

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
INSTITUTO DE ACUICULTURA
ESCUELA DE INGENIERIA EN ACUICULTURA**



**“DESARROLLO DE TECNICAS DEL CULTIVO LARVARIO DE
Lithodes santolla (Molina, 1782) (Decapoda, Lithodidae). EFECTO
DE LA DENSIDAD DE CULTIVO Y PORCENTAJE DE
RECAMBIO DE AGUA EN LA SUPERVIVENCIA Y TIEMPO DE
DESARROLLO LARVAL”**

Tesis para Optar al Título de Ingeniero Acuícola.

Profesor Patrocinante: Dr. Kurt Paschke L

Instituto de Acuicultura.

CAROLA SOLEDAD ROJAS ORTEGA

PUERTO MONTT, CHILE

2007.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Ecofisiología de Crustáceos (LECOFIC) del Instituto de Acuicultura de la Universidad Austral de Chile, Campus Puerto Montt, en especial al Dr. Kurt Paschke, por todo el apoyo brindado.

Al proyecto FONDEF DO2I1163 por el financiamiento de este trabajo de tesis.

Y de una manera muy especial a mis padres Fernando y Maru, como así también toda mi familia y amistades.

INDICE GENERAL:

Página

	RESUMEN	
	ABSTRACT	
1.	INTRODUCCION	1
	1.1 Objetivo General	6
	1.2 Objetivos Específicos	6
2.	MATERIAL Y METODOS	7
	2.1.1 Obtención y Mantenición de hembras oviferas	7
	2.1.2 Diseño Experimental	8
	2.1.3 Cultivo Larval	9
	2.2 Fisiología	10
	2.2.1 Tasa de Respiración (VO₂)	10
	2.2.3 Determinación del peso seco	11
	2.3 Determinación de la Composición Bioquímica de juveniles de <i>L.santolla</i>	11
	2.4 Análisis Estadístico	13
3.	RESULTADOS	14
	3.1 Influencia de la Densidad de Cultivo y el Porcentaje de Recambio de agua en la Supervivencia larval	14
	3.1.1 Supervivencia Estadio Zoea I	14
	3.1.2 Supervivencia Estadio Zoea II	15
	3.1.3 Supervivencia Estadio Zoea III	16
	3.1.4 Supervivencia Estadio Megalopa	18

3.2	Influencia de la Densidad de Cultivo y el Porcentaje de Recambio de agua en el Tiempo de Desarrollo larval	20
3.2.1	Tiempo Desarrollo Estadio Zoea I	20
3.2.2	Tiempo Desarrollo Estadio Zoea II	21
3.2.3	Tiempo Desarrollo Estadio Zoea III	22
3.2.4	Tiempo Desarrollo Estadio Megalopa	24
3.3	Efecto de la Densidad de Cultivo y el Porcentaje de Recambio de agua sobre el Contenido de Proteínas y Lípidos en juveniles	25
3.3.1	Proteínas	25
3.3.2	Lípidos	27
3.4	Efecto de la Densidad de Cultivo sobre la Tasa de Consumo de Oxígeno para cada estadio larval incluido primer juvenil	28
4.	DISCUSIÓN	30
5.	CONCLUSIONES	37
6.	BIBLIOGRAFÍA	39
7.	ANEXOS	45
7.1	Anexo Tablas	45
7.2	Anexos Resumen Estadístico	49

INDICE FIGURAS

	Págs.
Figura 1: Porcentaje de Supervivencia para Zoea I cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua.	15
Figura 2: Porcentaje de Supervivencia para Zoea II cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua.	16
Figura 3: Porcentaje de Supervivencia para Zoea III cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua.	17
Figura 4: Porcentaje de Supervivencia para Megalopas cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua.	19
Figura 5: Tiempo desarrollo en días del estadio Zoea I cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua.	21
Figura 6: Tiempo desarrollo en días del estadio Zoea II cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua.	22

- Figura 7: Tiempo desarrollo en días del estadio Zoea III cultivadas distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. 23
- Figura 8: Tiempo desarrollo en días del estadio Megalopa cultivadas distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. 24
- Figura 9: Microgramos de Proteína por individuo (μg de proteína*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. También se muestran valores para ZI y juveniles cultivados sin efecto de las combinaciones. 26
- Figura 10: Microgramos de Lípidos por individuo (μg de lípidos*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. También se muestran valores para ZI y juveniles cultivados sin efecto de las combinaciones. 28
- Figura 11: Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) para todos los estadios larvales incluidos primer juvenil sometidos a cuatro densidades de cultivo. 29

INDICE ANEXO DE TABLAS

Págs.

Tabla 1: Valores de Tiempo de desarrollo (Media días \pm DE) para Zoea I cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 45

Tabla 2: Valores de Tiempo de desarrollo (Media días \pm DE) para Zoea II cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 45

Tabla 3: Valores de Tiempo de desarrollo (Media días \pm DE) para Zoea III cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 45

Tabla 4: Valores de Tiempo de desarrollo (Media días \pm DE) para Megalopa cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 46

Tabla 5: Valores de Porcentaje de supervivencia (Media % \pm DE) para Zoea I cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 46

Tabla 6: Valores de Porcentaje de supervivencia (Media % \pm DE) para Zoea II cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 46

Tabla 7: Valores de Porcentaje de supervivencia (Media % \pm DE) para Zoea III cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 47

Tabla 8: Valores de Porcentaje de supervivencia (Media % \pm DE) para Megalopa cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 47

Tabla 9: Valores de Microgramos de Proteína por individuo (μg de proteína*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. También se muestran valores para ZI y juveniles cultivados sin efecto de las combinaciones. 47

Tabla 10: Valores de Microgramos de lípidos por individuo (μg de lípidos*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. También se muestran valores para ZI y juveniles cultivados sin efecto de las combinaciones. 48

Tabla 11: Valores de Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) para todos los estadios larvales incluidos primer juvenil sometidos a cuatro densidades de cultivo. 48

INDICE ANEXO DE RESÚMEN ESTADÍSTICO

Tabla 12: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Tiempo de desarrollo para Zoea I cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.	49
Tabla 13: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Tiempo de desarrollo para Zoea II cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.	49
Tabla 14: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Tiempo de desarrollo para Zoea III cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.	49
Tabla 15: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Tiempo de desarrollo para Megalopas cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.	50
Tabla 16: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Porcentaje de Supervivencia para Zoea I cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.	50

Tabla 17: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Porcentaje de Supervivencia para Zoea II cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 50

Tabla 18: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Porcentaje de Supervivencia para Zoea III cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 51

Tabla 19: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Porcentaje de Supervivencia para Megalopas cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua. 51

Tabla 20: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Microgramos de Proteína por individuo (μg de proteína*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. 51

Tabla 21: Resumen Estadístico ANOVA dos vías Microgramos de Lípidos por individuo (μg de lípidos*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. 52

Tabla 22: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Zoea I a cuatro densidades de cultivo. 52

Tabla 23: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Zoea II a cuatro densidades de cultivo. 52

Tabla 24: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Zoea III a cuatro densidades de cultivo. 53

Tabla 25: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Megalopas a cuatro densidades de cultivo. 53

Tabla 26: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Juveniles a cuatro densidades de cultivo. 53

RESUMEN

La centolla *Lithodes santolla* se ubica en las costas del sur de Chile y Argentina. En Chile prácticamente la totalidad del recurso extraído se comercializa en el mercado internacional, donde compite con sus símiles denominados *King Crabs*. Producto de la sobreexplotación a la cual está sometida esta especie y con el fin de apoyar la diversificación de la acuicultura, el presente trabajo aporta con el estudio de la tecnología de cultivo de larvas de *L.santolla*. Se propone investigar las condiciones adecuadas de cultivo de larvas y juveniles para su masificación, utilizando 4 densidades de cultivo inicial (100, 200, 400 y 800 larvas por canastillo respectivamente) combinadas con 6 porcentajes de recambio de agua (0, 25, 50, 100, 200 y 400 % respectivamente). Se obtuvieron 24 combinaciones que fueron evaluadas en porcentaje de supervivencia y tiempo de desarrollo para cada estadio larval, contenido energético de larvas postmetamorfosadas y tasa de consumo de oxígeno para larvas de todos los estadios sometidas a distintas densidades de cultivo.

En este contexto este trabajo nos permite describir y sugerir una técnica de cultivo larval que registra supervivencias por sobre el 80 % y un tiempo de cultivo total de 6.02 días hasta Zoea II, cultivadas con un porcentaje de recambio de agua diario del 50% a una densidad de 800 larvas por canastillo.

Para los siguientes estadios Zoea III y megalopa al distribuir las larvas a una densidad de 400 larvas por canastillo con un 200% de recambio de agua diario se tendrá como resultado un 44% de supervivencia hasta primer juvenil en 29.5 días, lo que arroja un tiempo total de cultivo larval de 35,5 días.

ABSTRACT

The spider crab *Lithodes santolla* is located on the south coast of Chile and Argentina. In Chile, practically the totality of extracted resources go to the international market, where it competes with its similar called 'King crabs'. The product of the average overexploitation that this species has been submitted to and to end up supporting the diversity of aquaculture, this work is brought with the study of *L. santolla* larvae cultivation technology. It proposes investigate the adequate conditions of larval cultivation and juveniles by its mass production, utilizing 4 densities of initial cultivation (100, 200, 400 and 800 larvae per basket respectively) combined with 6 different percentages of water changes (0, 25, 50, 100, 200 and 400% respectively). 24 combinations have been obtained and evaluated in survival and progress time percentage per each larval state, energetic content for post-metamorphosed larvae and consuming rate of oxygen for larvae of all submitted states of different densities of cultivation.

In this context, this work allows us to describe and suggest a technique of larval cultivation that registers survivals of 80% to Zoea II and a total cultivation time of 6.02 days per Spider Crab larva cultivated with a percentage of daily water change of 50% of the mussel platform with a density of 800 larvae per basket.

For the next stages Zoea III and megalopa distributing the larvae with a density of 400 larvae per basket with a 200% daily water changes, the results will show 44% survival until first juvenile in 29.5 days, obtaining a total cultivation time of 35.5 days.

1 -. INTRODUCCION

En Chile, la acuicultura a nivel industrial se viene desarrollando desde hace ya más de dos décadas. En la actualidad, la décima región es la productora y exportadora más importante del país aportando el 80 % de la producción nacional, sin embargo, el 72 % de la producción regional se la adjudica la industria salmonera (ProChile, 2004). Esta actividad de gran importancia económica para la región y el país, también ha generado una preocupación a nivel de gobierno, pues se hace necesario diversificar aun más las actividades acuícolas, es por esto que el gobierno ha incentivado proyectos innovadores de investigación y transferencia tecnológica con el fin de desarrollar tecnologías de cultivo de nuevas especies.

Las especies litóideas han sido catalogadas como recursos pesqueros altamente rentables debido su gran tamaño corporal y alto valor de mercado. Varias especies son pescadas comercialmente en regiones subpolares (Dawson, 1989; Lovrich, 1997). Las principales especies de cangrejos litóideos comercializados en el mundo son *Paralithodes camtschatica*, *P. platypus*, *P. brevipes* y *Lithodes aequispinus* todas ellas del Hemisferio Norte. Una demanda considerable ha permitido el ingreso de otras especies del Hemisferio Sur, entre ellas la centolla *Lithodes santolla*.

