

P.
Q.3

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ARTEMIA
DEL DEPARTAMENTO DE LIMA**

**SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO**

POR: ROBERTO QUESQUÉN FERNÁNDEZ

CALLAO - PERÚ

1996

*A mis padres Ernesto y Gloria,
quienes son mi más grande y
bello ejemplo.*

*A mi esposa Yrma Mercedes,
que sin su apoyo no habría
alcanzado esta meta.*

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a la Ms. Elga. Haydee Montoya Terrero por su invaluable apoyo y orientación continua en la preparación de este trabajo; a mi asesor Elgo. Juan Vélez Dieguez por su orientación y pertinentes opiniones; a mi esposa Yrma Villanueva por su ayuda, sus numerosos aportes y comentarios durante la ejecución y redacción del presente trabajo.

Al Dr. Francisco Amat por la valiosa información enviada, A Alfredo Olivera, Luis Vinatea y Victor Hugo Vera que durante las numerosas conversaciones e intercambio de opiniones permitió esclarecer muchas interrogantes sobre algunos puntos tratados en este trabajo. Al Dr. Marco Espino por sus sugerencias en la determinación de la expresión matemático para *Artemia*. A la Srta. Juana Marquina por sus pertinentes comentarios y observaciones durante la preparación para la exposición de esta tesis.

A las numerosas personas que de una u otra manera contribuyeron en la culminación de esta tesis.

INDICE DE MATERIA

RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	11
I.- ANTECEDENTES	15
II.- MATERIAL Y MÉTODOS	31
2.1. Zona de estudio y lugar de experimentación.	31
2.2. Análisis físico químico.	31
2.3. Evaluación algal.	33
2.3.1. Muestreo algal.	33
2.3.2. Reconocimiento de la flora algal y su distribución con respecto a <i>Artemia</i>	34
2.4. Sistema de cultivos algales para la alimentación de <i>Artemia</i>	35
2.5. Muestreo de <i>Artemia</i> en su habitat natural.	37
2.6. Cultivo de <i>Artemia</i>	37
2.6.1. Obtención de nauplios de <i>Artemia</i>	37
2.6.1.1. Por oviparidad	37
2.6.1.2. Por ovoviviparidad	39
2.6.2. Cultivo preliminar de <i>Artemia</i> con diferentes dietas algales.	40
2.6.3. Cultivo de <i>Artemia</i>	41

2.7. Evaluación del crecimiento de <i>Artemia</i>	41
2.7.1. Longitud del cuerpo y bioestadística.	43
2.7.2. Expresión matemática de la curva de crecimiento	43
2.8. Descripción del ciclo de vida de <i>Artemia</i>	47
 III.- RESULTADOS	 48
3.1. Descripción de la zona de estudio	48
3.1.1. "Las Salinas" de Huacho.	49
3.1.2. Pampas de Ventanilla.	53
3.1.3. Las salinas de Chilca.	57
3.2. Parámetros físico químicos de las salinas de Chilca, Ventanilla y Huacho.	61
3.2.1. Las Salinas de Huacho.	61
3.2.2. Pampa de Ventanilla.	63
3.2.3. Salinas de Chilca.	64
3.3. <i>Artemia</i> en su habitat natural.	66
3.3.1. Las Salinas de Huacho.	66
3.3.2. Pampa de Ventanilla	67
3.3.2.1. Parasitismo en <i>Artemia</i>	69
3.3.3. Las salinas de Chilca.	70
3.4. Flora algal de los biotopos salinos habitado por <i>Artemia</i>	71
3.4.1. Las Salinas de Huacho.	71
3.4.2. Pampa de Ventanilla.	73
3.4.3. Las salinas de Chilca.	75
3.5. Cultivo preliminar de <i>Artemia</i>	76
3.6. Longitud del cuerpo de <i>Artemia</i>	77

3.7. Ciclo de vida de <i>Artemia</i> .	80
IV.- DISCUSIÓN	86
V.- CONCLUSIONES	99
VI.- RECOMENDACIONES	101
VII.- BIBLIOGRAFIA	103
VIII.- APÉNDICE 1	141
IX.- APÉNDICE 2.	151
X.- APÉNDICE 3	167

RESUMEN

Se avaluó el crecimiento del camarón de salmuera *Artemia sp.* y se caracterizó sus ambientes principales del departamento de Lima, como son "Las Salinas" de Huacho, la Pampa de Ventanilla y las salinas de Chilca, registrándose sus temperaturas, salinidades, pH y oxígeno (éste último sólo en Huacho), así como la flora algal planctónica y bentónica asociadas con la colonización de *Artemia*. Se encontró que el camarón de salmuera prospera bien en ambientes con alta productividad primaria (Cueva del Diablo en Ventanilla y Santa Cruz en Chilca) y toleró amplios rangos de parámetros bióticos y abióticos en sus ambientes naturales como: baja productividad primaria (Huacho y Ventanilla); elevada salinidad, hasta cerca a la saturación (Laguna Rosada del Sur y pozas en Huacho); salinidades muy bajas (Cueva del Diablo en Ventanilla); pH ácido (Laguna de Ventanilla y Cueva del Diablo en Ventanilla); pH alcalino (Santa Cruz en Chilca); alta temperatura, superior a 30 °C (Laguna de Ventanilla y en pozas en Huacho, en verano); baja temperatura, 16° (Cueva del Diablo en Ventanilla, en invierno). Además el pH del agua juega un rol muy importante en la formación de los quistes en poblaciones naturales de *Artemia*.

Se realizaron cultivos de *Artemia* en laboratorio, de las tres cepas, alimentadas con *Dunaliella viridis* microalga autóctona de Huacho. Se evaluó el crecimiento de la longitud del cuerpo del microcrustáceo y su ciclo de vida. Se encontró que en la cepa de Huacho el camarón de salmuera completó su ciclo de vida en 21 días (longitud del cuerpo $6,561 \pm 0,635$ mm), en la cepa de Ventanilla en 16 días (longitud del cuerpo $7,164 \pm 0,528$ mm) y en la cepa de Chilca en 17 días (longitud del cuerpo $6,640 \pm 0,528$ mm). La curva de crecimiento tiene una forma sinoidal representado muy bien por la expresión matemática de WEAR y HASLETT (1989). Además, se discute la interacción recíproca de las condiciones hidrológicas, climáticas, físico químicas y la estructura algal con la colonización de *Artemia* en los diferentes ambientes acuáticos evaluados, así como su ciclo de vida y tasa de crecimiento.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tuvo como principal objetivo la evaluación de las poblaciones naturales de *Artemia* del departamento de Lima, así como su crecimiento y ciclo de vida en laboratorio con dietas algales nativas de los ambientes caracterizados por este crustáceo. El litoral peruano, con más de 100.000 Ha de tierras aluviales adecuadas para la explotación comercial del camarón de salmuera, es considerado como una región privilegiada para el establecimiento de granjas artemícolas (SORGELOOS, 1983b; VINATEA, 1989a).

La necesidad de suministrar alimento vivo a las larvas de la mayoría de las especies acuáticas de interés comercial, a diferencia del ganado que puede aceptar dietas inertes en todo su ciclo de vida, constituye una de las grandes diferencias entre la acuicultura y la ganadería.

La importancia que desempeña *Artemia* en las técnicas modernas de acuicultura de peces y crustáceos, desde que Seale Gros y Rollefesen, en los años 30 iniciaron su empleo, se ha incrementado hasta nuestros días, no obstante las manifestaciones de excepticismo y de los intentos de encontrar sustitutos vivos o inertes para este recurso alimenticio constituyendo un recurso natural que debe ser explotado por su relativa facilidad y alto valor comercial.

Se ha demostrado que el camarón de salmuera *Artemia* es un alimento apropiado para los más diversos grupos de organismos del reino animal, como una amplia variedad de peces y crustáceos marinos y de agua dulce, foraminíferos, celentéreos, gusanos, poliquetos, insectos, cefalópodos y chaetognatas (SORGELOOS, 1980; AMAT et al., 1987). En la mayoría de los casos es empleado bajo la forma de nauplios recién nacidos, aunque las larvas más crecidas de *Artemia* constituyen un mejor alimento para muchos predadores.

En la actualidad, para alcanzar niveles adecuados de supervivencia en la mayoría de peces y crustáceos en cultivo (más de 300 especies), es indispensable que, por lo menos en alguna etapa de su vida se les alimente con *Artemia spp.* bajo sus distintas formas (quistes decapsulados, nauplios, preadultos y adultos, frescos,

secos, enriquecidos, congelados, formando parte de dietas artificiales, etc.) (AMAT, 1985; KANAZAWA, 1986).

La principal ventaja del empleo de *Artemia* es que se parte de un producto aparentemente inerte y seco llamado "quiste". Los quistes, que en realidad son embriones inactivos, pueden ser almacenados por años y sólo necesitan ser incubados por 24 horas en agua de mar para su eclosión y obtención larvas vivas.

La producción de quistes y biomasa de *Artemia* está alcanzando cada vez, niveles más significativos en el mercado mundial. Esta producción se ve restringida a ciertos lugares que reúnen condiciones ambientales favorables que conducen a tasas extremadamente altas de producción primaria con un consiguiente alta producción secundaria, como el típico fitoplanctófago de aguas salinas *Artemia*. Como consecuencia de la proliferación de fuentes de quistes de *Artemia* en el mundo, se han registrado resultados muy variados en el cultivo de sus predadores, registrándose diferencias de calidad de un lote a otro (LAVEN et al., 1986a).

Además, es notorio la importancia del camarón de salmuera en otros campos diferentes a la acuicultura, como: En el mejoramiento en la producción de la sal común (SORGELOOS, 1983a); en la depuración de metales pesados

de la cadena trófica como bioacumulador (RAO y GOVINDARAJAN, 1987): fuente de sustancias químicas como la vitamina C2 (L-ascorbil-2-trifosfato) por su estabilidad a la temperatura y a la oxidación durante su procesamiento y almacenamiento comercial (HALVER, 1988): como organismos para pruebas de toxicidad (BENGTSON, 1988): como bioencapsulador de medicamentos antibacterianos para el tratamiento de sus predadores (BIAN et al., 1989), entre otros muchos usos.

Los progresos en las áreas de fisiología, genética, bioquímica, radiología y en acuicultura de *Artemia* requieren del conocimiento de la ecología de las poblaciones del camarón de salmuera en sus habitats naturales. Sin embargo, menos del 2% de las publicaciones de los últimos años se basan en su aspecto ecológico (BLINN 1993; LENZ, 1987; PERSOONE & SORGELOOS, 1980; WILLIAMS 1986). El conocimiento actual sobre el camarón de salmuera en su ambiente natural es extremadamente pobre. El territorio peruano incluye ambientes, aún poco estudiados, con sistemas hidrológicos talasohalino, atalashalino y mixohalino en donde se requieren de adaptaciones extremas para sobrevivir

I.- ANTECEDENTES

El crustáceo *Artemia* fue reportado por primera vez, en 1755 por SCHLOSSER. LINNEO (1758) realizó estudios descriptivos de su anatomía y morfología, incorporándolo en su "Systema naturae" con el nombre de *Cancer salinus*. Sin embargo, su descripción fue errónea por asignarle 10 pares de toracópodos, en lugar de 11. Posteriormente LEACH (1819) la clasifica como *Artemia salina*, nombre que conserva hasta la actualidad.

SEALE (1933) de Estados Unidos y ROLLEFSEN (1939) de Noruega, demostraron que los nauplios de *Artemia* constituyen un alimento ideal para larvas de peces. Igualmente señalaron que sus quistes pueden almacenarse durante muchos años, en ambientes secos, manteniendo su vitalidad inalterada.

En 1940 se realizaron las primeras distribuciones comerciales de quistes. Las cosechas procedían de lugares de producción natural: Bahía de San Francisco y Gran Lago Salado, Utah (EE.UU.). En 1960 se inició la explotación en el lago Little Manitou, Canadá. La distribución en

aquel entonces fue de 30-50 ton (SORGELOOS, 1980). La continua expansión de la maricultura originó una demanda superior a la oferta. Pronto, la escasez de quistes de *Artemia* fue considerado como "cuello de botella" en el desarrollo de la maricultura. De otro lado, la procedencia de los quistes de poblaciones silvestres y el empleo de técnicas primitivas de recolección, limitaron la disponibilidad de quistes de buena calidad, además de un precio en aumento (SORGELOOS, 1979a).

Sin embargo, éste fue un problema técnico y temporal. En 1978 la situación cambió. Se inició la explotación de nuevas fuentes naturales de *Artemia* en Europa, Asia, Norte y Sudamérica y Australia; Así como, la inoculación de *Artemia* en Macau, Norte de Brasil. En ese mismo año existían 10 firmas comerciales distribuidoras de quistes, provenientes de: Buenos Aires, Argentina; Danfier y Bahía Tiburón, Australia; Macau, Brasil; Lago Chaplin, Canadá; Aigues Mortes, Francia; Cádiz, España; Isher, Turquía; Gran Lago Salado, San Diego, y Bahía de San Francisco, Estados Unidos (SORGELOOS, 1979b).

