

*Estrategia reproductiva de los copépodos *Acartia tonsa* y *Eurytemora americana*:
ultraestructura y variabilidad morfológica estacional de huevos normales y de
resistencia en el estuario de Bahía Blanca*

RESUMEN

Los copépodos *A. tonsa* y *E. americana*, dominan estacionalmente en el estuario de Bahía Blanca cumpliendo un rol fundamental como moduladores en la dinámica poblacional del microplancton y el fitoplancton, por la presión de pastoreo que estos ejercen. Representan también una fracción importante para los estratos tróficos superiores ya que constituyen el principal alimento de muchas larvas de peces. Desde el punto de vista ecológico, la supervivencia de ambas especies en el estuario de Bahía Blanca, depende no solo de la capacidad adaptativa de las mismas sino también del éxito reproductivo en sus estrategias. El presente trabajo de tesis aporta nuevos conocimientos sobre la estrategia reproductiva (ER) del copépodo *Acartia tonsa* y reportar los primeros conocimientos sobre la ER del copépodo *Eurytemora americana*; haciendo un especial énfasis en la dormancia. Con esa finalidad se estudiaron experimentalmente diferentes aspectos de la ER de ambas especies: comportamiento, variabilidad estacional en la puesta y morfología de huevos, variabilidad estacional en la eclosión de huevos normales-resistencia y estrategia de dormancia. A su vez, se trató de establecer la posible relación de los diferentes aspectos estudiados con la abundancia poblacional, el tamaño de la hembra y las condiciones ambientales. Para llevar a cabo dichos estudios, se realizaron extracciones de muestras de zooplancton, agua y sedimento de Puerto Cuatrerros, estuario de Bahía Blanca (EBB), cubriendo períodos favorables y desfavorables para ambas especies (años 2002-2003, 2005 y 2007-2008). Adultos vivos y huevos bentónicos de ambas especies fueron aislados a partir de la muestras de

mesozooplancton y sedimento, para la realización de incubaciones. Las mismas fueron llevadas a cabo sin aclimatación bajo parámetros controlados, simulando las condiciones de salinidad, temperatura, oxígeno y alimentación registradas *in situ*. Una estacionalidad en la producción de los diferentes morfotipos de huevos fue observada en *Acartia tonsa*, con la presencia de huevos de mayor tamaño y espinas más largas-ramificadas (con microscopía electrónica de barrido-MEB), durante el período invernal desfavorable. Durante el período invernal estudiado, se observó con microscopía óptica (MO) y MEB la presencia de tres morfotipos con diferente longitud de espinas para *A. tonsa*. Sin embargo, no se registraron diferencias en el comportamiento de eclosión entre dichos morfotipos. Lo anterior sugiere que la morfología externa no estaría relacionada con el desarrollo embriológico del huevo, siendo los tres tipos, potenciales huevos de resistencia. Durante el período desfavorable para *A. tonsa* (i. e. invierno- principios de primavera) en relación a lo acontecido en el período favorable, se observaron: bajas abundancias poblacionales, presencia de hembras grandes, bajos valores de producción de huevos, presencia de huevos con espinas más largas y ramificadas (MEB), huevos de mayor tamaño y baja eclosión huevos (9 al 40%). A su vez, hubo una asociación de estas características con bajas temperaturas (≤ 7 °C) y salinidades altas (32.73-36.62). En base al comportamiento de eclosión de los huevos provenientes de las incubaciones de hembras y de los huevos de muestras de sedimento, *A. tonsa* presenta una estrategia de dormancia intermedia entre quiescente y diapausa. Las primeras nauplii de *A. tonsa* reclutadas experimentalmente de huevos bentónicos se registraron con

temperaturas de 9-12 °C y salinidades bajas entre 30-27, similares a las halladas en el ambiente durante la primavera.