Las exportaciones chilenas de esta especie se destinan principalmente a Japón (53.2%) y Estados Unidos (41.2%) (FAO, 2003). Su comercialización se realiza en el mercado internacional principalmente como congelada, conservada y conservada congelada.

Actualmente en Chile este recurso se encuentra sobre-explotado en la XII Región (Campodonico *et al.*, 1983; Bertuche *et al.*, 1990; Lovrich, 1997) y su pesquería sólo está permitida durante algunos meses al año. Por este motivo se estableció una reglamentación de la pesca de la centolla, la cual tiene como objetivo primario la preservación del potencial reproductivo de la especie, protegiendo las hembras, los periodos de muda de las hembras y de reproducción, además se permite que los machos se apareen al menos una vez antes de alcanzar la talla de extracción legal. En la actualidad rigen las siguientes disposiciones (SERNAPESCA, 1997):

1. Talla mínima legal de 12 cm largo cefalotórax (LC), en la XII Región, y de 10 cm en la X y XI Región.
2. Trampas como único arte de pesca permitido.
3. Veda biológica entre el 1º de Diciembre de cada año y el 30 de Junio del año siguiente, en la X y XI Región.
4. Veda biológica entre el 1º de Diciembre de cada año y el 31 de Enero del año siguiente, en la XII Región.
5. Prohibición de desembarcar hembras.

Sin embargo, la explotación de la pesquería de la centolla ha incurrido permanentemente en la violación de las reglamentaciones, promovida en parte por la falta de controles pesqueros adecuados (Lovrich, 1997).

El alto valor comercial de la centolla y el estado actual de sus pesquerías justifica estudios de factibilidad para el cultivo de ella, ya que los volúmenes de extracción provienen en su totalidad de las pesquerías, esta especie ha generado interés y podría constituir una buena alternativa de cultivo y/o repoblamiento.

L. santolla es un crustáceo decápodo anomuro (Retamal, 1999) que se distribuye en las costas Pacífica y Atlántica de América de Sur. Esta especie es catalogada como submareal estricta, es frecuente encontrarla entre los 10 – 15 metros de profundidad, aunque incluso puede llegar a los 700 metros de profundidad, realizar migraciones reproductivas a aguas poco profundas, facilitando la captura del recurso (Vinuesa, 1991). Es considerada una especie longeva que alcanza la madures sexual a los 5 a 6 años de edad, su crecimiento es catalogado como lento y fluctúa entre los 4 a 6 mm de largo de caparazón (LC) por muda de hembras adultas y entre 10 – 15 mm LC por muda en los machos como promedio de longitud, en los juveniles de ambos sexos, el incremento promedio es de unos 7mm de LC por muda (Vinuesa *et al.*,1990), la centolla alcanza un tamaño de 180 mm de LC y a partir de los 110 mm LC pesa más de 1 Kg (Boschi *et al.*, 1984).

La información disponible sobre centollas del Hemisferio Sur es mucho más reducida comparada con los estudios realizados para especies del Hemisferio Norte. Sobre *L. santolla* existen diversos trabajos sobre las características específicas de la pesquería y de su biología, sin embargo son muy pocos lo que se refieren a la determinación de técnicas de cultivo. Los trabajos de Campodónico (1971), cuyo

objetivo era la descripción de los estadios larvales, y los de Vinuesa *et al.* (1985), Comoglio y Vinuesa (1991), donde se evalúan los efectos de factores bióticos y abióticos sobre la supervivencia y tiempo de desarrollo durante los diferentes estadios larvales, también los de Kattner *et al.* (2003) sobre cambios en la bioenergética de las fases larvales y juveniles de esta especie, los de Anger *et al.* (2004) entre otros, han sido de gran importancia para el conocimiento de esta especie.

Las larvas de crustáceos durante su fase planctónica pasan por distintos estadios ontogenéticos, los cuales pueden ser caracterizados, en general, por el estadio larval denominado zoea, cuyo número y duración es característico de la especie y dependiente de las condiciones ambientales y por el último estadio larval, megalopa, destinado principalmente al acoplamiento plancton-bentos. Cada uno de estos estadios resulta a través de mudas sucesivas, para *L. santolla* el desarrollo larval abarca 3 estadios zoea y un estadio megalopa (Campodónico & Guzmán, 1981).

Una ventaja, para el cultivo larval de esta especie es su lecitotrofía. Se postula que ha sido desarrollada por adaptaciones especiales de sus primeras fases larvales del ciclo de vida a condiciones de limitación de alimento debido a la baja productividad planctónica durante el invierno y particularmente a su tolerancia a subsistir en bajas temperaturas en altas latitudes (Anger *et al.*, 2004; Calagno *et al.*, 2003; Kattner *et al.*, 2003; Lovrich *et al.*, 2003; Thatje *et al.*, 2003). Esta característica permite desarrollar el cultivo sin presencia de alimento, lo que técnicamente facilita en gran parte una etapa importante e intensiva de la mayoría de

los cultivos, con todas las implicancias en costo de alimento que esto conlleva. Es así como esta característica propia de la especie presenta beneficios adicionales relacionados con la mantención de una mejor calidad del agua durante el desarrollo larval y facilita la posibilidad de la implementación de sistemas de recirculación de agua.

Para el cultivo de esta especie, la implementación y el uso de distintas alternativas de porcentaje de recambio de agua junto con el desarrollo de técnicas asociadas a la densidad de cultivo durante el desarrollo larval de la centolla, resulta un complemento importante a evaluar. Es así como a través de los resultados de supervivencia alcanzada para cada combinación junto con los días de cultivo necesarios para mudar exitosamente al siguiente estadio, se podrá obtener la condición más conveniente para el cultivo masivo de larvas y obtención de juveniles. Los registros de contenido energético de juveniles y la tasa de consumo de oxígeno asociada a la densidad de cultivo nos permitirán determinar la combinación que provoque las menores pérdidas energéticas durante el desarrollo larval y establecer una condición optima de cultivo ya sea para todo el desarrollo larval así como una combinación de ellas según las distintas etapas del cultivo.

1.1 Objetivo General:

Evaluar el efecto combinado de técnicas de cultivo como densidad y porcentaje de recambio de agua, sobre el tiempo de desarrollo y supervivencia durante las primeras fases del ciclo de vida de *L. santolla*.

1.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de la densidad y porcentaje de recambio de agua del cultivo sobre la supervivencia para todos los estadios larvales.
- Evaluar el efecto de la densidad y porcentaje de recambio de agua del cultivo sobre el tiempo de desarrollo de todos los estadios larvales.
- Determinar el consumo de oxígeno de todos los estadios larvales y juveniles de *L. santolla* sometidos a distintas densidades de cultivo.
- Evaluar el efecto de la densidad y porcentaje de recambio de agua del cultivo sobre el contenido de proteínas y lípidos en juveniles.

2.- MATERIALES Y METODOS

2.1.1 OBTENCION Y MANTENCIÓN DE HEMBRAS OVIFERAS

Las hembras ovíferas de *L.santolla* fueron capturadas por medio de una Pesca de Investigación otorgada por la Subsecretaria de Pesca, la cual autorizó a la embarcación Eden III a realizar faenas extractivas del recurso, para lo cual se utilizaron trampas con entrada superior y restos de salmón como carnada, con un tiempo de reposo de 48 horas aproximadamente.

La captura de hembras de *L.santolla* fue realizada en aguas interiores de la décima región, principalmente en el Seno de Reloncaví. Las hembras capturadas fueron transportadas a Puerto Montt con agua de mar circulante y separadas de la pesca comercial para luego ser trasladadas al Laboratorio de Ecofisiología de Crustáceos (LECOFIC) del Instituto de Acuicultura de la Universidad Austral de Chile, Campus Puerto Montt.

En el laboratorio, las hembras fueron clasificadas según el grado de avance en el desarrollo embrionario y mantenidas en bateas de 35 litros con agua de mar filtrada en tramas de 100, 20, 5 y 1 μm para luego ser esterilizada por UV, a una temperatura constante de 12°C, con aireación continua hasta la eclosión de las larvas.

2.1.2 Diseño Experimental

Para evaluar el efecto de la densidad de cultivo y el porcentaje de recambio de agua sobre el tiempo de desarrollo y supervivencia larval, se diseñó un experimento con un grupo de larvas recién eclosionadas provenientes de diferentes hembras, las cuales fueron distribuidas en los distintos tratamientos.

Se designaron 4 densidades experimentales: 100 larvas por canastillo, 200 larvas por canastillo, 400 larvas por canastillo y 800 larvas por canastillo (designadas como 1, 2, 4 y 8 respectivamente) las cuales fueron combinadas con 6 distintos porcentajes de recambio de agua. Estos porcentajes, se interpretaron como un 0%, 25%, 50%, 100%, 200% y 400% del volumen total de agua, respectivamente. El experimento fue realizado con 4 réplicas.

A modo de simplificar los 6 niveles de porcentaje de recambio de agua utilizados en este experimento, se definieron tres categorías; llamaremos recambios bajos a los recambios de agua de 0 y 25 %, recambios intermedios a los que tuvieron recambios de 50 y 100% y recambios altos a las bateas que recibieron recambios de 200 y 400% de agua, respectivamente.

2.1.3 Cultivo larval

Las larvas eclosionadas de las hembras ovíferas, se colectaron diariamente del efluente de los estanques de mantención de reproductores.

El cultivo larval se realizó con agua de mar filtrada ($1\ \mu\text{m}$ mas UV) a una temperatura constante de 12°C , salinidad de 31.2 ± 1 psu. Durante el cultivo se registró diariamente factores abióticos como temperatura y salinidad de cultivo. Además se extrajo la mortalidad y se llevó un registro diario de exuvias, el cual permitió determinar el tiempo de desarrollo de cada estadio.

Se realizaron recambios de agua de mar filtrada y esterilizada por UV, según los requerimientos de los distintos tratamientos.

Para todas las bateas experimentales de cultivo se incorporó un sistema de recirculación de agua, el cual se llevo a cabo por medio de la utilización de bombas (ASTRO 2000), las cuales tenían como función principal la mezcla y homogenización del agua existente en las bateas como también su oxigenación. Esta bomba se encontraba dispuesta en una caja de poliestireno expandido de alta densidad de capacidad 40 lt aprox. La salida de agua de la bomba estaba conectada a una

manguera de 20mm aprox seguida por un tubo de pvc del mismo diámetro con orificios de 5 mm para el suministro de agua para cada canastillo experimental. El agua excedente que correspondía al flujo mayor, circulaba hasta un extremo de la batea donde, por medio de tuberías, retornaba hasta la caja donde se encontraba la bomba.

2.2 FISILOGIA

Para la cuantificación del consumo de oxígeno de los distintos estadios larvales de *L.santolla* sometidos a las 4 densidades experimentales, se realizó una incubación que simuló las distintas condiciones de densidad. Durante la cuantificación se utilizaron 4 réplicas y 4 controles.

2.2.1 Tasa de respiración

Para la cuantificación del consumo de oxígeno se utilizó un micro-sensor de oxígeno de flujo FTCH-TF conectado a un equipo Presens, modelo MICROX TX3. La concentración de oxígeno se monitoreó cada 5 segundos, hasta que la señal resultó estable, aproximadamente 3 a 5 minutos. La concentración de oxígeno se registró en forma directa, y el sensor entregó la concentración en miligramos por litro. Se tuvo la precaución de que la saturación de oxígeno del volumen de incubación no disminuyera del 80 %.