En 1980 la producción pasó las 100 ton, y su precio bajó a 35-40 dólares·kg⁻¹. La demanda mundial estaba cubierta. Sin embargo, al poco tiempo, reapareció la escasez de quistes por la continua expansión de la

acuicultura. Los precios se elevaron. En efecto, en Tailandia y Filipinas se vendía los quistes, procedentes de Estados Unidos, a 60-70 dólares·kg⁻¹. En 1983 el quiste procedente de Macau (Brasil) tenía un precio de 80-100 dólares·kg⁻¹. En la actualidad la producción de quistes es insuficiente (VINATEA, 1989a).

En vista de esta escasez, en varias partes del mundo, se han construido, o se proyecta construir, instalaciones artemícolas; orientadas a la producción de quistes, y como subproducto biomasa de *Artemia*.

Así, en Colombia opera, desde 1987, una granja de 240 Ha en Galerazamba, Bolívar. Su producción proyectada de biomasa en 165 Ha es de 50 ton·año⁻¹; Sólo destinan 9 Ha para la producción de quistes. En Maure, Guaji, opera otra granja artemícola, en 3.900 Ha. Se encuentra en fase experimental y cosechó 200 kg (ROZO, 1987). En Venezuela existe una granja artemícola en 200 Ha, en las costas de la Península de Araya (extremo Este). Está operativa desde 1988. Su producción anual proyectada: 2 ton de quistes y 200 ton de biomasa enriquecida y congelada (a -25°C). Todas son empresas privadas.

En el Perú son escasos los lugares donde se produce en forma natural el crustáceo *Artemia*. En general, son pequeños y dispersos cuerpos de agua con poblaciones de

poca importancia. Así tenemos las lagunas de Chilca, Ventanilla y las Salinas de Huacho, en el departamento de Lima; la salina de Caucato en Pisco; Virrilá y Colán en Piura. En la actualidad existen, por iniciativa privada, varios proyectos para la construcción de granjas artemícolas en el estuario de Virrilá, Piura.

TERAMOTO y KINOSHITA (1961) realizaron los primeros intentos de cultivos controlados en instalaciones acuícolas. En las dos últimas décadas se han reportado diversas técnicas y sistemas de cultivo (REEVE, 1963; TACK YANG, 1975; SORGELOOS et al., 1977, 1983, 1986, 1987; BRISSET et al., 1982; SORGELOOS, 1983a; LAVENS et al., 1986b; FIGUEREDO et al., 1987; TSENG, 1987; DHONT, 1988; ZAVALA-AGUIRRE y ABREU-GROBOIS, 1988; ROSOWSKI, 1989). De igual manera, son numerosos los reportes sobre métodos y prácticas en el manejo de quistes (SORGELOOS et al., 1978; VOS et al., 1984; LAVENS et al., 1986a; HONTORIA et al., 1987 y 1989; TSENG, 1987; SPOTTE y ANDERSON, 1988), así como investigaciones empleando diversos medios y dietas alimenticias en *Artemia* (PROVASOLI y D'AGOSTINO, 1969; SORGELOOS, 1974; VIVAR, 1979; BLANCO, 1987; FABREGAS et al., 1987; GAMALLO et al., 1987; VIJAYARAGHAVAN et al., 1987; AHMED y JONES, 1988; COUTTEAU y SORGELOOS, 1989; LEGER et al., 1989).

La diversidad de fuentes naturales productoras de

quietes originó resultados muy variables en su valor nutricional: incluso de un lote a otro en una misma raza geográfica (LAVENS et al., 1986b). Por tal motivo, y en vista de la necesidad de intensas investigaciones interdisciplinarias se inició, en 1978 el programa "Estudio Internacional de Artemia". Este se basó en la colaboración de 5 laboratorios, ubicados en Bélgica, Estados Unidos y el Reino Unido. Con el objeto de comandar este programa, y como efecto del mismo, se creó en ese año el "Centro de Referencia de Artemia" (SORGELOOS, 1980).

Dicho centro, mantiene contacto con los científicos que estudian al camarón de salmuera, en el mundo. Además, publica el boletín "Larviculture & Artemia Newsletter".

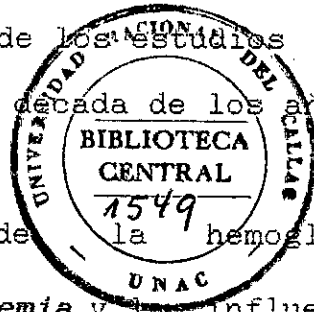
Los estudios básicos de *Artemia*, se vienen realizando desde mediados del presente siglo. Es muy extensa la lista de publicaciones referente a su biología (anatomía, fisiología, citología y taxonomía), contaminación y toxicología, ecología, dinámica de población, reproducción, embriología, genética, bioquímica y biología molecular.

Muchos de estos estudios se deben, además de su importancia en acuicultura, a que *Artemia* se presta a investigaciones de laboratorio. Es uno de los organismos

que se está empleando como base para dilucidar el funcionamiento de los mecanismos fisiológicos en los organismos vivos, principalmente a nivel molecular.

Con el objeto de tener una idea de la profusión de publicaciones de investigación básica en *Artemia*, se presenta a continuación parte de los estudios reportados en los últimos tres años de la década de los años 80:

BIOLOGÍA: Comparación de la hemoglobina de diferentes poblaciones de *Artemia* y la influencia de la temperatura en el equilibrio del oxígeno (WOLF et al., 1987); Estudios biológicos de la *Artemia* coreana (HUR, 1988); *Artemia*, una maravilla de la naturaleza (KORAY, 1988); Morfogénesis de la segmentación en larvas de *Artemia* (FREEMAN, 1988). Desarrollo anormal de *Artemia* por exposición brusca al calor (HERNANDORENA, 1988). Función biológica del cobre en *Artemia franciscana* (BLUST, 1988b); características relacionadas con el oxígeno en la hemolinfa de *Artemia* (WOLF et al., 1989). Mecanismo de degradación del huevo en *Artemia* (PERONA y VALLEJO, 1989); especies hermanas ("sibling species") de *Artemia*: revisión al microscopio electrónico y de luz de la morfología de la protuberancia (MURA et al., 1989a y b); morfología de la protuberancia de *Artemia salina* (LINNAEUS, 1758) de Lygmington, Inglaterra (MURA, 1990a y b); Observaciones y preguntas sobre la taxonomía de



Artemia (ABREU-GROBOIS, 1989)

PARÁMETROS BIÓTICOS Y ABIÓTICOS: Productividad natural, composición corporal y parámetros ambientales (ALBENTOSA et al., 1987); Evaluación de diferentes dietas para una supervivencia y crecimiento óptimo de *Artemia* partenogenética (VIJAYARAGHAVAN et al., 1987); Calidad nutricional de 4 microalgas marinas en el desarrollo de *Artemia* (GAMALLO et al., 1987); Cultivo de *Artemia* con microalga marina: producción, consumo y evaluación económica (FABREGAS et al., 1987); Enriquecimiento de *Artemia* con ácido grasos poli-insaturados, alimentadas con dieta encapsuladas (AHMED y JONES, 1988)9 Habitat de *Artemia*: tolerancia en la concentración de iones de una superespecie (BOWEN et al., 1988). Efectos de la temperatura y su influencia en *Artemia* sexual y asexual (BROWNE et al., 1988); Efecto de la temperatura en la eclosión de quistes, sobrevivencia y producción de biomasa para diferentes razas geográficas de *Artemia* (VANHAECKE y SORGELOOS, 1989); Alimentación de *Artemia* con levadura: efecto de la agitación mecánica, densidad animal, calidad de agua e intensidad de la luz (COTTEAU y SORGELOOS, 1989).

CONTAMINACIÓN Y TOXICOLOGIA: Acumulación de cobre en *Artemia* por medio de *Skeletonema costatum* CLEVE (RAO y GOVINDARAJAN, 1987); Efectos combinado de 4 polulantes

(cobre, cromo, petróleo y dispersante de petróleo) en la respiración de *Artemia* (VERRIOPOULOS et al., 1988); Acción combinada del amonio y nitrato en nauplios de *Artemia salina* (CHEN et al., 1988).

ECOLOGÍA: Estudios ecológicos de poblaciones de *Artemia* en las salinas de Araya, Venezuela (CARRASQUERO, 1987a); Estudios hidrobiológicos y poblacionales de la *Artemia franciscana* en Yavaros, México (ORTEGA y MARTÍNEZ, 1987); Ecología y cultivo de una inoculación experimental de *Artemia* (Macau): (CAMARA et al., 1989); *Artemia sp*: un ejemplo del peligro de introducir especies foráneas en acuicultura (NARCISO, 1989); Biogeografía de *Artemia* partenogenética continental en España Central (SERRANO et al., 1989); Distribución geográfica de *Artemia* en la República Popular China (RUNSHENG y FENGII, 1989); Distribución de *Artemia* en la región de Bashang, República Popular de China (RUNSHENG y FENGII, 1990a).

DINÁMICA DE POBLACIÓN: Modelo poblacional de *Artemia* basado en cálculos (ABREU-GROBOIS, 1988); Un modelo de dinámica de población para cultivo de *Artemia* (ABREU-GROBOIS et al., 1988); Un modelo para el crecimiento de las poblaciones en cultivos de *Artemia franciscana*, basado en la dependencia de su tasa alimenticia y en su eficiencia del crecimiento (ABREU-GROBOIS et al., 1989); Un modelo de la cinética de consumo de alimento basado en

la ampliación de la diversidad del tamaño entre los cohortes de *Artemia* (BRUNE y ANDERSON, 1989); Dinámica de población de una población asexual de *Artemia* (MACDONALD y BROWNE, 1990).

REPRODUCCIÓN: Herencia y rol reproductivo de los machos, presente en número reducido, en poblaciones partenogenéticas de *Artemia* (MacDONALD y BROWNE, 1987); Sobre la biología reproductiva de *Artemia* (TROUNG MINH UY, 1988); Aspectos de la muda y reproducción en *Artemia* partenogenética (RAJKUMAR y MUNUSWAMY, 1988); Estudios experimentales en la reproducción de dos poblaciones diferentes de *Artemia* partenogenética de las Islas Canarias (VARO et al., 1988); Relación de los mecanismos que determinan el modo reproductivo con la heterocigosidad materna de *Artemia* (GAJARDO Y BEARDMORE, 1989b); Diferencia en la actividad reproductiva entre 3 especies de *Artemia* partenogenética de la R.P. China (RUNSHENG y FENGII, 1990b).

EMBRIOLOGÍA: Cutícula embrionaria de *Artemia* durante la diapausa y la eclosión: discernimiento comparativo con otros branquiópodos (BELK, 1987); Alta resolución en la transición metabólica inducida por pH e influencia del amonio de metabolitos glicolíticos en embrión de *Artemia* (HAND y GNAIGER, 1987); Un posible lugar extraovario de la síntesis del lipovitelos, durante la vitelogénesis, en

Artemia sp. (VAN BEEK et al., 1987): Anhidrobiosis en embrión de *Artemia*, caracterización de la interrupción metabólica durante la disminución del agua asociada en las células (GLASHEEN y HAND, 1988): Cuantificación de la latencia anaeróbica en embriones de *Artemia*: un examen calorimétrico del mecanismo de control (HAND y GNAIGER, 1988): Disipación del calor metabólico y niveles de soluto interno del embrión de *Artemia* durante los cambios del agua asociada de la célula (GLASHEN y HAND, 1989).

GENÉTICA: *Artemia* del lago Urmia, Irán: modo reproductivo y número de cromosomas (BARIGOZZI et al., 1987): Divergencia genética y ecológica de *Artemia* sexual y asexual de la cuenca del mediterráneo (BROWNE, 1988): Cariotipos de *Artemia* de 5 grandes salinas de la provincia de Liaoning, R.P. China (HANJUN et al., 1988): Cariotipo de *Artemia mónica* (BARIGOZZI y BARATELLI, 1989): Cromosomas y cromocentros en el género *Artemia* (ABREU-GROBOIS y BEARDMORE, 1989): Estudios de la composición de la ploidia cromosomal en *Artemia sp.* de R.P. China (RUNSHENG et al., 1989).

BIOQUÍMICA: Composición bioquímica de *Artemia* alimentada con diferentes dietas (GOZALBO et al., 1987): Análisis inmunoreactividad de la hemoglobina de *Artemia* (MARSHALL et al., 1987): Evaluación espectrofotométrica en la determinación del hierro, cobre y cadmio en *Artemia*

(BLUST et al., 1988a): Determinación radioinmunológicas de las concentraciones de esteroides δ C-21, C-19 y C-18 durante el ciclo reproductivo de las hembras de *Artemia* (VAN BEEK y DE LOOF, 1988): Metaloproteínas en el desarrollo de *Artemia* (ACEY et al., 1989).