Eurytemora americana posee un comportamiento de cópula similar a *E. affinis*, con cópulas múltiples. Durante el período de crecimiento poblacional, *E. americana* produce sólo huevos normales de eclosión inmediata (24-48 horas). Las condiciones de bajas temperaturas ($\leq 9^{\circ}\text{C}$), altas salinidades y buena cantidad/calidad de alimento durante el bloom fitoplanctónico invernal, inducen en *E. americana* una alta producción de huevos normales, con alto número de huevos por saco, altos % de eclosión y hembras con mayor masa corporal. Durante el período de declinación de la población de *E. americana*, el cambio de las condiciones ambientales: ascenso de temperatura, descenso de salinidad, aumento del fotoperíodo y finalización del pico fitoplanctónico, inducen la producción de huevos diapáusicos, los cuales no eclosionan y pasan a la fase bentónica para asegurar la supervivencia de la especie en el EBB. Esta estrategia de dormancia tiene probablemente un alto gasto metabólico, lo cual se ve reflejado en la baja producción de huevos (bajo números de huevos por saco) y poca capitalización del alimento en masa corporal (hembras chicas) hacia el final del pulso. Los huevos diapáusicos de *E. americana* son de mayor tamaño que los normales, presentando estructuras más complejas a nivel de pared y corion (observados con microscopía electrónica de transmisión-MET y MEB). El reclutamiento experimental de nauplii de *E. americana*, a partir de huevos bentónicos, ocurrió luego de haber pasado por un período refractario de calentamiento y a partir de temperaturas (17-15 °C), mucho más altas de las esperadas.

*Reproductive strategy of the copepods *Acartia tonsa* and *Eurytemora americana*:
Seasonal variability of subitaneous and resting eggs morphology and ultrastructure
in Bahía Blanca estuary.*

ABSTRACT

A. tonsa and *E. americana* copepods, seasonally dominate in Bahía Blanca estuary and have a fundamental role as modulators in the population dynamics of microplankton-phytoplankton by grazing pressure. They also represent an important fraction by higher trophic strata, because they are the main food of many fish larvae. From the ecological point of view, survival of both species in Bahía Blanca estuary, depends not only on the adaptive capacity but also of the reproductive success in their strategies. The aim of this study was to provide new knowledge about reproductive strategy (RE) of *Acartia tonsa* copepod and report the first information about the RE of *Eurytemora americana* copepod, focused especially on dormancy. Laboratory experiment were performed in order to study various aspects of RE for both species: behavior, seasonal variability of eggs production and egg morphology, seasonal variability of hatching success on subitaneous a resting eggs and dormancy strategy. At the same time, it was try to establish the possible relationship among the different aspects studied, abundance population, female size and environmental conditions. To perform this study, samples of zooplankton, water and sediment were collected from Puerto Cuatros in Bahía Blanca estuary (BBE), covering favorable and unfavorable periods for both species (2002-2003, 2005 and 2007-2008). Adults and benthic eggs of both species were isolated from meso-zooplankton and sediment, samples to carry out incubations. These incubations were carried out without acclimatization under similar conditions of salinity, temperature, oxygen and food to those recorded in situ.

A seasonal production of different eggs morphotypes was observed in *A. tonsa* and the presence of larger eggs with long spines on the chorion (SEM) during the unfavorable winter period. During the winter period studied, was observed (SEM) the presence of three eggs morphotypes with different spines length. However, there were no hatching behavior differences between these morphotypes. This suggests that the external morphology were not connected with the physiological hatching behavior of the egg and that the three morphotype were potential resting eggs. In relation to developments in the period favorable, during the worst period for *A. tonsa* (ie winter-early spring), were observed: low population abundances, the presence of large females, low levels of egg production, presence of longer branched spines in eggs (SEM), larger eggs and low hatching eggs (9 to 40%). In turn, there was an association of these characteristics at low temperatures ($\leq 7^{\circ}\text{C}$) and high salinities (32.73-36.62). By reference on hatching behavior from incubations of females and benthic eggs, *A. tonsa* presents a dormancy strategy intermediate between quiescent and diapause. The first *A. tonsa* nauplii recruited from experimentally incubations of benthic eggs, were recorded with 9-12 °C and salinities of 30-27 (similar conditions to those found in the spring).

E. americana has a copulatory behavior similar to *E. affinis* with multiple copulation. During the growth population period of, *E. americana* spawn subitaneous eggs (hatch-time 24-48 hours). The conditions of low temperature, high salinity and the winter phytoplankton bloom induced in *E. americana* a high production of subitaneous eggs, with large clutch size, high hatching success and large female's size. Changes in environmental conditions during decline population pulse, induce