La incubación se realizó simulando las condiciones de densidad, en un recipiente hermético libre de burbujas de aire, con agua de mar filtrada a 0,45 µm, a una temperatura constante de 12°C por un período de 25 horas aproximadamente para las densidades más bajas (100 y 200 larvas por canastillo respectivamente), y 10 horas para las densidades más altas (400 y 800 larvas por canastillo) para todos los estadios.

2.2.3 Determinación del peso seco

Luego de la determinación del VO₂ las larvas de cada réplica se lavaron con agua destilada (AD) para eliminar las sales (evitando un periodo prolongado de AD para evitar shock osmótico) y se congelaron a -30°C. Posteriormente las muestras fueron liofilizadas (Savant Novalyphe NL 150) por un periodo de 48 horas y luego pesadas en una balanza analítica de 10µg de precisión (Precisa 290 SCS Balances) y congeladas a -30°C para el análisis bioquímico.

2.3 Determinación de la composición bioquímica de juveniles de *L.*

santolla

De los tratamientos que completaron el desarrollo larval hasta primer juvenil, se extrajeron 30 juveniles, en total 10 por cada réplica. Adicionalmente al experimento se tomaron muestras de un pool de 100 zoeas I y juveniles cultivados

en laboratorio. Esto permitió comparar los contenidos energéticos sin efecto de densidad y porcentaje de recambio de agua.

Las muestras liofilizadas fueron resuspendidas en 1 ml de agua destilada y sonicadas por un disruptor celular marca Misonix modelo Microson XL 2000. De este homogenizado fueron separados submuestras en triplicado para el análisis de lípidos y proteínas. Para el análisis de lípidos se extrajo 100 μ l de homogenizado, se llevaron a 1000 μ l de cloroformo metanol (CHCl_3 / CH_3OH 2:1). El análisis de proteínas se realizó extrayendo 75 μ l de homogenizado y 500 μ l de ácido tricloro acético al 20%. La estimación de lípidos totales se midió por el método Sulfofosfovanillina (Zollner & Kirsch.,1962), utilizando Colesterol como estándar. El método de Lowry *et al.*, (1951), Reactivo de Folin –Ciocalteu fue utilizado para la estimación de proteínas totales, se utilizó albumina de suero de bovino (BSA) como estándar. Por último la lectura se realizó con el uso de un espectrofotómetro marca Spectronic Genesys 5 a 530 y 750 nm, respectivamente.

2.4 Análisis Estadístico de los Resultados

El análisis estadístico de todos los resultados, fue realizado siguiendo los metodos descritos por Sokal & Rohlf. (1995). La distribución normal y homogeneidad de varianzas fueron probadas mediante test Kolmogorov-Smirnov y Prueba de Bartlett, respectivamente.

Para evaluar el efecto combinado del porcentaje de recambio de agua y la densidad de cultivo sobre las variables de supervivencia, tiempo de desarrollo y contenido energético, se realizó análisis de varianza (ANDEVA) a dos vías.

La tasa de consumo de oxígeno fue analizada mediante un análisis de varianza de un factor para así poder evaluar el efecto sobre la densidad de individuos.

En todas las pruebas estadísticas se trabajó con un nivel de significancia de un ($P < 0,05$). Se utilizó el test de comparación múltiple T-tukey para determinar los grupos diferentes. El registro numérico, gráficos y tablas se realizaron con la ayuda del programa Excel para Windows. Los análisis estadísticos se ejecutaron por medio del software STATISTICA para Windows.

3.- RESULTADOS

3.1.- INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE CULTIVO Y EL PORCENTAJE DE RECAMBIO DE AGUA EN LA SUPERVIVENCIA LARVAL.

3.1.1 SUPERVIVENCIA ESTADIO ZOEIA I

Diferencias significativas fueron encontradas al analizar la supervivencia entre las distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua (ANOVA; $F = 12,85$; $P < 0,05$).

Una supervivencia mayor al 92% registraron distintas densidades combinadas con porcentajes de recambio de agua altos 200 y 400% respectivamente, siendo entre ellas la combinación 200% de recambio de agua a una densidad de 100 larvas por canastillo la que obtuvo el mayor porcentaje promedio de supervivencia ($95,5 \pm 4,3\%$).

Las densidades combinadas con porcentajes de recambio de agua 0, 25 y 100% respectivamente, registraron valores menores de supervivencia. Una supervivencia promedio menor que el 50 % fue registrada para la combinación de 100% de recambio de agua a una densidad de 200 larvas por canastillo. Distinto caso ocurrió con el porcentaje de recambio de agua intermedio 50% el cual combinado con la densidad de 800 larvas por canastillo, arrojó una supervivencia por sobre el 90% cifra comparable con los valores encontrados para recambio de agua altos. (Fig.1).

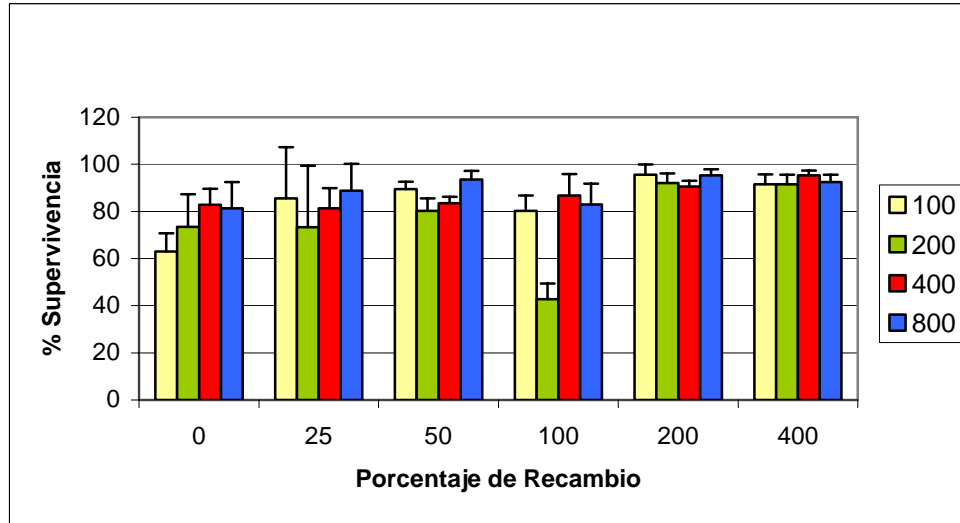


Figura 1. Porcentaje de supervivencia para Zoea I cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. Los colores representan las distintas densidades experimentales.

3.1.2.- SUPERVIVENCIA ESTADIO ZOEIA II

Diferencias significativas fueron encontradas al analizar la supervivencia entre las distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua (ANOVA; $F = 16,34$; $P < 0,05$).

Se puede observar claramente que las mayores supervivencias se registraron con recambios de agua altos en las distintas densidades. La combinación 400% de recambio de agua con 400 larvas por canastillo obtuvo el mayor porcentaje promedio de supervivencia ($83,2 \pm 6,2 \%$).

El menor porcentaje de supervivencia $28 \pm 5,5\%$ se registró nuevamente en la combinación 100% de recambio de agua y densidad de 200 larvas por canastillo. Por último, el porcentaje de recambio de agua de 50% vuelve a alcanzar valores cercanos a los registrados para recambios de agua altos (82%) para las larvas cultivadas a una densidad 800 larvas por canastillo. (Fig. 2).

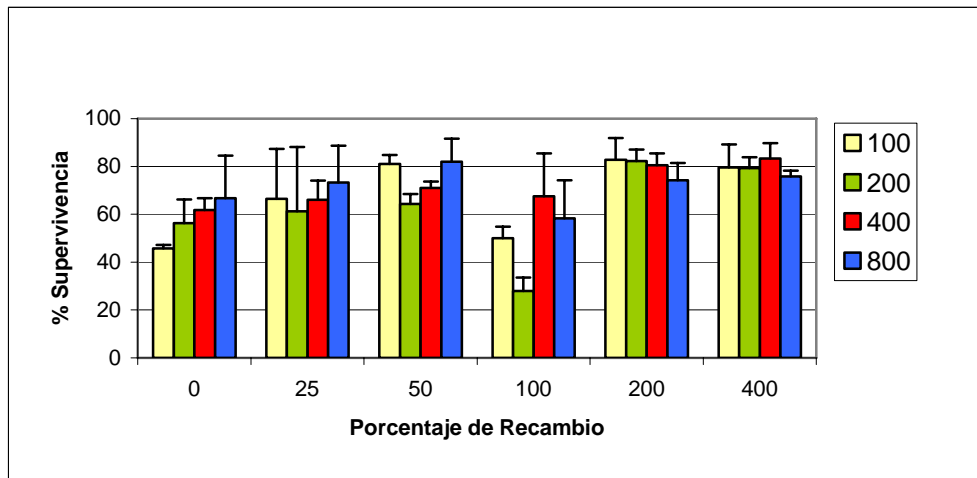


Figura 2. Porcentaje de supervivencia para zoea II cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. Los colores representan las distintas densidades experimentales.

3.1.3.- SUPERVIVENCIA ESTADIO ZOEIA III

Al comparar estadísticamente el efecto de la densidad y porcentajes de recambio de agua para zoea III se encontraron diferencias significativas (ANOVA; $F = 12,48$; $P < 0,05$). (Fig. 3).

Las distintas densidades combinadas con recambios de agua mayores (200 y 400%), registraron supervivencias por sobre el 50%. Entre ellas el mayor porcentaje $72,5 \pm 9,32$ % de supervivencia se obtuvo en la densidad 400 larvas por canastillo y un recambio de agua de 400%. El menor valor $17,25 \pm 7,27$ % de supervivencia se registró para la densidad 200 combinada con 100% de recambio de agua.

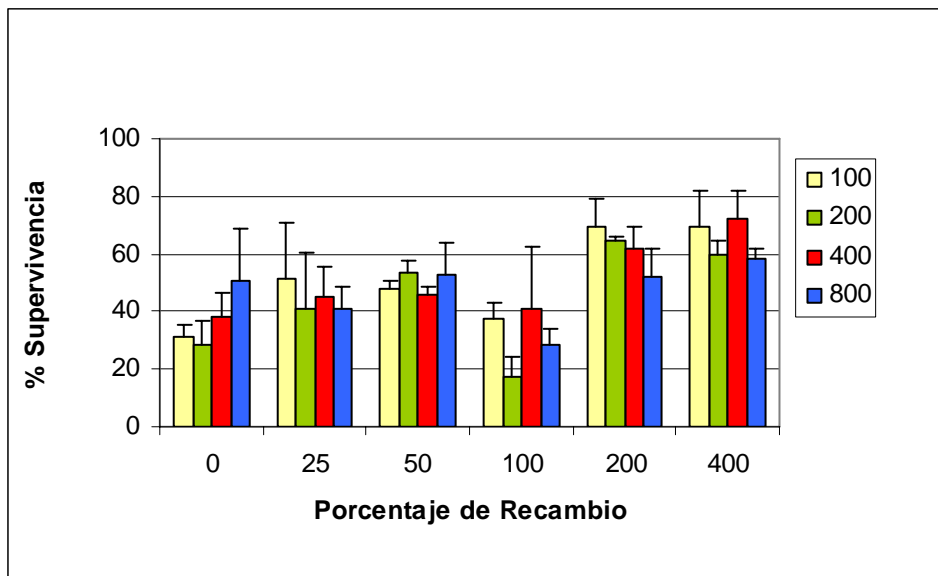


Figura 3. Porcentaje de supervivencia para zoea III cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. Los colores representan las distintas densidades experimentales.