BIOLOGÍA MOLECULAR: Identificación del lugar de iniciación transcripcional del gen ARN ribosomal en el crustáceo *Artemia* (GILL et al., 1987); Topografía y estequiometría de proteínas ácidas en subunidades ribosomales grandes de *Artemia salina*, determinada por "crosslinking" (UCHIUMI et al., 1987): Factor de alargamiento 1-beta-gama de *Artemia*: purificación y propiedades de sus sub-unidades (JANSSEN y MOLLER, 1988): Parámetros termodinámicos y cinéticos de asociación y disociación de la subunidad ribosomal en *Artemia* (GOSS et al., 1988): Asociación del ARNm de la tubulina con una fracción de la membrana del embrión de *Artemia salina* (RAJA y JAYARAMAN, 1988): Estructura de los genes de uboquitina en *Artemia* (FRANCO y RENART, 1988): Biosíntesis in vitro de la subunidad beta del Na⁺/K-ATPasa en el desarrollo de *Artemia*: glicosilación e inserción en la membrana (BAXTER-LOWE et al., 1988): Expresión diferencial del gen de las subunidades alfa y beta del Na⁺/K-ATPasa en el desarrollo de *Artemia* (GUO y HOKIN, 1988): Efectos del Na⁺ y K⁺ en la (Na,K)ATPasa solubilizado con el detergente Zeuiterionico chaps

(MOROHASHI et al., 1988): Metabolismo del enzima dinucleósido olifosfatasa en quistes y larvas de *Artemia* (PRESCOTT et al., 1988): Biología molecular de la osmoregulación larval (CONTE, 1988): Cambios cualitativos y cuantitativos de carotenoides en el desarrollo de *Artemia* (NELLIS et al., 1988): Estructura y lugar de función de la hemoglobina en *Artemia* (WOLF et al., 1988): Caracterización de la quitinasa en *Artemia* (FUNKE y SPINDLER, 1989): Efecto de un anticuerpo en la proteína de unión de 5s-ARN en la síntesis de proteína en las ribosomas de *Artemia* (KENMOCHI et al., 1989).

En los últimos años los estudios realizados en América Latina sobre *Artemia* han venido en aumento, así:

Brasil: VINATEA (1983) realizó un inóculo artificial de la cepa de Macau en las salinas de Sao Bento y ensayó nuevas dietas para cultivos intensivos. LUNA (1984) evaluó el potencial salino para el cultivo de *Artemia* en el estado de Ceará. ROCHA y CÁMARA (1988), de la Universidad Federal de Río Grande del Norte, emplearon *Artemia* en la mejora de la calidad y producción de la sal. KLEIN (1989) analizó el valor proteico de *Artemia*, alimentada con diferentes compuestos orgánicos. VINATEA (1989a) cultivó el camarón de salmuera en pozas de 3 Ha bajo sistema semi intensivo, en Acarú, demostrando que la salinidad es un parámetro crítico de la producción.

CÁMARA et al.. (1989) efectuaron estudios ecológicos y de cultivo mediante inoculación experimental de *Artemia* de Macau.

Chile: GAJARDO, del Instituto Profesional de Osorno, realiza estudios genéticos e identificación de nuevas ambientes con poblaciones de *Artemia*. De sus estudios reportados podemos mencionar, la producción de quistes y su relación con la heterozigosidad materna (GAJARDO y BEARDMORE, 1989a) y el estudio de los factores que regulan los dos tipos de reproducción de *Artemia* (GAJARDO y BEARDMORE, 1989b).

Costo Rica: FIGUEREDO (1986) efectuó un cultivo intensivo de *Artemia franciscana* desde nauplio hasta preadulto. FIGUEREDO et al.. (1987) cultivaron *Artemia* en pozas salinas y en sistemas intensivos. GONZALO (1988) realizó cultivos experimentales en salinas, con buenos resultados.

México : ORTEGA y MARTÍNEZ (1987) estudiaron la hidrología y población de *Artemia franciscana* de Yavaros, Sonora. ZAVALA-AGUIRRE y ABREU-GROBOIS (1988) cultivaron *Tetraselmis suecica* y *Artemia franciscana* con estiércol de pollo. ABREU-GROBOIS (1988) estudió la dinámica de población de *Artemia*. ABREU-GROBOIS et al.. (1988) establecieron un modelo determinístico de la dinámica del

crecimiento del camarón de salmuera bajo diversas condiciones de cultivo. Así mismo establecieron un modelo de crecimiento para *A. franciscana* (ABREU-GROBOIS et al. 1989). ABREU-GROBOIS y BEARDMORE (1989) estudiaron los cromocentros y cromosomas en células somáticas de nauplios de *Artemia*. ABREU-GROBOIS (1989) planteó algunas observaciones taxonómicas sobre el camarón de salmuera.

República Dominicana: TEJADA (1984), de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, Centro de Investigaciones de Biología Marina (CIBINA) realizó estudios de las 4 poblaciones nativas de *Artemia*, existente en su país. Incidió en los aspectos físico químicos y biológicos, para evaluaciones de dinámica de población.

Venezuela: SCELZO Y VOGLAR (1980) estudiaron la ecología del camarón de salmuera *Artemia* en el lago salado de Boca Chica, isla Margarita. CARRASQUERO (1987a y b) efectuó estudios ecológicos de las poblaciones de *Artemia* de las salinas de Araya y diseñó un proyecto para incorporar la acuicultura a los procesos de explotación de sal.

Con respecto a los estudios de *Artemia* en el Perú, en su mayoría están orientados a su aplicación en acuicultura. Así, LEAR (1969) realizó observaciones describiendo el ciclo de vida y eclosión de quistes de

Artemia. VINATEA (1975) realizó un cultivo experimental, en tanques de concreto, utilizando la cepa de Chilca. RIVAS y VINATEA (1976) realizaron estudios ecológicos en las salinas de Chilca. VEGA y VINATEA (1978) hicieron estudios bioecológicos de las cepas *Artemia* de Chilca y Caucato, y ensayaron nuevos alimentos para su cultivo. VIVAR (1979) efectuó evaluaciones alimenticias de *Artemia* empleando harina de algas marinas y dietas preparadas de origen vegetal. ROSAS (1979) realizó estudios ecológicos y bromotológicos de *Artemia* procedente de las lagunas de Chilca. ESPINOZA (1979) cultivó al camarón de salmuera, para emplearlo como alimento inicial de peces tropicales.

CARRERA (1982) reportó un estudio de la distribución de *Artemia* en el Perú. SANTA CRUZ (1984) analizó la bioguímica de las hemoglobinas de *Artemia*. MUEDAS (1986) estudió el valor nutritivo de *Artemia franciscana*, en animales monogástricos. VINATEA (1986) realizó estudios comparativos de la biología y ciclo de vida, en 4 cepas de *Artemia* del Perú (Tumbes, Huacho, Chilca y Caucato) y de 2 cepas extranjeras (Gran Lago Salado, EE.UU. y Macau, Brasil); asimismo, realizó un cultivo piloto semi intensivo en las salinas de Chilca. SOLIS (1987) realizó un cultivo experimental y masivo del camarón de salmuera: se alimentaron con 4 especies de microalgas.

MONTOYA et al., (1988) efectuaron estudios ecológicos en las Salinas de Huacho, donde habita *Artemia*. DELGADO y NAVA (1988) evaluaron la calidad de eclosión de 3 cepas peruanas de quistes *Artemia*. SALGADO e IBACETA (1988) realizaron cultivos integrales de *Artemia* y *Penaeus vannamei*, en pozas fertilizadas con excremento de pollo. QUESQUÉN y VILLANUEVA (1989) evaluaron la velocidad de filtración del camarón de salmuera, en sus diferentes estadios. ARAKAWA et al., (1989) estudiaron las relaciones biométricas en el ciclo de vida de *Artemia*. CHIA et al., (1989) cultivaron experimentalmente al camarón de salmuera con diferentes dietas.

II.- MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Zona de estudio y lugar de experimentación.

Las zonas seleccionadas para evaluar la presencia de *Artemia* y caracterizar su medio ambiente es la salina de Chilca (entre 1987 a 1989), la Pampa de Ventanilla (entre 1990 y 1991) y Las Salinas de Huacho (entre 1986 y 1988).

La parte experimental se realizó en el laboratorio de Biología y Cultivos de Algas, local de Chucuito, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao.

2.2. Análisis físico químico.

Se realizaron análisis de los parámetros físico químicos de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos y pH en las lagunas y pozas de Ventanilla y Huacho, estableciendo estaciones de toma de datos y de muestreos, en cada biotopo donde habita *Artemia*. En Chilca se registró algunos parámetros en

forma esporádica y principalmente en pozas aledañas a los cristalizadores antiguos y a la laguna, además se tomó los datos de ROSAS (1979) para la evaluación de las lagunas de Santa Cruz y La Encantada.

Se establecieron estaciones de toma de datos. Los parámetros físico químicos evaluados son:

En el análisis de oxígeno disuelto se empleó el método de Miller Modificado (DeLAPORTE, 1920).

El análisis de nitratos y nitritos se realizaron con la finalidad de conocer la disponibilidad de la fuente nitrogenada, bajo la forma de nitrato (NO_3) y de nitrito (NO_2) en ambientes acuáticos, habitados por *Artemia*.

El método de análisis de nitrato, en el alto rango ($0-50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) es una modificación del Método de Reducción del Cadmio el cual emplea el ácido gentísico en lugar de 1-naftilamina. Se empleó un kit para Análisis de Nitrato-HACH. El método de análisis de nitrito, en el rango bajo ($0-0.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), es el método de Diazotización utilizando el kit para Análisis de Nitrito-HACH.

La salinidad, temperatura y pH fueron tomados en el mismo lugar donde se efectuaron los análisis anteriores. La salinidad del agua fue registrada con el salinómetro

refractómetro. Para obtener la temperatura se empleó un termómetro de rango de -10°C a 100°C con aproximación a 0.1°C . El registro del pH se realizó empleando un papel especial de pH, marca Alkalit, con rango de 6,5 a 8,5

2.3. Evaluación algal.

2.3.1. Muestreo algal.

Luego de un reconocimiento general de los diversos ambientes acuáticos, como lagunas, pozas y charcas de las Salinas de Huacho, Ventanilla y Chilca, se observaron las diferentes comunidades algales que colonizan estos ambientes. En las Salinas de Huacho, se seleccionaron los cuerpos de aguas mayores, así como pozas y charcas ubicadas a ambos lados de la carretera, que conduce al mayor yacimiento salinero del país. Ellos fueron denominados "Laguna Grande del Norte", "Laguna Grande del Sur" y "Laguna Rosada del Sur" (MONTROYA et al., 1988) y pozas del norte.

En la laguna de Ventanilla, las estaciones de muestreos se ubicaron principalmente en su parte sur, en una poza artificial hecha de concreto, a 30 metros al Este de la laguna, y en un pequeño charco al pie de un peñasco (debajo de un arco natural de roca) a unos 2 km al sur de la laguna.

En Chilca, las estaciones de muestreo fueron las pozas de diversos tamaños aledaños a Santa Cruz, incluyendo parte de las antiguas pozas de cristalización y en la misma laguna de Santa Cruz.

Se realizaron 7 muestreos en las Salinas de Huacho 11 muestreos en la laguna de Ventanilla y 6 muestreos en las salinas de Chilca, en el mismo lugar donde se realizaron los registros de los parámetros físico químicos.

2.3.2. Reconocimiento de la flora algal y su distribución con respecto a *Artemia*.

La descripción de la flora algal de las lagunas y pozas, se realizó reconociendo las muestras de agua recolectadas, sea en la superficie, a media agua o en el fondo, según donde se encuentren las algas. Las muestras se recogieron en pequeños frascos de plástico transparentes y herméticos, llevándolos directamente al laboratorio de Biología, local de Chucuito. Parte de cada muestra colectada fueron fijadas y preservadas en formalina al 5% o en una solución de lugol, que permite la visualización de flagelos y favorece la sedimentación. La aplicación de anilina azul al 1% facilitó el reconocimiento de determinadas estructuras algales (MONTROYA et al., 1988).

La flora algal, de las lagunas y pozas fueron asociadas con la presencia del camarón de salmuera y con los parámetros físico químicos.

2.4. Sistema de cultivos algales para la alimentación de *Artemia*.

Se estableció un sistema de cultivo algal, de tal forma que aseguró un adecuado abastecimiento de alimento, a cada una de las pruebas experimentales con *Artemia*.

Los cultivos algales realizados fueron de la clorofita biflagelada *Dunaliella viridis* y de la crisofita *Isochrysis galbana*. En ambos los casos de empleó el medio de cultivo F/2 Modificado (GUILLARD y RYTHER, 1962; GUILLARD, 1975). Este medio ha sido utilizado para aislamiento y cultivo de un gran número de especies unicelulares marinas.

Se esterilizaron, a 121° y $15 \text{ lb}\cdot\text{plg}^{-2}$ por 15 minutos, en pequeños viales, las soluciones de vitaminas ligeramente acidificadas, para mantener su estabilidad (McLACHLAN, 1973). Se almacenó ambas soluciones de vitaminas en el freezer, mientras que las otras soluciones se guardaron en refrigeración.

El medio f/2 se repartió en tubos de 150 x 15 mm y en matraces de 250, 500 y 1000 ml: se esterilizó en autoclave por 15 minutos a 15 lb de presión. Luego se guardó en refrigeración. El pH final del medio fue de 7.0. La salinidad resultante fue de 35 ppm, valor ubicado dentro de la generalización en la preparación del medio de agua de mar enriquecida: la adición de nutrientes no altera la salinidad significativamente (Mc LACHLAN, 1973).

La preparación inicial de cultivos en tubos de ensayo, se incrementó en forma secuencial en matraces de 125, 500, 1000 y 2000 ml. La inoculación se realizó a partir de los cultivos stock preparados en laboratorio.

Para cubrir los requerimientos alimenticios de las poblaciones de *Artemia*, mantenidos en acuarios de 5 litros de capacidad, se continuó incrementando el cultivo hasta volúmenes de 4 y 12 litros. Para estos cultivos se emplearon botellones de vidrio y bolsas de polietileno de alta densidad.

