y. EUA. 670pp.

Zar J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2nd ed. Pentice Hall. 710pp.