3.1.4- SUPERVIVENCIA ESTADIO MEGALOPA

Se puede diferenciar claramente, que el porcentaje de supervivencia de las densidades combinadas con recambios de agua bajos e intermedios registraron valores de hasta incluso un 70% menores que las megalopas mantenidas en recambios de agua altos (ANOVA; $F = 22,31$; $P < 0,05$).

En la Figura 4, se puede observar que no todas las combinaciones llegaron a completar su desarrollo larval hasta primer juvenil. Con recambio de agua de 0% solo la densidad de 200 larvas por canastillo registró una supervivencia ($3,7 \pm 1,5\%$). Los recambios de agua de 50% y 100% con las densidades menores (100 y 200 larvas por canastillo), no alcanzaron el 5 % de supervivencia.

Las densidades combinadas con recambios de agua altos alcanzaron supervivencias de hasta un $58,2 \pm 5\%$ (400% de recambio de agua y 100 larvas por canastillo), seguidos por las larvas cultivadas en densidad 400 larvas por canastillo para los recambios 200% y 400% con valores respectivos de 44 y 41 % de supervivencia .

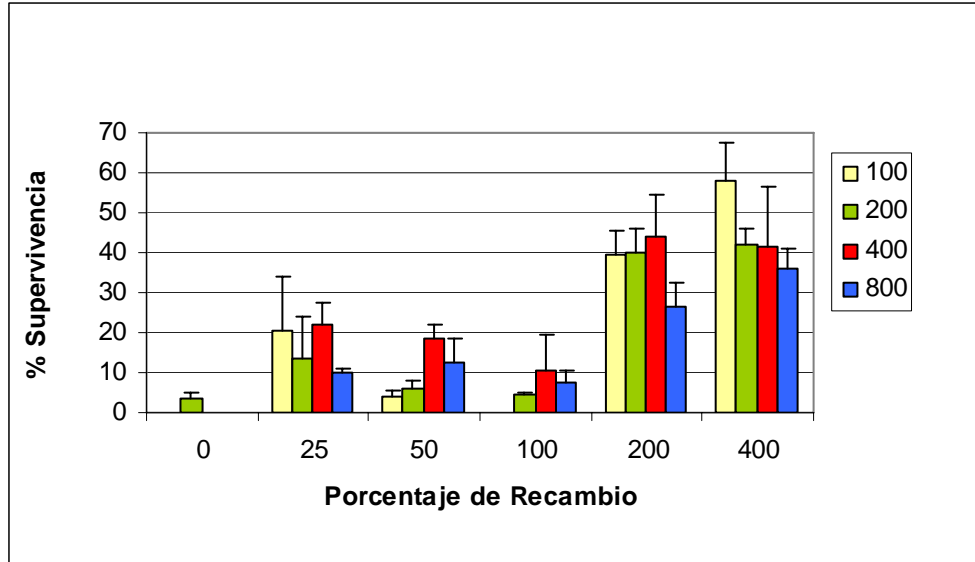


Figura 4. Porcentaje de supervivencia para megalopas cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. Los colores representan las distintas densidades experimentales.

3.2.- INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE CULTIVO Y EL PORCENTAJE DE RECAMBIO DE AGUA EN EL TIEMPO DE DESARROLLO LARVAL.

3.2.1 TIEMPO DESARROLLO ESTADIO ZOEIA I

Al analizar el tiempo de desarrollo larval de zoea I con las distintas combinaciones de densidades y recambios de agua se encontraron diferencias significativas (ANOVA; $F = 5,11$; $P < 0,05$).

El menor tiempo de desarrollo promedio ($2,83 \pm 0,20$ días) se obtuvo de la combinación 200% de recambio de agua a 800 larvas por canastillo, en cambio el mayor tiempo de desarrollo ($3,88 \pm 0,03$ días) con la combinación 100% de recambio y densidad 200 larvas por canastillo.

En general, las combinaciones de densidades que corresponden a recambios de agua bajos (0, 25 y 50 % respectivamente), reportaron valores promedios con una tendencia similar ($3,4 \pm 0,08$) días, distinto caso ocurre con las densidades combinadas con recambios de agua altos (100, 200 y 400 %) las cuales registraron valores fluctuantes por debajo y sobre este último promedio (Fig. 5)

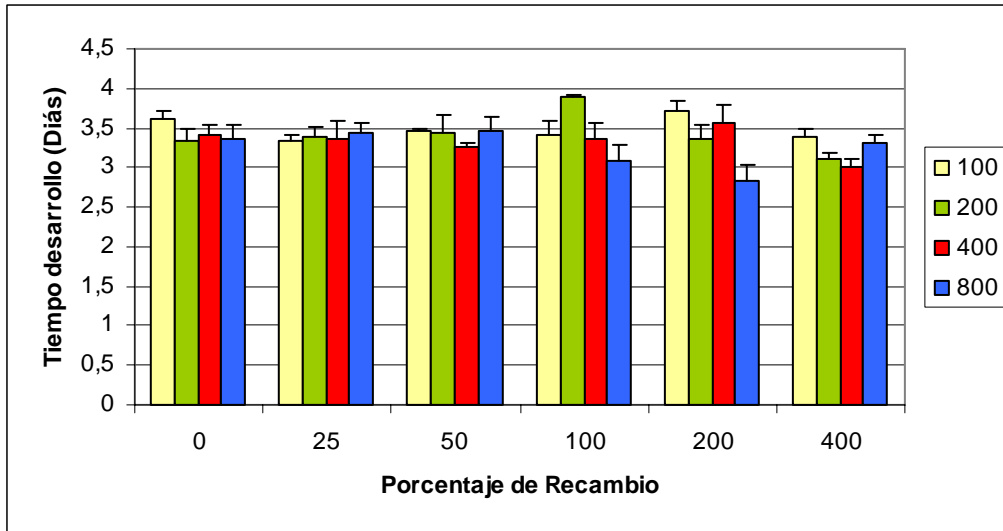


Figura 5. Tiempo desarrollo en días del estadio zoea I cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. Los colores representan las distintas densidades experimentales.

3.2.2 TIEMPO DESARROLLO ESTADIO ZOEIA II

Diferencias significativas fueron encontradas al analizar el tiempo de desarrollo larval del estadio zoea II al compararlas con los distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua (ANOVA; $F = 0,61$; $P < 0,05$).

El tiempo de desarrollo promedio mayor ($3,52 \pm 0,21$ días) se obtuvo de la combinación 100% de recambio y densidad 100 larvas por canastillo. Por el contrario,

la combinación 50% de recambio y densidad 800 larvas por canastillo registró el menor valor ($2,59 \pm 0,38$ días) (Fig. 6).

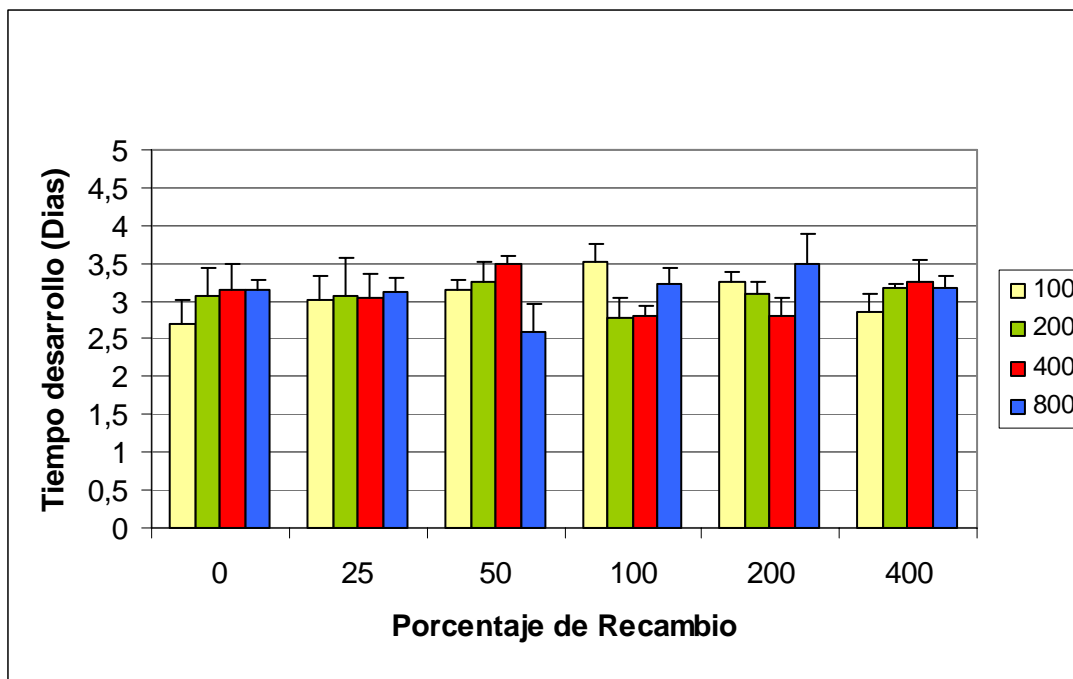


Figura 6. Tiempo desarrollo en días del estadio zoea II cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. Los colores representan las distintas densidades experimentales.

3.2.3 TIEMPO DESARROLLO ESTADIO ZOEIA III

Al comparar las distintas combinaciones, se puede observar que las densidades combinadas con recambios de agua altos presentaron los menores tiempos de desarrollo, similar caso se registró para la combinación conformada por 0% de

recambio de agua y una densidad de 100 larvas por canastillo, la cual alcanzó los $4,3 \pm 0,3$ días.

Un tiempo de desarrollo de $7,5 \pm 0,6$ días resultó de la combinación 50% de recambio de agua y una densidad de 400 larvas por canastillo (Fig.7)

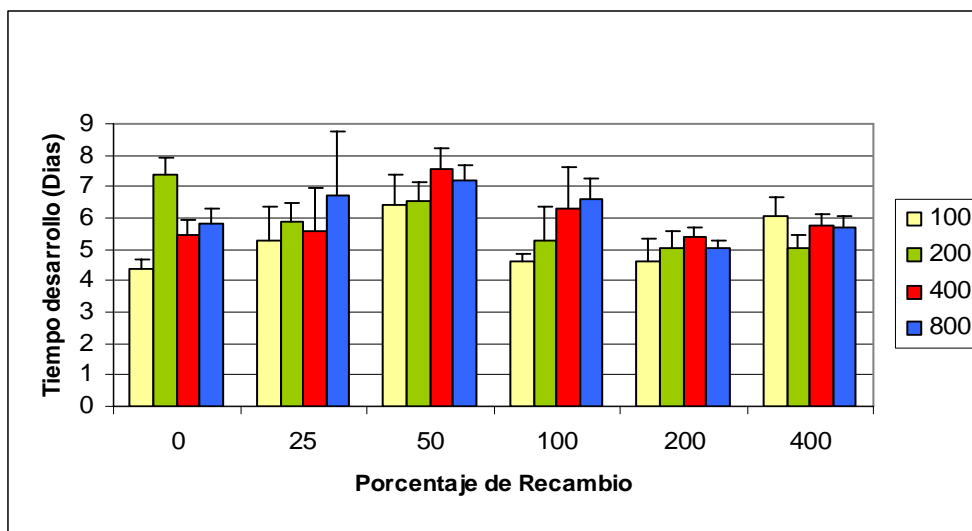


Figura 7. Tiempo desarrollo en días del estadio zoea III cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. Los colores representan las distintas densidades experimentales.