Los cultivos algales fueron mantenidos en el cuarto de cultivo del Laboratorio de Cultivo de Algas, con un adecuado sistema de aireación (motor aireador).

2.5. Muestreo de *Artemia* en su habitat natural.

Se reconoció y describió, por observación directa, las condiciones de vida del camarón de salmuera *Artemia*, en cada uno de los biotopos estudiados. Asimismo, fueron recolectadas y trasladadas al laboratorio en baldes de plástico de 1 galón de capacidad, en las mismas fechas a las tomas de datos físico químicos y a los muestreos algales. Una vez en el laboratorio, *Artemia* fue mantenido en acuarios y observados al microscopio.

2.6. Cultivo de *Artemia*.

Los cultivos de *Artemia* se realizaron en forma experimental en el laboratorio de "Cultivo de Algas" de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. La fuente de nauplios de *Artemia* recién nacidos procedieron de poblaciones recolectadas en su habitat natural de Huacho (L.G.N.), Ventanilla (Poza artificial) y Chilca (Santa Cruz). Se mantuvieron en acuarios de vidrio de 26 x 24 x 17 cm de alto, alimentadas con *Dunaliella viridis* (aislada de Huacho), *Tetraselmis sp.* (aislada de Ventanilla) o *Isochrysis galvana* (cepa extranjera) sometidos a aireación.

2.6.1. Obtención de nauplios de *Artemia*.

2.6.1.1. Por oviparidad: Debido a la reducida

población del camarón de salmuera en laboratorio. se obtuvieron cantidades insuficientes de quistes. En consecuencia, fue necesario agenciarse de cantidades adecuadas de quistes de *Artemia* de las salinas de Chilca. Sin embargo, para la cepa de Ventanilla fue imposible agenciarse de quistes, por lo que se empleó los pocos que se obtuvieron en laboratorio.

Para la eclosión de quistes de *Artemia* e inicio de cultivos para pruebas experimentales, se siguió el presente procedimiento (REEVE, 1963; SORGELOOS y PERSOONE, 1975):

- Se pesaron 250 mg de quistes secos. Se vertieron en un recipiente cilíndrico cónico de plástico en posición invertida, conteniendo un litro de agua de mar filtrada.
- A partir de las 20 horas después de producida la eclosión de los quistes, se tomó al azar 300 nauplios con una pipeta de 5 ml.
- Se observaron al microscopio submuestras.

tomadas de los nauplios de *Artemia* seleccionados al azar, para obtener su tamaño promedio y determinar su estadio respectivo.

- Los nauplios seleccionados se distribuyeron equitativamente en 3 vasos de precipitación de 150 ml de capacidad (100 nauplios en cada recipiente), conteniendo 100 ml de cultivo algal, *Dunaliella viridis*, en medio f/2 modificado.

2.6.1.2. Por ovoviviparidad: Se obtuvieron nauplios de *Artemia*, cepa de Huacho, por ovoviviparidad. Estos procedieron de poblaciones, mantenidas en acuarios de vidrio de 26 x 14 x 17 cm con agua de mar y se alimentaron con *D. viridis*.

Las poblaciones de *Artemia* fueron colectadas el 27 de marzo de 1988 de las Salinas de Huacho. A partir de éstas, se tomó submuestras de nauplios el 08 de julio del mismo año, se colocaron en beakers de un litro de capacidad y se les suministró *D. viridis* hasta reconocer el dimorfismo sexual. Luego, se seleccionaron 10

parejas el día 16 de julio y se distribuyó en beakers (rotulados de A - J) de 250 ml de capacidad con 150 ml de cultivo, del alga *D. viridis*. Se mantuvieron las parejas hasta obtener nauplios.

2.6.2. Cultivo preliminar de *Artemia* con diferentes dietas algales.

Preliminarmente se se llevaron a cabo cultivos con el objeto de adaptar poblaciones de *Artemia* con dietas algales de *Dunaliella viridis*, procedente de las lagunas de Huacho, *Tetraselmis sp.* procedente de la laguna de Ventanilla e *Isochrysis galvana*, cepa extranjera. Tanto *D. viridis* como *Tetraselmis sp.* fueron aisladas y mantenidas en ceparios en el laboratorio de "Cultivo de Algas" de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao.

Los cultivos preliminares estuvieron en las mismas condiciones que los efectuados para las evaluaciones experimentales, es decir, a temperatura de 25 - 28°C, a salinidad del mar y pH de 7.0 y a concentraciones algales por encima de 10^3 células·mL⁻¹.

2.6.3. Cultivo de *Artemia*.

Se efectuaron cultivos axénicos de *Artemia* en beakers de 150 ml de capacidad, conteniendo 100 ml de cultivo algal tomado en su fase exponencial. La salinidad y el pH fueron ajustados previamente y fueron sometidos a luz natural con periodos aproximadamente iguales de iluminación y oscuridad. Los ejemplares de *Artemia* procedieron de los ambientes de Chilca, Ventanilla y Huacho. La dieta algal empleada, seleccionada de acuerdo al resultado del ítem anterior, fue *Dunaliella viridis*.

Los 3 experimentos (uno por cepa) se realizó por triplicado, conteniendo cada réplica 100 ejemplares de *Artemia*. Se evaluó al crustáceo en forma diaria desde que son colocados en los beakers hasta que se obtiene la siguiente generación, siempre a la misma hora del día.

2.7. Evaluación del crecimiento de *Artemia*.

La evaluación del crecimiento de *Artemia* comprende desde que nacen, nauplios, hasta la madurez sexual, con el desove de la siguiente generación. Se inició con el suministro, de células algales de *D. viridis*. Se les evaluó durante un período de 17 días, Chilca, 16 días Ventanilla y 32 días Huacho. La evaluación se efectuó de la siguiente manera:

- Obtención diaria al azar, de submuestras de 15 ejemplares de *Artemia*, de cada uno de los recipientes, (conteniendo 100 nauplios en el inicio).

- Medición de la longitud del cuerpo, desde el extremo frontal (ojo nauplio) hasta la parte terminal del telson (AMAT, 1980) (Fig. 14). Se efectuó con un microscopio monocular calibrado, portando en el ocular un micrómetro.

- Obtención del promedio de cada réplica.

- Registro de las características anatómicas del ejemplar de la submuestra, cercana a la longitud promedio.

- Se halló la concentración algal empleando un hemocitómetro. Se realizaron muestras del alga por triplicado de cada beaker.

En el experimento con la cepa de Chilca, el inóculo algal inicial fue de 10^5 cel·mL⁻¹. No requiriendo de más alimento hasta el día 10. A partir del día 11 se le cambió diariamente de medio algal. En los experimentos con las cepas de Ventanilla y Huacho se le suministró alga todos los días, excepto cuando se encontraba

suficiente alimento en los frascos.

2.7.1. Longitud del cuerpo y bioestadística.

La longitud del cuerpo es uno de los parámetros bióticos más importante en la mayoría de los organismos vivos. Se analizó, estadísticamente, la longitud del cuerpo de *Artemia* para cada cepa, calculándose su promedio, desviación estándar según SOKAL y ROHLF (1979), y la expresión matemática de la curva de crecimiento del camarón de salmuera según la ecuación de Wear y Haslett (ABREU-GROBOIS, 1988).

2.7.2. Expresión matemática de la curva de crecimiento:

Debido a la casi inexistente información sobre modelos matemáticos que expresen el crecimiento de la longitud del cuerpo de *Artemia* durante su ciclo de vida, sólo se aplicó, de manera preliminar, el modelo matemático presentado por Wear y Haslett, descrito en ABREU-GROBOIS (1988).

En la aplicación de éste modelo matemático, se presento el inconveniente de no contar con suficiente información para determinar adecuadamente los parámetros de dicha ecuación. Sin embargo, se halló semejanza con la ecuación de Von Bertalanffy (VON BERTALANFFY, 1933). La

ecuación de Wear y Haslett es aplicada por ABREU-GROBOIS (1988), y la presenta como sigue:

$$L_t = \frac{10.123}{1 + 30.858 e^{0.32t}}$$

Evaluando gráficamente el comportamiento de ésta ecuación y comparándolo con los análisis realizado por VON BERTALANFFY (1933), se identificó que los parámetros y constantes son coincidentes entre sí, quedando como sigue:

$$L_t = \frac{L_{\infty}}{1 + A e^{-kt}}$$

donde L_t es la longitud del individuo en el tiempo t , L_{∞} es la longitud máxima que puede alcanzar el individuo, k es la tasa de crecimiento, t es tiempo expresado en días y A un parámetro desconocido. Sin embargo, se desconoce el procedimiento para calcular los valores de estos parámetros. Como consecuencia de estas limitaciones, se procedió a efectuar simulaciones de curvas convirtiendo esta ecuación exponencial en una ecuación lineal y

efectuando una correlación lineal empleando el programa de computadora "QUATTROPRO" en una micro computadora PC. Esta consistió mediante la adopción de valores del parámetro L_{∞} . Estas curvas se compararon con la de los datos observados, eligiéndose la que mejor se ajusta a esta curva. El procedimiento es como sigue:

- De la ecuación de Wear y Haslett se despeja el término Ae^{-kt} , quedando como sigue:

$$\frac{L_{\infty}}{L_t} - 1 = Ae^{-kt}$$

- Se aplica el logaritmo neperiano a ambos lados de la igualdad y resolviendo el lado derecho de la igualdad:

$$\ln\left(\frac{L_{\infty}}{L_t} - 1\right) = \ln(A) + (-kt)$$

- Esta última ecuación tiene la forma de una ecuación lineal, es decir, $y = a + bx$. Así tenemos que el término del lado izquierdo es "y"; "a" es el término $\ln(A)$, y; "b" es igual a $(-k)$.

- Se asume un valor de la longitud infinita, L_{∞} , y se aplica la correlación lineal.
- Se plotea estos valores, obteniendo una curva. Lo mismo se hace para los datos observados de cada cepa. Se comparan estas curvas.
- Si no se acercan los valores calculados con los observados se repite estos pasos cambiando el valor de la longitud infinita, hasta obtener una curva calculada semejante a la observada.

Asimismo, empleando el paquete estadístico "STATGRAPH" versión 6.1. se realizó el Análisis de Varianza con un nivel de confianza del 95% para un test de rango de Diferencia Mínima Significante (LSD, en inglés) obteniendo el Nivel de Significancia (que mide el grado de relación entre dos grupos de datos) y el F (mide las diferencias reales entre dos grupos de datos). Asimismo, se empleará el estadístico no paramétrico de la "prueba de Kolmogorov-Smirnov de dos muestras" que calcula la distancia vertical máxima entre la distribución acumulada de dos grupos de datos, si la distancia es muy grande se demuestra que las dos muestras no tienen la misma distribución. Estos indicadores estadístico nos permitirán medir la relación entre los valores calculados y los observados.

2.8. Descripción del ciclo de vida de *Artemia*.

Para la descripción del ciclo de vida de *Artemia* se reconoció y registró las características morfológicas en los individuos de tamaño más cercano al promedio, tomado de las muestras diarias (ver ítem 2.7). Esto se realizó hasta alcanzar la completa madurez sexual, evidenciado por la obtención de una nueva generación de nauplios.

Las observaciones se realizaron con un microscopio monocular eléctrico. Para inmovilizar al camarón de salmuera se colocaron, los 15 ejemplares seleccionados, en beakers pequeños conteniendo 20 ml de agua de mar. Los recipientes se taparon, atrapando en el borde un trozo de algodón embebido con éter, de tal forma que no tocaba el agua que contiene a los ejemplares. 5 minutos fueron suficientes para adormecer a los ejemplares de *Artemia*.

En la descripción morfológica se incidió en las modificaciones o formación de las siguientes estructuras anatómicas (ver las Figuras 12 y 13):

- Gnatumbasesetae.
- Tracto digestivo
- Segmentación del cuerpo o metamerización.
- Apéndices: antenas y toracópodos.
- Ojos compuestos o pedunculados.
- Órganos reproductores.
- Telson.

III.- RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

Las salinas costeras del departamento de Lima, en su mayoría son del tipo marginal y con frecuencia superficiales. La de mayor importancia es "Las Salinas", ubicado a 20 km al Sur de la ciudad de Huacho, a 110 km de la ciudad de Lima. El segundo en importancia es la salina de Chilca a 60 km al Sur de la ciudad de Lima. Existen otras de menor cuantía como Montón de Trigo, Totoral, Végueta (al Norte de Huacho).

Los salitrales ocurren en distintos lugares aunque no pertenecen al tipo de salinas; ejemplo, las lagunas de Ventanilla. Las albuferas, con o sin conexión directa con el mar, que existen en Medio Mundo y Punta Salinas, podrían considerarse como modelos iniciales de salinas.

La salinidad del suelo árido del departamento de Lima es, por lo general, baja y limitada a algunos kilómetros tierra adentro. Esta salinidad se debe al viento bajo proveniente del mar que transporte una mezcla

de cloruros que se incorporan al aire por la espuma de mar y por el rocío en la zona de la rompiente en la playa (PETERSEN, 1981).

En la faja desértica de la costa, la humedad atmosférica es alta, especialmente en invierno y las condensaciones diarias suelen ser insignificantes. Es muy raro que ocurren precipitaciones de consideración y, según la ubicación, el promedio anual varía de 0 hasta 60 mm. Esta escasa precipitación no origina ningún escurrimiento de agua, que más bien se evapora o se percola, acumulándose la humedad en el subsuelo durante el invierno en cantidades exiguas. Esta humedad puede alcanzar hasta dos metros de profundidad.