3.2.4 TIEMPO DESARROLLO ESTADIO MEGALOPA

No se detectaron diferencias significativas al comparar las distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua (ANOVA; $F = 0,64$; $P > 0,05$). Sin embargo, se puede observar que en no todas ellas se logró completar su desarrollo larval hasta primer juvenil (Fig. 8). Tal es el caso del porcentaje de recambio de 0% el cual sólo en la densidad 200 alcanzó la metamorfosis.

Los tiempos de desarrollo de megalopas fluctuaron dentro del rango de 22 a 27 días de cultivo para todas las densidades y porcentajes de recambios de agua.

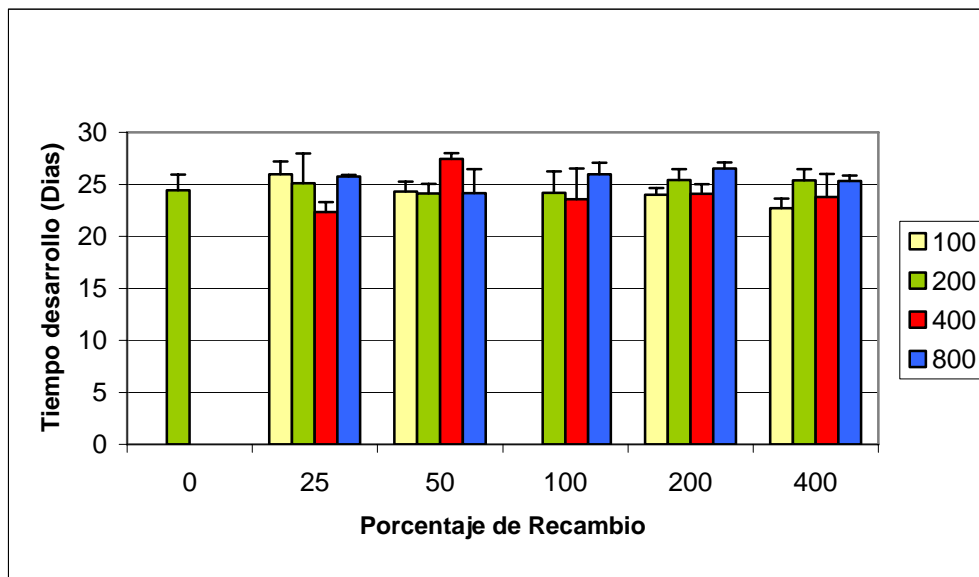


Figura 8. Tiempo desarrollo en días del estadio megalopa cultivadas a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. Los colores representan las distintas densidades experimentales.

3.3.- EFECTO DE LA DENSIDAD DE CULTIVO Y EL PORCENTAJE DE RECAMBIO DE AGUA SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEINAS Y LÍPIDOS EN JUVENILES.

3.3.1.- PROTEINAS

Al analizar estadísticamente (ANOVA dos vías) el contenido total de proteínas presentes en juveniles cultivados con distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua, podemos decir que no existe interacción entre estos 2 factores de cultivo antes mencionados. Las diferencias significativas fueron encontradas únicamente para el factor de porcentaje de recambio de agua (ANOVA; $F = 4,03$; $P < 0,05$). Entre estos el recambio de 25% registró diferencias con respecto a los porcentajes de recambio de agua intermedios y altos.

Los microgramos de proteína en juveniles ($39,4 \pm 0,4$) cultivados sin los efectos de densidades y porcentajes de recambio de agua (Fig. 9, juv), nos permiten comparar los valores de proteínas totales obtenidos en juveniles cultivados a las distintas combinaciones propuestas en este experimento. Además de modo complementario, la figura nos muestra el contenido de proteínas de zoeas I (ZI) ($52,7 \pm 0,4 \mu\text{g de proteína} \cdot \text{ind}^{-1}$), recién eclosionadas las cuales fueron reservadas

para realizar comparaciones de proteínas inicialmente disponibles. Los valores mayores de microgramos de proteína por individuo sobre los 30 μg de proteína*ind⁻¹ fueron registrados en general para recambios de agua altos e intermedios combinadas con densidades mayores (400 y 800 larvas por canastillo). El menor valor ($20,1 \pm 0,7\mu\text{g}$ de proteína*ind⁻¹) fue registrado para la combinación 200% de recambio de agua a una densidad de 200 larvas por canastillo.

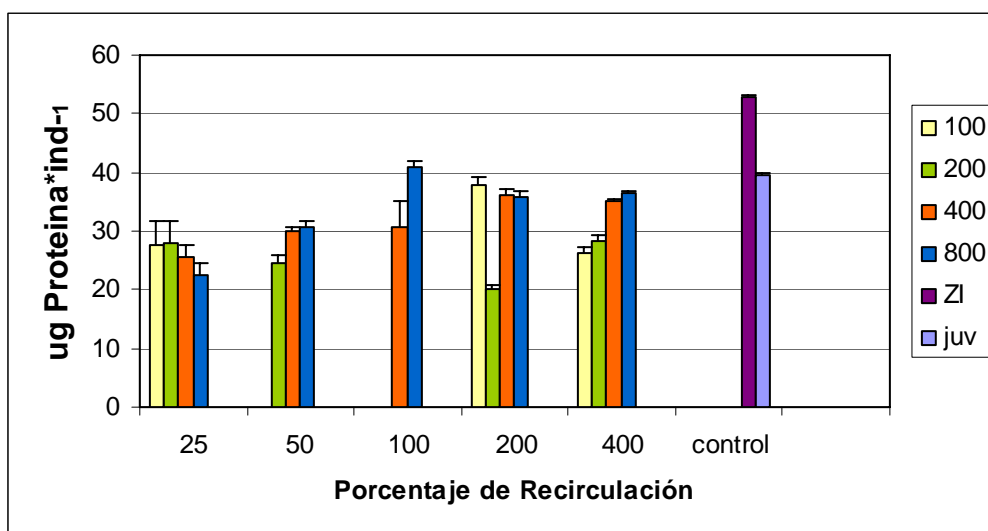


Figura 9. Microgramos de proteína por individuo (μg de proteína*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. También se muestran valores para ZI y juveniles cultivados sin efecto de las combinaciones.

3.3.2- LÍPIDOS

En la Figura 10, se puede observar con claridad, que las distintas densidades combinadas con recambios de agua altos 200 y 400% respectivamente, registraron valores de lípidos similares al de los juveniles cultivados sin los efectos de las combinaciones ($10,5 \pm 0,8 \mu\text{g}$ de lípidos*ind⁻¹), entre estos, los juveniles cultivados con un 400% de recambio de agua y una densidad de 100 larvas por canastillo presentaron la mayor cantidad ($12,5 \pm 0,8$ de μg de lípidos*ind⁻¹).

Si analizamos el total de las reservas lipídicas iniciales (ZI) ($20,8 \pm 0,05 \mu\text{g}$ de lípidos*ind⁻¹), se puede mencionar que las larvas cultivadas con un 50% de recambio de agua y una densidad de 200 larvas por canastillo sufrieron una disminución del 79,3 % de sus reservas lipídicas disponibles durante su desarrollo larval, siendo el menor valor registrado para todas las combinaciones que llegaron a completar su desarrollo a primer juvenil.

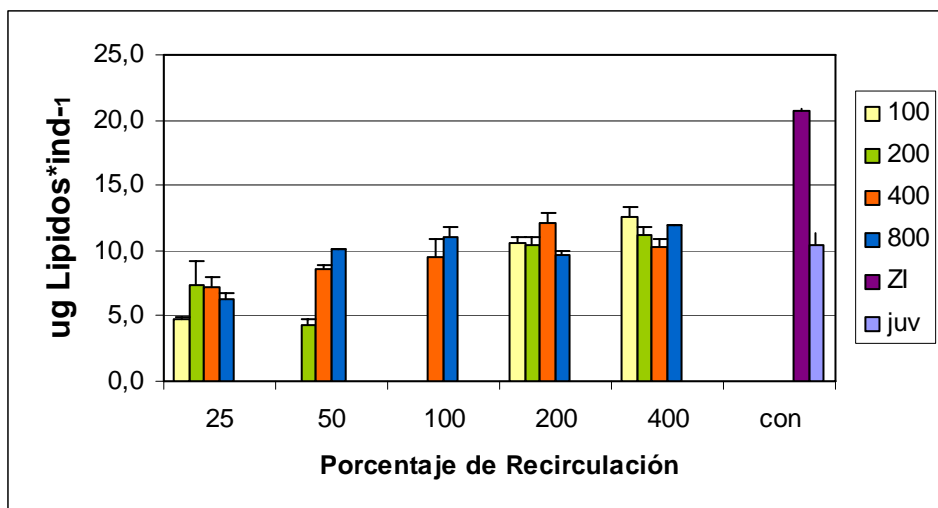


Figura 10. Microgramos de lípidos por individuo (μg de lípidos* ind^{-1}) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. También se muestran valores para ZI y juveniles cultivados sin efecto de las combinaciones.

3.4.- EFECTO DE LA DENSIDAD DE CULTIVO SOBRE LA TASA DE CONSUMO DE OXÍGENO PARA CADA ESTADIO LARVAL INCLUIDO PRIMER JUVENIL

Los resultados obtenidos en el consumo de oxígeno, medidos como tasa de consumo individual (VO_2), muestran un efecto de la densidad bastante claro, distinguiéndose dos grupos marcados, el primero de ellos densidades bajas (100 y 200 larvas por canastillo) y el segundo densidades altas (400 y 800 larvas por canastillo). Este efecto se puede apreciar al observar los estadios zoea I, zoea III y juveniles, los cuales al estar sometidos a densidades bajas registran valores cercanos a $1\mu\text{g O}_2\cdot\text{hora}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$ lo que se traduce en porcentaje a valores superiores al 50% más de consumo de oxígeno de individuos cultivados a densidades altas (Fig. 11).

La excepción ocurrió en el estadio megalopa el cual no muestra un patrón establecido por efecto de la densidad, este alcanzó su valor máximo en la densidad 100 larvas por canastillo ($0,95 \pm 0,10 \mu\text{g O}_2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) y el mínimo registro se

observó en 200 larvas por canastillo ($0,48 \pm 0,21 \mu\text{g O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ind}^{-1}$). Por otro lado, para el estadio zoea II no se encontraron diferencias significativas (Kruskal–Wallis; $H=3.51$; $P > 0,05$).

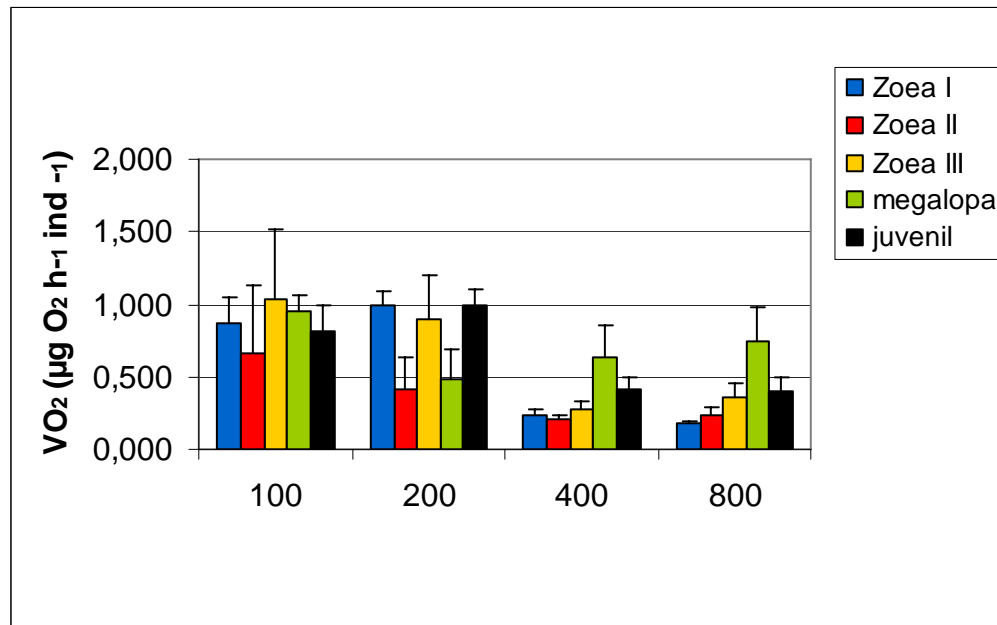


Figura 11. Tasa de consumo de oxígeno VO_2 ($\mu\text{g O}_2 \text{h}^{-1} \text{ind}^{-1}$) para todos los estadios larvales incluidos primer juvenil sometidos a cuatro densidades de cultivo.

4. DISCUSION

El desarrollo de este tipo de experiencias resulta crucial para el conocimiento de estadios tempranos y crecimiento de *Lithodes santolla*, aportando información relevante para el desarrollo de técnicas de cultivo, permitiendo determinar una producción larval de un cultivo atractivo para el sector empresarial inversionista; dado que el recurso está sobreexplotado y posee un alto valor comercial; siendo considerado un producto de lujo. La presente Tesis se centró en la tecnificación de la producción de larvas y juveniles de centolla, en el cual se obtuvo una combinación de densidad de cultivo y porcentaje de recambio de agua que permita la producción de una larva con mayor supervivencia y con una alta cantidad de reservas disponibles al final de desarrollo larval (mejor calidad).

Valores de supervivencia por sobre el 85 por ciento, fueron descritos para los estadios zoeas I y II de *L. santolla* por Escobar (2003) y por Anger (2004), este valor se ha considerado como una supervivencia exitosa para los inicios de un cultivo larval. Por su parte, valores cercanos a $66,5 \pm 8,3\%$ son considerados como bajas supervivencias en el presente experimento; esto fue observado para los individuos sometidos a recambios de agua bajo el nivel del 100% diario. La excepción dentro de este grupo lo marcaron los individuos sometidos al 50% de recambio de agua y cultivados a una densidad de 800 larvas por canastillo ya que ellos presentaron supervivencias de 93% para zoea I y 82% para zoea II. Debido a la disminución en los costos de cultivo que se podrían obtener con esta mezcla de factores (50% y 800 larvas/canastillo) se sugiere como una técnica de ahorro para los

primeros estadios larvales de *L. santolla* ya que se optimiza los volúmenes de agua requeridos para obtener un mayor número de juveniles.

Esta mezcla de factores no es aplicable para los siguientes estadios de desarrollo. En zoea III y megalopa las condiciones cambian, se debe aumentar el recambio de agua recomendado, que venia siendo la mitad del volumen diario, a un recambio de agua de dos veces por día (200%) como así también disminuir el número de individuos por canastillo a la mitad (400 larvas/canastillo). Al utilizar esta técnica los valores de supervivencia alcanzan su óptimo siendo estos cercanos al 40% hasta llegar a individuos postmetamorfosados, lo que se encuentra dentro del rango entregado por la literatura con valores que van desde 20% al 65,5% hasta el final del desarrollo larval.

Al relacionar la supervivencia de cultivo con el tiempo de desarrollo para Zoea I, el total de días de cultivo para larvas mantenidas bajo las condiciones recomendadas (50% y 800 larvas/canastillo) alcanzan valores de $3,46 \pm 0,16$ días, los cuales resultan comparables a los encontrados en la literatura para este primer estadio. Valores que corresponden a 2,68 días (Escobar, 2003) y 3,1 días (Anger, 2004). Si bien se encontraron valores menores con otros tratamientos ensayados, el hecho de que para el estadio Zoea II el tiempo de desarrollo bajo estas condiciones presentara los menores días de cultivo ($2,59 \pm 0,38$ días), nos hace volver a recomendar esta combinación para los dos primeros estadios de cultivo ya que produce altos beneficios tanto en los costos antes mencionados como así también para evitar un sobre manejo de las larvas que puede resultar perjudicial para el cultivo.

Para el estadio zoea III los tiempos de desarrollo de las larvas cultivadas bajo estas condiciones (50% y 800 larvas/canastillo) son de 7,2 días. Valores que se encuentran por sobre los presentados por Escobar, (2003) (6,5 días) y Soto, (2007) (6 días). Esto podría mejorar si mantenemos la combinación sugerida para optimizar la supervivencia de zoea III y megalopa (200% y 400 larvas/canastillo) ya que los días de cultivo disminuyen a 5,4 días para zoea III y 24 días para megalopa siendo este último, uno de los valores más bajos encontrados en este experimento.

Los resultados nos permiten afirmar con propiedad; que se debe proceder a un desdoble al momento de que nuestro cultivo llegue a la etapa de zoea III en conjunto con aumento en el porcentaje de recambio de agua diario. La sinergia de estas acciones repercute directamente en una mejora sustancial sobre los parámetros supervivencia y tiempo de desarrollo. Lo anterior podría deberse a un cambio en el comportamiento propio de larvas de crustáceos. Sulkin (1973) describió una respuesta de las larvas de cangrejo *Panopeus herbstii* y en *Cataleptodius floridanus* frente a la gravedad, en donde en las etapas tempranas del ciclo de vida se ubican cerca de la superficie, mientras que las etapas posteriores se sitúan progresivamente en lugares más profundos., pues los individuos zoea III inician la preparación a una futura vida netamente bentónica en donde un mayor recambio de agua disminuiría el contacto de individuos con larvas muertas y los desechos propios del cultivo.

La característica biológica principal que presenta esta especie es su capacidad de contener reservas alimenticias en las primeras fases larvales del ciclo de vida. Esta lecitotrofia y desarrollo abreviado se debe principalmente a adaptaciones de esta especie a habitar zonas de altas latitudes en las que se condicionan con una baja productividad primaria, limitación de alimento y temperaturas bajas. (Calcagno *et al.*, 2003, 2004; Kattner *et al.*, 2003; Lovrich *et al.*, 2003; Thatje *et al.*, 2003). Las hembras de centolla producen grandes huevos vitelinos, en donde almacenan reservas de energías las cuales son ocupadas por las larvas para su desarrollo, estas reservas pueden variar entre hembras, lo cual puede explicar la calidad de larvas de distintas hembras. Estas reservas son altas al principio, después ocurre la degradación de lípidos durante la fase larval, la energía perdida luego es recuperada durante la primera alimentación y rápido crecimiento del primer juvenil (Calcagno *et al.*, 2003). La producción de exuvias particularmente delgadas junto con la baja actividad natatoria de los últimos estadios nos indica un ahorro de energía el cual es típico de estas larvas. Como la principal fuente de energía de las larvas de centolla son lípidos y proteínas se complementó la determinación de estos en los juveniles que llegaron a su término en cada condición de cultivo por medio de análisis bioquímicos. Con estos valores se pudo estimar las pérdidas energéticas para el desarrollo larval completo bajo cierta combinación de cultivo, una disminución en las pérdidas de energía en esta fase se traduciría en un primer juvenil con mayor cantidad de reservas energéticas para enfrentar esta nueva fase del desarrollo.

Si observamos el contenido total de proteínas que inicialmente posee las Zoeas I y lo comparamos con los valores registrados para juveniles iniciales cultivados a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua podemos decir que ocurre una disminución del 43,15% de proteínas disponibles durante el desarrollo larval de *L. santolla* cultivadas con densidades altas 400 y 800 larvas por canastillo respectivamente y con porcentajes de recambio de agua intermedios y altos. Valores similares fueron encontrados por Kattner (2003) quien describió una pérdida de un 40% de proteínas de Zoea I hasta megalopa tardía para la misma especie.

Con respecto a los lípidos, la pérdida estimada en las reservas de estos alcanza el estadio de juvenil en del orden del 50%. Una pérdida del similar magnitud fue descrita por Kattner (2003) para el desarrollo larval hasta megalopa tardía. En *Lithodes maja* está descrita una degradación preferencial de las reservas de lípidos especialmente durante la fase zoea I. Las reservas lipídicas compuestas principalmente de triglicéridos y fosfolípidos, continúan disminuyendo hasta la metamorfosis mientras que las proteínas aún persisten como reservas energéticas para primeros juveniles (Anger., *et al* 1996).

Los resultados del contenido proteínas y lípidos de larvas iniciales de Zoeas I coinciden con los obtenidos por Torres., *et al* (2002) quien determinó porcentajes de proteína mayores al 30%, seguido por lípidos menores al 20%. Sin embargo estas reservas pueden variar producto de factores medio ambientales, técnicas de cultivo, temperatura, salinidad, etc. a los cuales las larvas son sometidas en los distintos experimentos revisados.

La respiración es una de las principales pérdidas de energía de un individuo, llegando a un 96% de las pérdidas totales (Escobar, 2003). Es por esto que una optimización de estas pérdidas se traducirá en una larva con mayor cantidad de reservas disponibles para llevar a cabo su desarrollo larval completo. Los experimentos realizados para determinar el consumo de oxígeno asociado a las distintas densidades de cultivo de estas larvas indican que este crustáceo puede mantenerse en densidades relativamente altas (400 y 800 larvas por canastillo) durante las primeras fases de su crecimiento, sin que esto se traduzca en una supervivencia menor comparados con las densidades bajas. Los consumos de oxígeno de las larvas de centolla cultivadas a densidades altas son alrededor de un 50% menor que el consumo de oxígeno de las larvas cultivadas en densidades bajas. Esta conducta difiere notablemente con Kamler (1970), el cual describe que el efecto de la densidad sobre el consumo de oxígeno aumenta directamente producto del confinamiento. La respuesta al efecto densodependiente sobre la tasa de consumo individual (VO_2) encontrado para de zoeas de *L. Santolla* en el presente experimento, se podría atribuir directamente a una conducta propia de la especie. Es por esto que se hace necesario en el futuro enfatizar con mas estudios relacionados con la densidad de cultivo de la centolla, es posible que esta conducta varíe en términos del consumo de oxígeno y supervivencia para los juveniles de esta especie, ya que en esta etapa surge la necesidad de la primera alimentación como así también el canibalismo y el efecto de la competencia intraespecífica, que en términos de consumo de oxígeno aumentarán considerablemente haciendo necesario bajar las densidades.