3.1.1. "Las Salinas" de Huacho.

"Las Salinas" localizado en la provincia de Huacho, consiste de un depósito de sal y de pozas de evaporación ubicados en el paraje llamado de Playa Chica o antiguamente conocida como Huara (Fig. 1). La región está conformado por una llanura costera de 20 km de longitud y de 2 a 8 km de ancho, constituyendo una depresión por debajo del nivel del mar de 4.500 Ha. Está separado del océano por una franja natural de arena de 3 a 3.5 m de altura sobre el nivel del mar.

Desde la antigüedad el paraje de Las Salinas constituyó un centro de explotación y de comercio de sal. De testimonio están los restos de cerámicos encontrados en 1953: el cementerio pre colombino, hallado en 1971, ubicado a 2 km de la actual instalación administrativa; y los restos de construcciones antiguas ubicadas a 500 metros del cementerio. Asimismo, CIEZA DE LEÓN (1553/1973) afirmó, en su "Crónica General del Perú", que los Incas explotaron en forma muy limitada estas salinas.

TSCHUDI (1846) afirmó que Las Salinas de Huacho se origina por evaporación del agua de mar que percola a través de la arena de la playa. Para RAYMONDI (1867), la salina es de origen atalosalino, al igual que para la Comisión del Estado de REY y BASADRE en 1896 y para WETZEL (1964) quien realizó un estudio mineralógico y biológico de la zona.

En la actualidad está demostrado que en el sistema hidrológico de Las Salinas de Huacho no participan las lluvias, por ser escasas, ni agua terrestre: Los ríos permanentes de Huara (18 kilómetro al Norte de Las Salinas) y Chancay (50 kilómetro al Sur) están separadas de la depresión salina por rocas ígneas y sedimentarias que impiden la filtración lateral.

El proceso de formación del depósito de sal comprende dos fases. En la primera un relleno gradual de una laguna costanera con arena y evaporitas, formándose en el subsuelo una extensa capa de yeso y sal común, y; segundo, la producción de sal en evaporadores a partir de agua de mar que percola a través de la barra de arena en la playa.

Originalmente la cuenca de Las Salinas consistía en una bahía semicircular. Su lado abierto coincidía más o menos con la playa actual. Su longitud fue de 20 km, el ancho mayor de 7 km y su profundidad en el lado oriental sobrepasaría los 50 metros. Un espigón natural de arena convirtió la bahía primero en albufera y luego en laguna.

La extensión original de la laguna fue de 4.520 Ha. Al reducirse a 1.200 Ha la salmuera se habría concentrado, por evaporación, lo suficiente para que precipite el yeso. Cuando se redujo a 450 Ha, comenzó la precipitación y cristalización del cloruro de sodio. Desde entonces se hace presente también arena de grano fino, probablemente de origen eólico. Se nota una repetición de la secuencia normal de arena, yeso y sal, lo que supone interrupciones en el desarrollo del proceso normal de la evaporación debidos a nuevos aportes de agua de mar ocasionado por tempestades o maremotos (PETERSEN,

1981).

La extensión actual de la laguna, conocida como Laguna Madre, es de 51 Ha. con una cota de -4.92 metros, siendo su profundidad máxima de 4 m. Existen así mismo muchas lagunas de extensión más pequeñas y pozas u "ojos de agua", especialmente al Este de la Laguna Madre. Estos cuerpos de agua se modifican a lo largo del año; las más grandes y con profundidades de hasta 2.5 m, son las denominadas Laguna Grande del Norte y Laguna Rosada del Sur (MONTROYA et al., 1988). La primera mantienen el nivel de agua en forma más o menos constante durante el año (Fig. 2); y la segunda, al igual que en pozas, experimenta un descenso en el nivel del agua por evaporación notoriamente en los meses de mayor temperatura (34°C). Cabe indicar que estos cuerpos de agua presentan variada características que hacen que el camarón de salmuera presente respuestas diferentes.

El suelo que rodea a las lagunas es de aspecto calcáreo-arenoso, cuyas capas superficiales son de color blanco plomizo, pardo claro y blanco rosáceo, mientras que las capas superiores varían entre verdosas, amarillas, anaranjadas y rosadas. En algunas zonas el suelo es muy blando y se hunde con facilidad reconociéndose grietas o fisuras.

El fondo de las lagunas es variable, se presentan substratos lodosos de color negruzco violáceo, de olor a sulfuros, substratos arenosos y existen los duros de aspecto calcáreo y color blanquecino haciendo contraste con los de tonos rosados en lagunas de altas salinidades.

3.1.2. Pampas de Ventanilla.

El paraje donde se localiza los ambientes acuáticos evaluados se denominado "Pampa de Ventanilla" y pertenece al Distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao (Fig. 1). Sus coordenadas geográficas son $11^{\circ}52'56''$ Latitud Sur y $77^{\circ}08'48''$ Longitud Oeste. La información de esta zona es muy escasa, aunque desde 1990 la municipalidad de Ventanilla inició amplios estudios incluidos dentro de un proyecto multifuncional, desconociéndose sus resultados.

El relieve de la zona de estudio es irregular, rodeado de cerros o colinas de poca altura perteneciente a las vertientes de la Cordillera de los Andes, que llegan hasta la playa. Estas colinas están constituidas por roca volcánica de grano fino, intercalado con capas de lutitas, silíceos y calizas. Se presentan fallas de tipo longitudinal, como las de "Ventanillas", "Piedras Gordas" y "Puente Piedra"; y fallas transversales.

generalmente de corto desplazamiento (ROJAS, 1975: y PAREDES 1991 comunicación personal).

La región está dominada por tres cadenas de cerros longitudinales, de orientación Norte-Sur. La tercera cadena es la más corta y baja y la más cercana al litoral donde destacan los cerros de Ventanillas, Los Perros, Ventana y El Perro que colindan con la pampa de Ventanilla.

La pampa de Ventanilla, de unos 300 Ha extensión, es de relieve casi llano, con una pendiente promedio de 0,61%. Presenta afloraciones cerca a la playa como consecuencia de la extremada superficialidad de su napa freática. En los extremos Norte y Sur, al pie de los acantilados, existen grandes bloques de peñas aisladas. En la parte central y sur de la Pampa de Ventanilla existe un cordón o barrera litoral de unos 5 metros sobre el nivel del mar, constituido de arena, grava y bancos delgados de conchas.

La altimetría de la pampa coincide con el nivel del mar, presentando depresiones en uno y otro lugar. En su parte Sur y Centro de la pampa las depresiones contienen agua mal drenados por la barrera y por aguas marinas que penetran al continente en forma subterránea.

En la parte central del cordón desemboca una pista que sirve de entrada a la playa. Al sur de ésta y adyacente al cordón se ubica la laguna salina de Ventanilla (Fig. 3). La laguna es superficial de forma irregular predominantemente alargada y paralelo al cordón. Su fondo es fangoso sulfurado, sus aguas son transparentes carente de productividad primaria. Está poblada por *Artemia*, limitado principalmente en su lado Sur, como consecuencia de su alta gradiente de salinidad. Al Sureste se distribuyen pequeños cuerpos de agua superficiales de tamaño y salinidad variada y de fondo fangoso.

A unos 15 metros al Este del extremo Sur de laguna (Fig. 3) existe una pequeña poza de concreto de 3 x 4 m de dimensión. Sus aguas transparentes están pobladas por *Artemia*.

Al Sur de estas lagunas, y relativamente aislados de los ambientes descritos se observa un farallón, entre los cerros y la playa, en cuya parte central está horadado en forma de arco, conocido como "Cueva del Diablo" (ROJAS, 1975). Al pie del farallón, en su lado Sur y bordeando sus paredes, existe una pequeña poza de agua verde de poca profundidad y protegido del sol en la mayor parte del día, que está poblado por *Artemia* en su mayoría parasitadas.

Los ecosistemas acuáticos del Sur, estudiados en el presente trabajo, son de origen talasohalino y mixohalino, mientras que los ubicados en el lado Norte, a un kilómetro de la laguna y a poco metros de la playa, los ambientes son de agua dulce. El agua de mar que penetra por debajo de la barrera litoral tiene aportaciones de agua dulce proveniente de la cuenca del río Chillón (ROJAS, 1975; PAREDES, 1991 comunicación personal)

La cuenca del río Chillón se encuentra al otro lado de las cadenas de cerros que constituyen una barrera impermeable. Sin embargo se presenta un escurrimiento de aguas subterráneas hacia el sector bajo de Ventanilla entre los cerros Ventanilla y Los Perros, perteneciente a la quebrada mayor de Ventanilla. Esta fractura de Ventanilla forma una bolsa rocosa donde se acumula agua dulce. Al alcanzar niveles superiores de ésta fractura, el agua se rebalsa pasando a la Pampa de Ventanilla que va a alimentar a su napa freática con una transmisividad que oscila entre $5 \times 10^3 \text{ m}^2 \cdot \text{seg}^{-1}$ a $5,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{seg}^{-1}$ (PAREDES, 1991 comunicación personal). En algunos casos la napa freática aflora por condiciones topográficas (Centro y Norte de la pampa). La disminución del nivel del agua en periodos secos (inicios de primavera y verano), dejan al descubierto el fondo fangoso-arenoso de los cuerpos de agua y en el caso de la laguna salina

hasta en 15 metros de la orilla.

El reservorio acuífero de aproximadamente 80 metros de espesor de la Pampa de Ventanilla está constituido por depósitos cuaternarios recientes de origen proluvial y eólico (PETERSEN 1981). El acuífero está conformado por arena de grano medio hasta los 6 metros; por debajo de esta capa hasta los 80 metros se alternan arcillas y limos. Está limitado en su parte inferior por afloramientos rocosos y rocas intrusivas.

3.1.3. Las salinas de Chilca.

Las lagunas salinas de Chilca se localizan en el balneario de Las Salinas de Chilca, a 3 Km al Sursureste del pueblo del mismo nombre y a 75 Km al Sur de la ciudad de Lima. Geográficamente está ubicado a 76°48'02" Longitud Oeste y 12°30'05" Latitud Sur. Pertenece al distrito de Chilca. Antiguamente fue un pequeño centro productor de sal.

El relieve de la zona de estudio es irregular rodeado por el lado Sur por cerros o colinas de poca altura. El suelo predominante es salitroso y arenoso-arcilloso.

El sistema hidrológico de las salinas de Chilca

se ubica a más de un metro por debajo del nivel del mar, y comprende de: Un gramadal, ubicado a un kilómetro de la playa y a unos 800 metros de la salina: Una poza de tamaño variable en la playa, conteniendo agua de mar conocido como laguna de "Santa Cruz de las Salinas". Una poza revestida de concreto, que sirve de piscina, conocida como la Mellicera, ubicada a 600 metros al Este del gramadal y unos 200 metros al Norte del caserío Baños de Chilca; Una laguna de 180 metros de largo, 45 metros de ancho y una profundidad menor a los 0,6 metros (espejo de agua de 8.100 m²); Un área de unos 500 x 300 metros y a unos dos kilómetros del mar, con numerosas pozas de evaporación donde se encuentran pequeños charcos de características variadas en salinidad y temperatura. En los últimos años se han construido hasta 5 pozas de tierra con el fin de evaluar al camarón de salmuera (VINATEA, 1982; PETERSEN, 1981; VINATEA, 1986 y otros reportes no publicados).

En los ambientes acuáticos más grandes, la salinidad no es lo suficientemente alto para que precipite ni yeso ni sal, en parte debido a la influencia de agua dulce proveniente de las aguas freáticas del valle, en el sector de la desembocadura del río Chilca y que percola hasta más de 2 Km al Sur con una dirección dominante a la vía Panamericana Sur (PETERSEN, 1981). Cerca a los antiguos cristalizadores se observan pequeñas

pozas con salinidades encima de 200 ppm en donde precipita la sal.

Inicialmente las salinas de Chilca habria sido de origen marino. Debido a movimientos terráqueos su circuito se ha alterado y finalmente experimentó aportes de agua dulce de origen fluvial (PETERSEN, 1981).

El agua freática es muy superficial, gobernando el régimen hidrológico en Chilca. Existen indicios que ha sido aprovechada desde tiempos prehispánicos para la agricultura, evidenciado por la infinidad de excavaciones rodeadas de desmonte, que "pertenecieron a las culturas locales y regionales post-tiahuanacoides" (PETERSEN, 1981). En la época colonial los españoles aprovecharon los mismos hoyos. ENGEL (1966) indicó que "... los primeros habitantes de Chilca ocuparon el tablazo cerca a las lagunas hasta fin de la época Chavín (siglo V a.c.). En una tercera etapa los pobladores habian excavado los grandes hoyos de forma irregular...". "...no se descarta la idea de que la última bajada del nivel oceánico, la cual produjo su máximo de -1m a -2m en los años 1.200 de nuestra era, hubiera producido un empobrecimiento y el abandono de la zona, hasta que el levantamiento que ocurrió alrededor de los años 1.500 E.C. permitió la reocupación en tiempo incaico".

En periodos secos (verano) el descenso del nivel del agua, dejan al descubierto el fondo especialmente en el lado Este de la laguna Santa Cruz, siendo más evidente en las pequeñas pozas aledañas, quedando muchas de ellas totalmente secas, quedando en el fondo una capa de sal.