Por último y como un complemento para futuros trabajos de investigación en técnicas de cultivo larval y primer juvenil de este crustáceo, se sugiere la utilización de materiales que sirvan como refugio, principalmente en el estadio megalopa el cual sufre un cambio conductual radical de larva nadadora a bentónica. El uso de esta técnica fue considerada por Calcagno, J. et al 2004, quien utilizó como refugio nylon de 200µm de tamaño de malla, como así también estudios similares se han realizado para el asentamiento de juveniles tempranos de la misma especie (Tapella, *et al* 2005). Esta alternativa facilitaría el asentamiento y metamorfosis a primer juvenil, esto permitiría brindar protección, aumentar la supervivencia y una disminución en el tiempo de desarrollo como así también evitaría un retraso de la metamorfosis. El alargamiento de esta etapa podría traer consecuencias negativas para una especie lecitotrófica, ya que al eclosionar, esta posee una cantidad fija de reservas energéticas las cuales deben extenderse y optimizarse hasta completar su desarrollo a primer juvenil.

5.- CONCLUSIONES

Por medio del presente trabajo de investigación se determinó la combinación de densidad de cultivo y porcentaje de recambio de agua necesario para completar las distintas etapas de cultivo larval de *Lithodes santolla*. Para los primeros estadios Zoea I y Zoea II usando la combinación de 50% de recambio de agua y una densidad de 800 larvas por canastillo se registraron supervivencias superiores al 80 % en un total de 6,02 días de cultivo. En los siguientes estadios ZIII y megalopa al distribuir las larvas a una densidad de 400 larvas por canastillo con un 200% de recambio de agua diario se tendrá como resultado un 44% de supervivencia hasta primer juvenil en 29,5 días, lo que arroja un tiempo total de cultivo de 35,5 días.

La composición bioquímica presente en juveniles cultivados con recambios de agua altos e intermedios combinadas con densidades mayores (400 y 800 larvas por canastillo respectivamente) fueron lo que arrojaron los mayores valores de reservas de proteínas y lípidos 30 μg y 10,5 μg por individuo respectivamente al término del desarrollo larval.

Los resultados obtenidos en el consumo de oxígeno, medidos como tasa de consumo individual (VO_2), muestran un efecto de la densidad bastante claro, distinguiéndose dos grupos marcados, el primero de ellos densidades bajas: 100 y 200 larvas por canastillo; que a su vez obtuvieron los mayores consumos de oxígeno. El segundo, corresponde a densidades altas: 400 y 800 larvas por canastillo. Este efecto se puede apreciar al observar los estadios zoea I, zoea III y juveniles, los cuales al estar

sometidos a densidades bajas registran valores superiores al 50% más de consumo de oxígeno de individuos cultivados a densidades altas.

6.-BIBLIOGRAFÍA

Anger, K., 1996. Physiological and biomechemical changes during lecithotrophic larval development and early juvenile growth in the northern stone crab, *Lithodes maja* (Decapoda: Anomura). Mar. Biol. 126, 283-296.

Anger, K., Lovich, G., Thatje, S. and Calcagno, J. 2004. Larval and early juvenile development of *Lithodes santolla* (Molina, 1782) (Decapoda: Anomura: Lithodidae) reared at different temperatures in the laboratory. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 306, 217– 230.

Bertuche; D: A.; J. G. Wyngaard; C: E: Fischbach y E. E. Boschi. 1990. Population structural variation of the southern king crab, *Lithodes santolla*, of the canal Beagle, Argentina, from 1975 to 1989. B. Melteff (ed.) Proc. Int. Symp. King and Tanner crabs, Nov 1989, Anchorage, AK, Alaska, AK-SG 90-04. pp 411-426.

Boschi; E. E., D: A: Bertuche y J. G. Wyngaard. 1984. Estudio biológico pesquero de la centolla (*Lithodes antarcticus*) del Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. Contribución N° 441 INIDEP Mar del Plata. República Argentina, 1-74.

- Calcagno, J.A. Thatje, S, Anger, K., Lovrich, G.A., Kaffenberger, A, 2003. Changes in biomass and chemical composition during lecithotrophic larval development of the southern stone crab, *Paralomis granulosa* (Jacquinot). Mar. Ecol (inpress).
- Campodonico; I. 1971. Desarrollo larval de la centolla *Lithodes antarcticus* Jacquinot, en condiciones de laboratorio. (Crustacea, Decapoda, Anomura, Lithodidae). An. Inst. Pat., Punta Arenas, 2: 181-190.
- Campodónico, I. y L. Guzmán .1981. Larval development of *Paralomis granulosa* (Jacquinot) Under laboratory conditions. (Decapoda, Anomura, Lithodidae). Crustaceana, 40:272-285.
- Campodonico; I.; M. B. Hernández Y E: Riveros: 1983. Investigación, manejo y control de las pesquerías de centollón de la XII Región. Informe consolidado: Recurso centollón. Inf. Inst. Pat., 25: 97 pp.
- Comoglio, L., And Vinuesa, J., 1991. Larval culture of southern King crab *Lithodes santolla* and false King crab *Paralomis granulosa* under laboratory conditions. Larvi '91- Fish & Crustacean Larviculture Symposium. Lavens, Sorgeloos, Jaspers and Ollevier (Eds). European Aquaculture Society, Special Publication No 15, Gent, Belgium.

Dawson, E. W., 1989. King crabs of the world (Crustacea: Lithodidae) and their fisheries: a comprehensive bibliography. Misc. Publ.-N.Z. Oceanogr. Inst. Div. Water Sci., vol 101. DSIR, Wellington, pp. 77.

Escobar, H. 2003. Desarrollo de condiciones de cultivo larvario de la centolla *Lithodes santolla* (Molina, 1782) (Decapoda, Lithodidae): Efecto en la supervivencia, fisiología y comportamiento natatorio. Tesis, Inst. Acuicultura, Fac. Pesquerías y Oceanografía, Univ. Austral de Chile, 89 págs.

FAO. 2003. Estadísticas de Captura, Desembarques y Productos procesados. En: FISHSTAT Plus. <http://FAOSTAT.FAO.ORG/>.

Kamler, E. 1970. The main parameters regulating the level energy expenditure in Aquatic animals. Pol. Arch. Hidrobiol. 17:201-216.

Kattner, G., Graeve, M., Calcagno, J.A., Lovrich, G.A., Thatje, S., Anger, K., 2003. Lipid, fatty acid and protein utilization during lecithotrophic larval development of *Lithodes santolla* (Molina) and *Paralomis granulosa* (Jacquinot). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 292, 61– 74.

Lovrich, G., 1997. La pesquería mixta de las centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. Invest. Mar. Valparaíso, 25:41-57

- Lovrich, G.A., Thaje, S., Calcagno, J.A., Anger, k., Kaffenberger, A., 2003. Changes in biomass and chemical composition during lecithotrophic larval development of the Southern King Crab, *Lithodes santolla* (Molina) J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 288, 65-79.
- Retamal, M. 1999. Decapados de Chile. CD- Rom . ETI. Universidad de Concepción. Springer- Verlag.
- SERNAPESCA. 1997. Régimen de acceso, veda biológica y tamaños mínimos que regulan la extracción de los principales recursos pesqueros del país. Ministerio de Economía y Reconstrucción. Chile.
- Sokal, R. y J. Rohlf. 1995. Biometry the principle and practice of statistics in biological research. New York: W. H. Freeman. 887 p.
- Soto, V. 2007. Respuesta de larvas y primer juvenil de *Lithodes santolla* (Molina 1782) bajo distintas concentraciones de oxígeno. Tesis, Inst. Acuicultura, Univ. Austral de Chile. Trabajo en corrección.
- Sulkin S. D. 1973. Depth regulation of crab larvae in the absense of Light. J. Exp Mar. Biol. Ecol. 13:73-82.

- Tapella, F y Lovrich, G., 2006. Asentamiento de estadios tempranos de las centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Decapoda: Lithodidae) en colectores artificiales pasivos en el Canal Beagle, Argentina. Invest. Mar. Valparaíso, 34(2): 47-55.
- Thatje, S. and Lovrich, G.A. (2003). Decapodid and early juvenile development in the protandrous shrimp *Campylonotus vagans* Bate, 1888 (Crustacea: Decapoda: Caridea), with notes on larval morphology. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 83 (1), 103-109.
- Torres, G., Giménez, L., Anger, K., 2002. Efectos de la reducción de salinidad sobre la composición bioquímica (lípidos y proteínas) de larvas zoeas 1 de crustáceos decápodos. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 277: 43-60.
- Vinuesa, J.H. 1991. Biología y Pesquería de la Centolla (*Lithodes santolla*) Atlántica, Río Grande. Volumen (13): 233-244.
- Vinuesa, J., Ferrari, L. y Lombardo, R., 1985. Effect of temperature and salinity on larval development of southern king crab (*Lithodes antarcticus*). Mar.Biol. 85:83-87.

Vinuesa, J. H., L. I. Comoglio and G.A. Lovrich. – 1990. Growth in immature southern king crab *Lithodes santolla* in the Beagle Channel. In: B. Melteff (ed. Proc. Int. Symp. King Tanm. Crabs. Alaska. pp. 259-271. Alaska Sea Grant College Progr. Rep. AK-SG 90-04.

7.- ANEXOS

7.1 Anexos Tablas.

Tabla 1: Valores de Tiempo de desarrollo (Media días \pm DE) para Zoea I cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

	100	200	400	800
0	3,61 \pm 0,12	3,33 \pm 0,15	3,40 \pm 0,14	3,36 \pm 0,18
25	3,33 \pm 0,10	3,38 \pm 0,14	3,36 \pm 0,23	3,44 \pm 0,13
50	3,47 \pm 0,01	3,45 \pm 0,21	3,26 \pm 0,06	3,46 \pm 0,17
100	3,42 \pm 0,16	3,89 \pm 0,03	3,37 \pm 0,20	3,07 \pm 0,20
200	3,72 \pm 0,14	3,37 \pm 0,16	3,56 \pm 0,23	2,83 \pm 0,20
400	3,40 \pm 0,10	3,11 \pm 0,06	3,00 \pm 0,11	3,31 \pm 0,10

Tabla 2: Valores de Tiempo de desarrollo (Media días \pm DE) para Zoea II cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

	100	200	400	800
0	2,70 \pm 0,31	3,08 \pm 0,37	3,14 \pm 0,35	3,15 \pm 0,14
25	3,03 \pm 0,31	3,07 \pm 0,50	3,04 \pm 0,31	3,13 \pm 0,17
50	3,16 \pm 0,13	3,26 \pm 0,27	3,50 \pm 0,10	2,59 \pm 0,38
100	3,53 \pm 0,22	2,78 \pm 0,28	2,80 \pm 0,15	3,21 \pm 0,23
200	3,26 \pm 0,13	3,09 \pm 0,15	2,82 \pm 0,21	3,50 \pm 0,38
400	2,86 \pm 0,23	3,17 \pm 0,04	3,26 \pm 0,28	3,17 \pm 0,16

Tabla 3: Valores de Tiempo de desarrollo (Media días \pm DE) para Zoea III cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

	100	200	400	800
0	4,38 \pm 0,32	7,39 \pm 0,54	5,48 \pm 0,46	5,82 \pm 0,50
25	5,28 \pm 1,10	5,88 \pm 0,60	5,58 \pm 1,39	6,69 \pm 2,07
50	6,45 \pm 0,94	6,52 \pm 0,61	7,56 \pm 0,66	7,22 \pm 0,46
100	4,62 \pm 0,26	5,27 \pm 1,12	6,30 \pm 1,34	6,61 \pm 0,64
200	4,61 \pm 0,74	5,01 \pm 0,54	5,40 \pm 0,32	5,06 \pm 0,20
400	6,07 \pm 0,61	5,05 \pm 0,43	5,73 \pm 0,41	5,68 \pm 0,39

Tabla 4: Valores de Tiempo de desarrollo (Media días \pm DE) para Megalopa cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

	100	200	400	800
0		24,43 \pm 1,50		
25	25,96 \pm 1,25	25,10 \pm 2,88	22,33 \pm 0,96	25,75 \pm 0,15
50	24,32 \pm 0,95	24,14 \pm 0,92	27,44 \pm 0,55	24,16 \pm 2,30
100		24,17 \pm 2,07	23,57 \pm 2,95	25,98 \pm 1,11
200	24,00 \pm 0,65	25,41 \pm 1,05	24,10 \pm 0,91	26,53 \pm 0,59
400	22,7 \pm 0,91	25,37 \pm 1,10	23,78 \pm 2,22	25,32 \pm 0,51

Tabla 5: Valores de Porcentaje de supervivencia (Media % \pm DE) para Zoea I cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

	100	200	400	800
0	63,0 \pm 7,75	73,5 \pm 13,77	82,75 \pm 6,85	81,25 \pm 11,21
25	85,5 \pm 21,73	73,25 \pm 26,09	81,25 \pm 8,66	88,75 \pm 11,41
50	89,5 \pm 3,11	80,25 \pm 5,32	83,5 \pm 2,65	93,5 \pm 3,70
100	80,25 \pm 6,50	42,75 \pm 6,65	86,75 \pm 9,07	83 \pm 8,83
200	95,5 \pm 4,36	92,0 \pm 4,08	90,5 \pm 2,52	95,25 \pm 2,63
400	91,5 \pm 4,20	91,5 \pm 4,12	95,25 \pm 2,06	92,5 \pm 3,11

Tabla 6: Valores de Porcentaje de supervivencia (Media % \pm DE) para Zoea II cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

	100	200	400	800
0	45,67 \pm 1,53	56,25 \pm 9,91	51,75 \pm 4,92	56,75 \pm 17,80
25	56,5 \pm 20,86	51,25 \pm 26,83	56,0 \pm 8,04	73,25 \pm 15,41
50	81,0 \pm 3,74	54,25 \pm 4,19	71,0 \pm 2,71	82,0 \pm 9,63
100	50,0 \pm 4,76	28,0 \pm 5,60	57,5 \pm 17,97	58,25 \pm 15,99
200	82,75 \pm 9,07	82,25 \pm 4,72	80,5 \pm 4,93	74,25 \pm 7,23
400	79,50 \pm 9,68	79,25 \pm 4,57	83,25 \pm 6,40	75,75 \pm 2,50

Tabla 7: Valores de Porcentaje de supervivencia (Media % \pm DE) para Zoea

III cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

	100	200	400	800
0	31,0 \pm 4,36	28,5 \pm 8,10	38,50 \pm 8,27	51,00 \pm 17,57
25	51,25 \pm 19,31	40,75 \pm 19,96	45,25 \pm 10,40	41,00 \pm 7,53
50	47,75 \pm 2,87	53,25 \pm 4,65	45,75 \pm 2,99	53,00 \pm 10,80
100	37,50 \pm 5,80	17,25 \pm 7,27	41,0 \pm 21,56	28,50 \pm 5,45
200	69,25 \pm 10,05	64,75 \pm 0,96	62,0 \pm 7,44	52,00 \pm 9,63
400	69,5 \pm 12,40	59,5 \pm 5,26	72,5 \pm 9,33	58,50 \pm 3,11

Tabla 8: Valores de Porcentaje de supervivencia (Media % \pm DE) para

Megalopa cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

	100	200	400	800
0		3,75 \pm 1,50		
25	20,50 \pm 13,48	13,75 \pm 10,28	22,00 \pm 5,66	10,00 \pm 1,00
50	4,00 \pm 1,41	6,25 \pm 1,71	18,75 \pm 3,30	12,50 \pm 5,80
100		4,50 \pm 0,71	10,67 \pm 8,62	7,75 \pm 2,87
200	39,50 \pm 5,97	40,00 \pm 6,16	44,00 \pm 10,52	26,75 \pm 5,56
400	58,25 \pm 9,03	42,25 \pm 3,86	41,75 \pm 14,61	36,25 \pm 4,92

Tabla 9: Valores de Microgramos de Proteína por individuo (μg de proteína*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. También se muestran valores para ZI y juveniles cultivados sin efecto de las combinaciones.

	100	200	400	800
25	27,52 \pm 4,02	27,93 \pm 3,75	25,68 \pm 1,76	22,33 \pm 2,34
50		24,46 \pm 1,35	30,02 \pm 0,74	30,78 \pm 1,01
100			30,67 \pm 4,39	40,98 \pm 1,06
200	37,96 \pm 1,07	20,18 \pm 0,70	36,29 \pm 0,71	35,81 \pm 1,05
400	26,30 \pm 0,83	28,19 \pm 1,11	34,95 \pm 0,54	36,56 \pm 0,37
	Promedio	D.E		
juveniles	39,48	0,37		
Zoea I	52,77	0,44		

Tabla 10: Valores de Microgramos de lípidos por individuo (μg de lípidos* ind^{-1}) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua. También se muestran valores para ZI y juveniles cultivados sin efecto de las combinaciones

	100	200	400	800
25	$4,69 \pm 0,18$	$7,40 \pm 1,79$	$7,25 \pm 0,71$	$6,33 \pm 0,49$
50		$4,27 \pm 0,45$	$8,64 \pm 0,24$	$10,09 \pm 0,08$
100			$9,52 \pm 1,33$	$11,08 \pm 0,77$
200	$10,65 \pm 0,45$	$10,45 \pm 0,60$	$12,09 \pm 0,73$	$9,64 \pm 0,28$
400	$12,54 \pm 0,81$	$11,24 \pm 0,61$	$10,33 \pm 0,59$	$11,90 \pm 0,10$
	Promedio	D.E		
juveniles	10,50	0,84		
Zoea I	20,77	0,05		

Tabla 11: Valores de Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) para todos los estadios larvales incluidos primer juvenil sometidos a cuatro densidades de cultivo.

	100	200	400	800
Zoea I	$0,87 \pm 0,18$	$0,99 \pm 0,09$	$0,23 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,02$
Zoea II	$0,65 \pm 0,47$	$0,41 \pm 0,22$	$0,20 \pm 0,03$	$0,23 \pm 0,05$
Zoea III	$1,03 \pm 0,48$	$0,90 \pm 0,29$	$0,27 \pm 0,06$	$0,36 \pm 0,09$
Megalopa	$0,95 \pm 0,10$	$0,48 \pm 0,21$	$0,63 \pm 0,21$	$0,74 \pm 0,23$
Juveniles	$0,81 \pm 0,17$	$0,98 \pm 0,11$	$0,41 \pm 0,08$	$0,40 \pm 0,09$

7.2 .- Anexos Resumen Estadístico.

Tabla 12: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Tiempo de desarrollo para Zoea I cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 0,114)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	0,116	0,023	5,113	0,0005
Densidad	3	0,274	0,023	12,08	2E-06
Interacción	15	0,202	0,023	8,92	3E-11

Tabla 13: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Tiempo de desarrollo para Zoea II cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 0,293)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	0,04277	0,0428	0,6138	0,6896
Densidad	3	0,01117	0,0112	0,1602	0,9227
Interacción	15	0,34296	0,343	4,9218	2E-06

Tabla 14: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Tiempo de desarrollo para Zoea III cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 0,067)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	4633.0	926.6	8.74	<0.0001
Densidad	3	1571.8	523.9	4.94	0.0036
Interacción	15	4164.5	277.6	2.62	0.0034

Tabla 15: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Tiempo de desarrollo para Megalopas cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 0,071)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	9.78	1.96	0.641	0.6692
Densidad	3	20.96	6.99	2.290	0.0866

Tabla 16: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Porcentaje de Supervivencia para Zoea I cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 0,079)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	137997573.1	27599514.6	12.85	<0.0001
Densidad	3	47621100.4	15873700.1	7.39	0.0002
Interacción	15	82685120.6	5512341.4	2.57	0.0040

Tabla 17: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Porcentaje de Supervivencia para Zoea II cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 0,175)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	0.001264	0.0002528	16.34	<0.0001
Densidad	3	0.000373	0.0001244	8.04	0.0001
Interacción	15	0.000932	0.0000621	4.02	<0.0001

Tabla 18: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Porcentaje de Supervivencia para Zoea III cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 1,000)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	3609,857	721,971	12,48	<0,001
Densidad	3	200,154	66,718	1,153	0,36
Interacción	15	867,862	57,857		

Tabla 19: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Porcentaje de Supervivencia para Megalopas cultivadas a distintas densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 1,000)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	4312,746	862,549	22,31	<0,001
Densidad	3	259,828	86,609	2,24	0,141
Interacción	15	425,298	38,663		

Tabla 20: Resumen Estadístico ANOVA dos vías de Microgramos de Proteína por individuo (μg de proteína*ind⁻¹) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 0,070)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	0.14854	0.03714	4.035	0.0073
Densidad	3	0.00470	0.00157	0.170	0.9158

Tabla 21: Resumen Estadístico ANOVA dos vías Microgramos de Lípidos por individuo (μg de lípidos* ind^{-1}) de juveniles cultivados a distintas combinaciones de densidades y porcentajes de recambio de agua.

Igualdad de varianzas	(P = 0,076)				
	DF	SS	MS	F	P
% Recambio	5	208.6	52.14	23.47	<0.0001
Densidad	3	12.6	4.20	1.89	0.1454

Tabla 22: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Zoea I a cuatro densidades de cultivo.

Igualdad de varianzas	(P = 0,424)				
	DF	SS	MS	F	P
Entre	3	2.367	0.78903	84.1	<0.0001

Tabla 23: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Zoea II a cuatro densidades de cultivo.

Kruskal-Wallis One Way Analysis			
Group	Median	25%	75%
100.0	0.645	0.303	1.014
200.0	0.379	0.231	0.602
400.0	0.209	0.183	0.236
800.0	0.229	0.197	0.275
H = 3.51 with 3 degrees of freedom. (P = 0.3198)			

Tabla 24: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Zoea III a cuatro densidades de cultivo.

Igualdad de varianzas	(P = 0,313)				
	DF	SS	MS	F	P
Entre	3	1.74	0.5790	6.92	0.0059

Tabla 25: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Megalopas a cuatro densidades de cultivo.

Igualdad de varianzas	(P = 0,620)				
	DF	SS	MS	F	P
Entre	3	0.482	0.1607	3.97	0.0354

Tabla 26: Resumen Estadístico ANOVA una vía de la Tasa de consumo de oxígeno VO₂ ($\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ind}^{-1}$) de Juveniles a cuatro densidades de cultivo.

Igualdad de varianzas	(P = 0,648)				
	DF	SS	MS	F	P
Entre	3	1.025	0.3416	23.2	<0.0001