El fondo de las lagunas esta constituido de un barro negruzco con olor característico de aguas estancadas, y predominio de minerales con una cantidad relativamente pequeña de sustancias orgánicas en descomposición. Tiene propiedad medicinal, especialmente cutáneas y reumáticas (PETERSEN, 1981). Este fango es de tipo plástico (VINATEA, 1982), y a semejanza de los sedimentos de las pozas de evaporación, están formado por la precipitación de flora micro y macroscópica y sedimentación del carbonato de calcio, carbonato de magnesio, de sílice en valores por encima de los $200 \mu\text{g-atm}\cdot\text{L}^{-1}$ y fosfato en valores de cerca $3 \mu\text{g-atm}\cdot\text{L}^{-1}$ (MALDONADO, 1943; VILLANUEVA 1994, comunicación personal). La parte más profunda del fango están en descomposición, conteniendo sulfuros; asimismo, contiene una variada y abundante flora microbiana saprofílica (PETERSEN, 1972).

3.2. Parámetros físico químicos de las salinas de Chilca, Ventanilla y Huacho.

Los resultados obtenidos del análisis de temperatura, salinidad y pH y en algunos casos oxígeno disuelto, nitratos y nitritos, efectuados en las lagunas y pozas de Ventanilla y Huacho se presentan por separado.

3.2.1. Las Salinas de Huacho.

Los valores de algunos parámetros físico químicos se muestran en la Tabla 1, y en la Tabla 2 se presentan agrupados estacionalmente. En la Tabla 1 se registran los datos de temperatura, salinidad y pH de la Laguna Rosada del Sur (L.R.S.) y de la Laguna Grande del Norte (L.G.N.).

La temperatura de L.R.S. y L.G.N. (Tabla 1) son muy similares, variando durante el año de 19.0°C a 32.0°C, evidenciando una alta correspondencia con las estaciones del año (Tabla 3), es decir, el valor más alto se registró en verano (32.0°C), mientras que la más baja en el invierno (19.5°C), acompañado de un otoño caliente (29.0°C) frente al de la primavera (25.0°C). Similar tendencia se observa en L.G.N., como podemos apreciar en la Fig. 4. La temperatura de las pozas (Tabla 2) son similares a las de las lagunas aunque sufren mayor

fluctuaciones de temperatura, como se observó durante las evaluaciones de campo.

Estacionalmente, en verano (Tabla 3) el oxígeno presenta los menores valores, 2.43 mg.L⁻¹ para L.R.S. y 4.47 mg.L⁻¹ para L.G.N. En invierno, fue de 4.98 mg.L⁻¹ en L.R.S. y 6.01 mg.L⁻¹ en L.G.N. considerado altos para aguas hipersalinas.

L.R.S. es más salino (240-260 ppm) que L.G.N. (110-175 ppm), presentando la primera una gran estabilidad a lo largo del año, mientras que en la segunda es notorio la disminución de salinidad en los meses de otoño para luego subir constantemente hasta diciembre-enero donde alcanza su máximo valor de 172-175 ppm (Fig. 5).

De otro lado, el pH de L.R.S. es ligeramente ácido (6.7-6.8) mientras que L.G.N. es esencialmente neutro (6.8-7.0). Como se puede observar los valores de pH, en ambos casos, es muy estable a lo largo del año y de valores muy cercanos (ver la Tabla 1 y la Fig. 6). Así en verano (febrero) tienen los mismos valores de pH (6.8) y en noviembre están más alejados (6.7 en L.R.S. y 7.0 en L.G.N.).

3.2.2. Pampa de Ventanilla.

Los parámetros físico químicos registrados en los ambientes de Ventanilla se presentan en la Tabla 3. La mayor temperatura (Verano) en Ventanilla se presentó en la Laguna salina (Fig. 4), con un promedio anual, de 26.3°C, y siendo su rango de 18.0°C a 35.0°C, comparado con la poza artificial de 22.3°C con rango de 17.0°C a 30.0°C y la Cueva del Diablo de 18.9°C con rango de 16.0°C - 22.0°C. De otro lado, la temperatura más baja se registró en la C.D. con 16.0°C.

La salinidad de las aguas de la Pampa de Ventanilla (Fig. 5) presenta gran variación, siendo la laguna salina de Ventanilla la de mayor salinidad. La gradiente de salinidad de Norte a Sur varia en verano de 40-195 ppm. El promedio anual es de 143,2 ppm con un rango de 98,0 a 195,0 ppm. En la poza artificial la salinidad promedio anual fue de 110,4 ppm. con un rango de 80,0 - 149,0 ppm, mientras que la poza de la Cueva del Diablo, el promedio fue de 62,4 ppm con un rango de 54,4 - 66,0 ppm.

Los ambientes acuáticos de Ventanilla son predominantemente neutros (Fig. 6). La laguna salina de Ventanilla exhibió aguas ligeramente alcalinas con un rango de variación de pH de 7.3 a 8.0. La poza artificial presenta un rango de 6.5 a 7.5 de pH y un promedio de

6.9; en primavera y verano sus aguas son neutras y ligeramente alcalinas (pH de 7.0 - 7.5); mientras que en invierno son ligeramente ácidos (pH de 6.5). La poza de la Cueva del Diablo presenta un rango de pH de 6.5 a 7.5 y con una media de 6.8. Una poza cercana a esta, fuera de la Cueva del Diablo, se registró excepcionalmente salinidades de 260-300 ppm con valores de pH de 8.0 (verano de 1994 y 1995).

3.2.3. Salinas de Chilca .

Las lagunas de Chilca presentan una temperatura media anual, de 23.7°C y 24.2°C y con rangos de 16.8°C-29.8°C y 17.2 - 28.2°C para Santa Cruz y La Encantada respectivamente, como se observa en la Tabla 4 y Fig. 4. Los valores de los rangos corresponde a estaciones extremos de invierno y verano. La primera mitad del año, de enero a julio, se observa una continua disminución de la temperatura en Santa Cruz, con una caída más pronunciada en los dos últimos meses. En cambio de julio a diciembre la temperatura aumenta, al comienzo con un salto de 5°C (agosto-setiembre), para después subir muy lentamente hasta 26.3°C en diciembre.

En la laguna La Encantada se observa la misma tendencia pero con un desfase de algunos meses. De enero a abril la temperatura sufre un ligero aumento de 1.8°C.

Continúa con una disminución constante de temperatura, primero muy suavemente, hasta agosto con el valor mínimo de 17.2°C y que corresponde al mes más frío del año.

La salinidad media anual en la Laguna de Santa Cruz (Tabla 4, Fig. 5) es de 93.74 ppm. A excepción del verano, en casi todo el año no sobrepasa de 100 ppm. De enero a setiembre la salinidad baja gradualmente (112.16 a 66.72 ppm) correspondiendo a ambos meses el mayor y menor valor de salinidad. De setiembre a diciembre, la salinidad aumenta rápidamente de 66.72 a 110.25 ppm.

Con respecto a la laguna La Encantada, su rango de salinidad es de 32.10 a 69.30 ppm, con un promedio anual de 50.49 ppm. La Fig. 5 revela un comportamiento similar al de Santa Cruz, con una variación más atenuada y la oscilación más homogénea. Es decir, de marzo a setiembre disminuye lentamente (69.30 - 32.10 ppm), luego aumenta con salto notable de 44% (16.0 ppm) en octubre a noviembre.

Referente al pH, Santa Cruz es predominantemente alcalino (Tabla 4, Fig. 6), cuyo rango oscila ente 7.4 - 9.1 de pH con un promedio anual de 8.3. En verano la laguna es notablemente ácido, el resto de año es alcalino, con un aumento gradual desde abril hasta setiembre, para luego comenzar a caer lentamente hasta

diciembre con un pH 8,6. Se reconocieron pozas con salinidades de 146-300 ppm, pH 8 y temperatura de 26-30° en los primeros días de noviembre

La laguna La Encantada tiene un rango de pH de 6,0 a 7,1 y un promedio anual de 6,4, es decir son aguas ligeramente ácidas, con una variación a lo largo del año del 18%, o 1,1 de pH (Fig. 6), especialmente en verano (6,0-6,9 pH).

3.3. *Artemia* en su habitat natural.

3.3.1. Las Salinas de Huacho.

El camarón de salmuera *Artemia* habita los diferentes ambientes acuáticos de Las Salinas de Huacho, presentando diversos tamaño y coloración de acuerdo a la salinidad de estos ambientes. Así, en cuerpos de agua con alta salinidad (235-260 ppm) se reconoce individuos de *Artemia* de coloración rojiza, de 6-7 mm de longitud del cuerpo y hembras con saco ovigero parcialmente vacío (L.R.S.). En aguas de menor salinidad (110-175 ppm) se reconocen *Artemia* de 10 mm o más de longitud del cuerpo, de coloración blanquecina o al de su alimento (verde, pardo, rojizo, negruzco). Este cuerpo de agua, el más grande de todos, tiene una población relativamente grande de *Artemia* concentrados especialmente en la orilla norte.

donde se forma espuma blanquecina debido a la fuerza del viento.

En una pequeña poza al este de la Laguna Grande del Norte, de 280-315 ppm se reconoció individuos de *Artemia* adultas de color naranja rojizo, de 4-5 mm de longitud del cuerpo, desplegando el comportamiento típico reproductivo en esta laguna. Además, los patrones de coloración de *Artemia* fue enmascarado con el medio que lo rodea.

En L.G.N. se reconoció cierto comportamiento gregario en *Artemia*. Se observó poblaciones del camarón de salmuera distribuido en toda la columna de agua de L.G.N., nadando en posición vertical con la cabeza hacia abajo, de tal forma que la agitación de sus toracópodos generaba una corriente de agua que removía el fondo de la laguna. No se evidenció presencia de quistes en ninguno de sus biotópos.

3.3.2. Pampa de Ventanilla.

Artemia se encuentra poblando la parte Sur de la laguna de Ventanilla. La población está conformada por individuos de coloración rojiza de 4 a 6 mm de longitud. Es frecuente encontrarlas concentradas en las orilla, impulsadas por el viento. *Artemia* dispone de muy poco

alimento, evidenciado por el agua transparente y el fondo de tonalidad marrón-negro con escasa presencia de productores primarios.

El tamaño de la población del camarón de salmuera está vinculado con la estación del año. En invierno cuando el nivel del agua es alto, aumentando el espejo de agua, la salinidad disminuye (menos de 98,0 ppm), favoreciendo la presencia del camarón de salmuera a pesar que la baja temperatura (18-19°C). En verano disminuye la población de *Artemia* a niveles críticos, cercano a su desaparición (hasta 35°C o más en días soleados).

La poza artificial, de aguas transparentes (17-21°C, 102,8 - 106,0 ppm), está poblada por *Artemia* adultos de 10 - 11 mm de longitud del cuerpo. En verano (30°C, 149 ppm) se observan ejemplares de 6 a 8 mm de longitud distribuidos homogéneamente en la poza; casi el 100% de las hembras presentan ovisaco cargado con huevos. Los machos son de coloración blanquecino, mientras que las hembras de tonalidad rojiza. La Población es estable en todo el año. Su principal fuente de alimento en primavera y verano es el alga bentónica *Aphanothece halophytica*: Al igual que en Huacho, poblaciones adultas de *Artemia* se alimentan de *A. halophytica* hijas y colonias redondas adultas que son asociados con bacteria

halofítica. Además individuos de *Artemia* se mantuvieron bien en acuario en laboratorio con colonias de *A. halophytica*, algunas montando sobre ellas, batiendo sus toracópodos y nadando así por mucho tiempo, llevándolas en su recorrido.

En la poza natural de la Cueva del Diablo la población de *Artemia* es densa a lo largo del año, compuesta por ejemplares de 13 mm de longitud del cuerpo, especialmente las hembras. A pesar que la mayor parte del año el cuerpo de agua es fría (16 - 19°C, 54.4 - 64.0 ppm, 6.5 pH) el agua es de color verde evidenciando la presencia de fitoplancton flagelados. En este ambiente acuático se ha reportado la presencia *Artemia* parasitadas, probablemente por microsporas (TORPOCO 1989, comunicación personal).

3.3.2.1. Parasitismo en *Artemia*.

Artemia rara vez presenta alguna enfermedad, aún en condiciones medioambientales adversas (PERSSONE y SORGELOOS, 1980). Sin embargo, en la poza natural de la Cueva del Diablo en Ventanilla, se ha reportado microsporidiosis en el camarón de salmuera.

Los microsporidios son protozoos parásitos intracelulares, y normalmente de un sólo hospedador, que

se propaga por esporas, son de apariencia relativamente pequeña, simple y muy refringente; observadas en vivo no se observan ninguna estructura, su presencia identifica al organismo como un microsporidio verdadero.

La infección microsporidiana se presenta, en este caso, principalmente en los adultos ocasionándoles la muerte. En ejemplares juveniles es poco frecuente la infección y si está presente, siempre en su etapa inicial. En estadios de nauplios y metanauplios del camarón de salmuera es raro la presencia de este parásito. En laboratorio no se manifestó esta patología a temperatura por encima de 25°C y a salinidades mayores de 70 ppm.

3.3.3. Las salinas de Chilca.

La laguna más densamente poblado por *Artemia* en las tres zonas evaluada es la laguna de Santa Cruz, Chilca (16,8°C a 29,8°C, 66,72 a 110,25 ppm, pH de 7.4 a 9.1). *Artemia* se encuentra distribuida en grupos densos en casi toda la laguna, evidenciado a simple vista, por las manchas rojizas que se pueden reconocer en la superficie del agua. Estas manchas predominando especialmente en la parte Este, hacia donde los impulsa el viento y en donde se acumula quistes y nauplios, predominando la reproducción ovípara. En primavera y verano se observa un aumento de la población *Artemia*, con predominancia de

ejemplares de 10 a 12 mm de longitud del cuerpo. Estos individuos se caracterizan por su coloración blanquiza o rojiza, además la mayor parte de las hembras presentan su saco ovífero cargado de huevos.

Al Este de la laguna de Santa Cruz se encuentra una poza superficial de salinidad de 200 ppm a saturado. En este ambiente se encontró ejemplares de camarón de salmuera *Artemia* con una longitud promedio del cuerpo de unos 5 a 6 mm, caracterizado por su coloración rojiza. En esta poza no se reconocieron quistes.

3.4. Flora algal de los biotopos salinos habitado por *Artemia*.

3.4.1. Las Salinas de Huacho.

El alga natural dominante en estos ambientes talasohalinos es la cianobacteria *Pleurocapsa entophisaloides* asociados con *Artemia*. Las natas de la cianobacteria, formadas por células cocoides embebidos en capas de polisacáridos, forman una masa gelatinosa en la cubierta bentónica con una superficie irregular firmemente adherido al substrato y que son ingeridos por individuos de *Artemia*. Estas natas bénticas son de color verde oscuro en habitats con rango de salinidad de 80 ppm hasta saturado, volviéndose naranja en lagunas hipersalinas superficiales durante la estación de

primavera (setiembre - diciembre) a pH de 6.5 - 8.1, así como en las estaciones de verano y otoño (finales de diciembre - mayo). En los últimos casos el nivel del agua baja lentamente en forma notoria después del verano, donde la evaporación es usualmente intensa en esta región.

Otra alga dominante es *Entophysalis major* que forma un manto crustáceo de aspecto de montículos verrucosos en el fondo (comportamiento bentónico). La cianobacteria *Aphanothece halophytica* usualmente prolifera en Huacho durante el verano y otoño dentro del rango de salinidad de 91 a 125 ppm (pozas aledañas a las lagunas). Se observa claramente declinaciones en su población a finales de otoño e invierno cuando coexiste con *P. entophysaloides* el cual forma natas de algas verdes perennes comparado con colonias amarillentas de *A. halophytica*.

La L.R.S. (con 25.0 - 32.0°C; 6.5 - 7.0 de pH; 230 - 240 ppm, 41.8 - 93.1 mg.L⁻¹ de NO₃; 0.0 mg.L⁻¹ de NO₂) esta poblada por microalgas en estado libre y/o de estado de "palmella" como *Dunaliella viridis*, *Dunaliella salina*, *Oscillatorio chlorina* y *Spirulina subsalsa* (Tabla 5) asociada a una población reducida de *Artemia* compuesto por individuos pequeños (6 - 7 mm de longitud) de coloración rosácea.

En la L.G.N. (pH 7.0, 170 - 190 ppm y 25.5 - 32,0 °C) predomina en el fondo *O. chlorina* formando nata azul verde que es desprendida por el viento. Están presente, además, *S. subsalsa*, *O. amphibia*, *Synechococcus aeruginosus* y *Aphanocapsa littoralis*, formando nata laminar gelatinosa esponjosa, azul verde oscuro, verde pardusco o verde amarillento tapizando el fondo o substrato fangoso y en capas subaerea costrosa de color oscura debido a la desecación. Asimismo, se reconoció presencia de diatomeas y bacterias sulfurosas.

En las pequeñas pozas distribuidas en el lado Norte de Las Salinas, con presencia de numerosos individuos de *Artemia*, (100 - 130 ppm, pH 6,5 - 7,0) la flora algal asociada con ellos fue variada, sobresaliendo *Aphanothece halophytica*, *Entophysalis major* y *O. chlorina*.

En las pozas con salinidades entre 140 y 170 ppm y pH 7,0 sobresalieron *O. chlorina* y *D. viridis*. En ambientes donde la salinidad fluctúa entre 80 y 200 ppm se encuentra mayor variedad de productores primarios como diatomeas, algas verdes planctónicas y cianofitas principalmente.

3.4.2. Pampa de Ventanilla.

La flora algal en la laguna salina de Ventanilla es

muy variada en todo su extensión. En su lado Norte, de baja salinidad (5-60 ppm. Fig. 3), está poblada por microalgas marinas halotolerantes. Las especies planctónicas dominantes fueron *Dunaliella viridis*, *Tetraselmis sp.*, *Enteromorpha sp.* y *Anabaena sp.*; y en primavera *Spirulina subsalsa*. En su lado Sur (18 - 35°C, 98 - 185 ppm, 7,3 - 8,0 pH) con presencia de *Artemia* no se encontró algas bentónicas, sólo en algunos sectores se observan bacterias halofíticas tapizando el fondo.

En las pozas de Ventanilla, las poblaciones de *Artemia* coexisten con los flagelados verdes *D. viridis*, *Tetraselmis sp.* y algunos protozoos, cerca a los bordes de donde crece "totora" distribuidos en rango de salinidad de 65 - 70 ppm y pH de 8 - 8,5. Sin embargo, en salinidades más altas, 140 - 150 ppm, células libres de *D. viridis* originó floraciones unialgales (Fig. 3). El estado inicial para la formación de palmeloides en *D. viridis* fueron también reconocidos en lagunas y pozas de Chilca (mayo).

En la Poza Artificial (18 - 30°C, 80 - 149 ppm y 6,5 - 7,4 pH) y otras pozas naturales del lado sur de la Pampa de Ventanilla fue dominado por *Enteromorpha sp.* y en forma libre conformando el plancton, *Anabaena sp.*, *Tetraselmis sp.* y *Pleurocapsa sp.* formando natas verdes esponjoso. *Aphanothece halophytica* domina en primavera en

la laguna de Ventanilla y en la poza artificial en primavera y verano. *Pleurocapsa sp.* forma capas verrucosas de color verde en fondo pedregoso y en las paredes de concreto protegido del sol. Asimismo, se reportó la presencia de diatomeas.

En la poza natural al pie de la Cueva del Diablo (16 - 23.6°C. 54.4 - 66.0 ppm, 6.5 - 7.5 pH) caracterizada por sus aguas verdes, está dominado por algas planctónicas como *Tetraselmis sp.*, *Anabaena sp.*, *Enteromorpha sp.* y diatomeas

3.4.3. Las salinas de Chilca.

La composición floral en la laguna de Santa Cruz tiene como especies planctónicas dominantes en estado libre a las microalgas *Dunaliella viridis*, *D. salina*, *Tetraselmis sp.*, *Chlorella salina* y diatomeas.

D. salina se puede encontrar dominando determinados ambientes salinos, especialmente con aguas de salinidad de 220 ppm a saturación (pozas aledañas a S.C.), en forma libre y formando capas en el fondo tapizando las sales precipitadas, donde se encuentran poblaciones de *Artemia*.

En pozas de Chilca *D. viridis* y *D. salina* estuvieron presentes dentro de un rango de salinidad de 146 - 300 ppm y pH 8, células libres como células palmeloides y

celulas latentes (aplanosporas). Sin embargo, en salinidad más baja (146 ppm) estas especies también coexiste con protozoos.

Se reconoció en lagunas y pozas de Chilca (noviembre) el estado inicial de la formación de palmeloides en *D. viridis*. Al igual que el talo palmeloide bentónico de naranja rojizo de *D. salina* observado en L.R.S. y el talo bentónico naranja de *P. entophysaloides* también aquí se les encuentra a finales de la estación de primavera, las que estuvieron disponible a las poblaciones de *Artemia*.

3.5. Cultivo preliminar de *Artemia*

Artemia fue cultivado preliminarmente para adaptarlos a las condiciones estandar de cultivo (26 - 28°C, 35 ppm), alimentandolos con *D. viridis*, *Tetraselmis sp.* e *Isochrysis galbana*. En densidades altas de la clorofita *Tetraselmis sp.* ($8 \times 10^5 - 2 \times 10^6$ células·mL⁻¹) el 80% de los ejemplares del camarón de salmuera murieron de inanición.

Por tal motivo se procedió a evaluar a *Artemia* con las microalgas *I. galbana* y *D. viridis*. Sin embargo, *Artemia* procedente de Huacho alimentados con *I. galbana*, creció lentamente, no observándose ninguna anomalia en

los primeros días. Entre el 40 y 60 día ocurrió una mortalidad cercana al 40% y en el 100 día todos murieron.

En vista de lo mencionado, la evaluación del cultivo de *Artemia* procedente de Huacho, Ventanilla y Chilca se realizaron solamente con la microalga *D. viridis*.

3.6. Longitud del cuerpo de *Artemia*.

La variación de la longitud del cuerpo de *Artemia* a lo largo de su ciclo de vida para las cepas de Huacho, Ventanilla y Chilca, cultivadas en condiciones estandar (26 - 28°C, 35 ppm) y alimentadas con *D. viridis*, describen una típica forma sinoidal, más parecida a la del crecimiento poblacional de microorganismos. Se reconoce una fase de "adaptación" en los primeros días (de 0 a 3 - 4 días, con un crecimiento de 0,123 y 0,224 mm·día⁻¹ para Chilca y Huacho respectivamente), fase "exponencial" (con una máxima tasa de crecimiento de 0,498, 0,845 y 0,605 mm·día⁻¹ para Huacho, Ventanilla y Chilca, desde los días 3 - 7 hasta los días 8 - 14) y la fase "estacionaria" (crecimiento lento con 0,198, 0,168 y 0,276 mm·día⁻¹ para Huacho, Ventanilla y Chilca, día 9 - 14 hasta que mueren). Ver la Figura 7 y en las Tablas 5, 6, 7.

Los nauplios obtenidos por viviparidad presentaron

una longitud inicial media del cuerpo de 0.469 mm para la cepa de Huacho. 0.604 mm para la cepa de Ventanilla y 0.540 mm para la cepa Chilca. Los ejemplares de la cepa de Ventanilla muestran un mejor crecimiento desde el primer día, pues carece de la fase de "adaptación" o crecimiento lento. Ventanilla presentó el período exponencial más corto, mientras que Huacho fue el más extenso.

La madurez sexual y el primer desove de *Artemia* se alcanza a los 16 días en la cepa de Ventanilla con una longitud del cuerpo 7.164 mm (\pm 0.528 mm); 17 días en la cepa de Chilca con una longitud del cuerpo de 6.640 mm (\pm 0.888 mm), y 21 días en la cepa de Huacho con una longitud de 6.678 mm (\pm 0.635 mm), aunque en este caso aproximadamente el 60% desovó en el día 31 - 32. Los ejemplares más grandes registraron un retardo en la formación de oovocitos.

El rango del crecimiento de *Artemia* (Figs. 8, 9 y 10) en los primeros días es reducido, así en la cepa de Huacho es de 0.788 - 1.106 mm (día 3), Ventanilla 0.909 - 1.333 (día 2) y Chilca 0.879 - 1.303 (día 5). Luego aumenta ligeramente hasta el día 3 - 7 con 0.788 - 1.106 mm (Huacho), 1.727 - 2.454 mm (Ventanilla) y 1.030 - 2.182 mm (Chilca), en que ya en su fase exponencial la amplitud del rango se hace cada vez más notorio, 4.2 -

7.0 mm en Huacho (día 14), 4.5 - 7.0 mm en Ventanilla (día 8) y 3.030 - 6.969 mm en Chilca (día 12), manifestando cierto grado del fenómeno de Tobi (VINATEA, 1985, comunicación personal). En la fase de "estacionaria" los ejemplares mas grandes alcanzan valores superiores a los 8 mm. Sin embargo, igualmente se presentan ejemplares muy pequeños, poco más de 4 mm, en una proporción menor al 5%.

En las mismas Tablas 5, 6 y 7 se presentan La longitud calculada empleando la fórmula de WEAR y HASLET (1987) se muestra en las tablas 5, 6 y 7. Es notorio la alta correspondencia, especialmente en la cepa de Huacho. Asi, para la cepa de Huacho se calculó un nivel de significancia de 0.997, para la cepa de Ventanilla 0.916 y para la cepa de Chilca 0.971. El valor de F fue de 0,000, 0.012 y 0,001 para las tres cepas respectivamente. De igual forma empleando el estadístico no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, convenientes para estos tipos de gráficas, se obtuvo un nivel de significancia de 0,999989 para Huacho, 0.999796 para Ventanilla y 0,999796 para Chilca.

Un análisis de varianza para un test de rango de Diferencia mínimia significativa de la "Tasa Instantánea de Crecimiento", para cada cepa (Huacho 0.274, Ventanilla 0.386 y Chilca 0.294) da un valor calculado de F de

32.853, valor que es significativo. El valor tabulado de F para un nivel de probabilidad de 5% es de 5.14, y para un nivel de probabilidad de 1% es 10.92, estos son muy inferiores al F calculado.

Otro medio de comparar el crecimiento de la longitud del cuerpo, a lo largo de su ciclo de vida, de las tres cepas limeñas del camarón de salmuera es mediante la tasa de crecimiento diario (Tabla 8 y Figura 11). Las tasas de crecimiento presentan una forma de campana con una amplitud (días totales del ciclo de vida menos uno) y un pico (valor de la tasa de crecimiento más alto) que varía con la cepa de origen: una amplitud de campana más estrecha (16 días) y un pico alto (0,663 mm) para los ejemplares provenientes de Ventanilla; una amplitud estrecha (17 días) y un pico intermedio (0,584 mm) para los de Chilca; una amplitud ancha (21 días) y un pico bajo (0,481 mm) para los de Huacho.

3.7. Ciclo de vida de *Artemia*.

El ciclo de vida de *Artemia* se alcanza en 16 días para la cepa de Ventanilla, 17 días para la cepa de Chilca y 21 días para la cepa de Huacho. De los resultados del desarrollo del crustáceo, se reconoce 5 estadios principales: embrión, nauplio, Metanuplio, Juvenil y Adulto. El primer estadio no es considerado en

este trabajo. En la Tabla 8 se resume el registro de las características anatómicas del camarón de salmuera.

El estadio de nauplio o Instar I, comprende desde que nace hasta el inicio de su metamorfosis momento en que pasa a Instar II. Este estadio tiene un tiempo de duración de 20-24 horas en las tres cepas limeñas.

Los experimentos se realizaron con individuos en Instar I - II. Es decir, ejemplares de forma triangular y estructura anatómica diferenciado sólo por sus pares de antenas, antenulas y mandíbulas. Su gnatum basen setae es filiforme y única. Su tracto digestivo es no funcional, alimentándose de sus reservas vitelinas, a la que debe su tonalidad anaranjada. Carecen de ojos funcionales, sin embargo, tienen en la cabeza un gran ojo en posición centro frontal, denominado "ojo nauplio" (Fig. 12), sin claras funciones oculares y caracterizado por su sensibilidad a la luz.

El estadio metanauplio abarca todo el periodo de metamorfosis del crustáceo. Se inicia con la metamerización (Instar II), hasta adoptar la forma adulta. Este periodo fue el más variable y segundo en duración. El periodo de metanauplio más corto se registró en los ejemplares de Ventanilla, con 8 días de duración, del segundo al noveno día. Luego sigue los de Chilca, con

un período de 10 días, del segundo al décimo primer día. El período más largo fue el de Huacho, con 14 días de duración, del segundo al décimo quinto día.

El primer indicio de metamorfismo se evidencia con la presencia de unas hendiduras suaves (2 - 4), transversales con respecto a la longitud del cuerpo (metamerización del cuerpo), la primera a la altura de las mandíbulas.

En el segundo día de vida, los individuos *Artemia* presenta el cuerpo con 3 - 5 segmentos. En los 2 - 4 primeros, comenzando desde la cabeza, se observa proyecciones anatómicas, formando yemas, las que posteriormente darán lugar a los toracópodos. A medida que el camarón de salmuera crece, se van agregando los segmentos, primeros torácicos y luego abdominales.

El proceso de formación del toracópodo se inicia con una ligera proyección corporal en cada lado del segmento. Inicialmente tienen forma de yemas. Al poco tiempo aparecen unas setas incrustadas. Simultáneamente al crecimiento de la yema, proyectándose hacia fuera, las setas se alargan y en muy poco tiempo son muy numerosas. Posteriormente aparece estructuras diferenciales, las que darán origen a los exo, endo y telopoditos. Casi al mismo tiempo estos apéndices comienzan a moverse, aparentemente

al inicio sin ninguna función fisiológica o anatómica.

Otra estructura corporal que sufre grandes modificaciones son las antenas. Inicialmente son grandes, de mayor longitud que la del cuerpo. Tienen funciones de locomoción, respiración y filtración. En algunos ejemplares se observan sus primeras modificaciones, en el día 5-6 (Ventanilla), evidenciado por las pérdidas de setas, cuando contaba solo 6-8 pares de toracópodos y con los ojos compuestos ya evidentes. A estas alturas, al parecer las antenas cesan de crecer. Al cabo de pocos días las antenas pierden sus funciones características antes mencionadas mientras que los toracópodos lo van asumiendo. Simultáneamente las antenas comienzan a adoptar una posición perpendicular con respecto al eje longitudinal del cuerpo. Luego lentamente las antenas se orientan hacia adelante, perdiendo paulatinamente el movimiento y sus setas hasta adoptar la forma de los adultos. Este proceso es una de las últimas manifestaciones de metamorfosis. Además, las antenas son las estructuras más evidentes de su dimorfismo sexual.

El momento de aparición de los órganos reproductivos externo varía con la cepa. El primer y segundo segmento abdominal se ensancha apareciendo en su zona central dos rudimentos de órganos reproductores en forma de yema, son pequeños y no se proyectan hacia afuera como las yemas de

los toracópodos. Después de 24 - 48 horas ya se distinguen claramente la forma típica de los órganos reproductores, aunque pequeños, identificándose el sexo del individuo; estos se observan vacíos por dentro. Simultáneamente se crecimiento aparecen sus estructuras internas como conductos deferentes/oviductos, glándulas, etc.

El estadio juvenil comprende e desarrollo de sus funciones reproductivas. Tiene un período corto, pudiendo durar pocas horas, en algunos casos dura varios días, dependiendo de ciertos factores como alimento. Así, en la cepa de Ventanilla duró 2 días, 10° y 11°; el de Chilca duró varias horas, día 14, y el de Huacho de 5 días, del 16° al 20°. Es estadio juvenil se inicia con la culminación de la metamorfosis; los individuos tienen la forma típica del adulto, sin embargo, es más pequeño y sexualmente inmaduros. En este periodo se producen la ovogénesis y vitelogénesis, desarrollo de los ovocitos hasta el paso al oviducto. Los huevos son embriones en estado de blástula o gástrula inicial. La hembra está en condiciones de ser fertilizados. En este estadio ya se observan parejas apareadas en posición de "cabalgadura".

El estadio adulto comprende desde que es capaz de reproducirse hasta que muere. Se inicia con el paso del ovocito al saco ovigero y puede ser fertilizado. En el

saco ovigero u ovisaco se desarrolla el huevo hasta formar el nauplio o quiste (Fig. 13). El tiempo que demora para que se verifique el primer desove varia según la cepa: de Chilca demoró 3 días, del 15° al 17° día; en la cepa de Ventanilla duró 5 días, del 12° al 16° día; y de Huacho de 13 días, del 20° al 32° día. En los machos continua un lento crecimiento de las antenas.

TSCHUDI (1841) y PETERSEN (1981). Es decir, ambientes talasohalinos que por su origen y formación son aguas estables e hipersalinas (Laguna Rosada del Sur: 235-260 ppm; Laguna Grande del Norte: 110-175 ppm, y diversas pozas de 100 ppm a saturado). El nivel del agua que varía según la estación climática, disminuye en verano por evaporación y aumenta en invierno. Estos cambios climáticos, determinados básicamente por la temperatura, gobiernan las fluctuaciones de la densidad poblacional de *Artemia* (AMAT, 1985; MONTOYA et al., 1988; VANHAECKE y SORGELOOS, 1989).

En lagunas hipersalinas de Huacho las microalgas verdes unicelulares planctónicas como *Dunaliella viridis*, *D. salina*, y *Tetraselmis spp.* son fuente de alimento vivo para *Artemia* que coloniza estos habitats. Además, *D. viridis* y *D. salina* con variabilidad morfológica durante su ciclo de vida forma estados palmeloides bentónicas que son consumidos por individuos de *Artemia*. La asociación de la cianobacteria *P. entophysaloides* - *Oscillatoria tenuis* y bacterias halofíticas en pozas con 149-155 ppm, pH 7 y 27°C, en los inicios de otoño está relacionado con poblaciones densas de *Artemia*. De manera similar, la dominancia de poblaciones de *Artemia* en pozas con 100 ppm, pH 6.5-7.0 para fines de febrero está relacionado con la asociación de *Oscillatoria tenuis*-bacterias halofíticas.

IV.- DISCUSIÓN

Los habitats naturales comunes de *Artemia* son los ambientes salinos de amplia distribución en las regiones áridas del mundo. Entre éstas se puede nombrar a los de la región costera del Perú como son Huacho, Ventanilla y Chilca, de características muy particulares, albergando en un área reducida cuerpos de agua con variadas características físico-químicos y biológicos, creando un complejo ecosistema en la región (SORGELOOS, 1986; MONTOYA et al. 1988). La presencia del camarón de salmuera en Huacho y Chilca han sido reportados (ROSAS, 1979; VINATEA, 1982 y 1986; AMAT, 1985; SORGELOOS et al., 1986; MONTOYA et al., 1988 y 1994) y se sabe que se han colectado en pequeñas cantidades y vendidos a acuaristas o han sido utilizados para propósitos experimentales en acuicultura.

Las tres zonas de estudio evaluadas presentan características hidrológicas diferentes. Las Salinas de Huacho está gobernada principalmente por agua de mar infiltrada careciendo de aporte de agua fluvial según

La cianobacteria *Aphanothece halophytica* usualmente prolifera en Huacho durante el verano y otoño dentro del rango de salinidad de 91 a 125 ppm relacionado con poblaciones reducidas de camarón de salmuera. Se observa claramente declinaciones en poblaciones de *A. halophytica* a finales de otoño e invierno cuando coexiste con *P. entophysaloides* el cual forma natas verdes comparado con colonias amarillentas de *A. halophytica*.

La Pampa de Ventanilla presenta una hidrología con influencia de agua fluvial y agua de mar. La napa freática de la Pampa de Ventanilla tiene como fuente de alimentación al río Chillón, que atravieza la "quebrada de Ventanilla", ubicada al Sureste de la región, por tal motivo que la dirección del flujo del agua freática es hacia el Noroeste. La laguna de Ventanilla se encuentra en la parte media de la pampa, recibiendo el flujo freático indirectamente (Fig. 3) sugiriéndose que el frente de agua pasa muy cerca de la laguna, pues se registran gradientes de salinidad de 40 a 195 ppm en poco más 500 metros. La disminución del nivel del agua en períodos secos (inicios de primavera y verano) explica el descenso en el nivel del agua de los ambientes acuáticos, concentrando la salinidad en casos excepcionales a 280‰.

La presencia de poblaciones de *Artemia* en Ventanilla depende de las fluctuaciones de la salinidad. La baja

salinidad (98 ppm) y temperatura aproximada de 23°C en la estación de otoño cuando el nivel del agua se incrementa favorece la proliferación de predadores y por tanto, la población de *Artemia* declina, en la mayoría de los casos cerca al colapso. Una población numerosa de *Artemia* ocurre en primavera (131,9 - 180,6 ppm; 18 - 22°C) e inicios de verano (184,2 - 195,0 ppm, 29,5 - 32,0°C), presentando una estructura poblacional compuesto principalmente estadios larvales en primavera mientras que a inicios de verano las poblaciones están dominado por adultos.

En Ventanilla, poblaciones de *Artemia* coexisten con *D. viridis*, *Tetraselmis sp.* y algunos protozoos cerca a las bordes de la laguna donde crece "totora", en un rango de salinidad de 65 - 70 ppm y pH de 8. En salinidades más altas de 140 - 150 ppm, células libres de *D. viridis* originaron floraciones unialgales.

En la Poza Artificial de Ventanilla, las poblaciones adultas de *Artemia* se alimentan de colonias de *A. halophytica* que están asociadas con bacterias halofíticas en la estación de verano y otoño dentro de un rango de salinidad de 80 - 149 ppm y pH 7. avalando su naturaleza no selectiva lo que le favorece cuando la productividad primaria por especies flageladas baja a niveles críticos, evidenciado por la transparencia del espejo de agua.

Se ha reportado que en condiciones naturales el camarón de salmuera coloniza ambientes con salinidades por encima de los 100 ppm y cuando fueron sembrados prosperaron bien en salinidades por encima de los 140 ppm (SORGeloos, 1976; RAMAMOORTHI & THANGARAJ, 1980; SCELZO & VOGLAR, 1980; VINATEA, 1982; JONES et al., 1984; AMAT, 1985; PERSOONE & SORGeloos, 1980; NAEGEL, 1984; WEAR & HASLETT, 1987; VOS et al., 1994). Sin embargo en la poza natural de la Cueva del Diablo de Ventanilla, con un nivel estable de agua, se presenta *Artemia* a más baja salinidad (54.4 - 66.0 ppm), debiéndose probablemente a que el cuerpo de agua es pequeño, relativamente aislado y frío (16-22 °C) observándose muy pocos predadores, limitados sólo a insectos

La hidrología de las salinas de Chilca está dominada por aportes de agua fluviales, especialmente en otoño e invierno, y aporte de agua de mar aunque de menor magnitud. Se observa variación en el nivel del agua, especialmente en el lado Este, con gradiente de salinidad de aproximadamente 100% a lo largo del año (Santa Cruz: 66.72 - 112.16 ppm; La Encantada: 32.10 - 69.30 ppm), que avala los resultados de CHACON (1972). En Chilca al igual que en Ventanilla las variaciones poblacionales de *Artemia* está relacionado con el régimen hídrico y en consecuencia con la salinidad.

En Chilca, a salinidades bajas (32 a 110 ppm) domina especies como *Chlorella salina*, *Tetraselmis sp.*, *Dunaliella viridis*, *D. salina*, diatomeas, etc. coexistiendo con protozoos (CHACON, 1971; VINATEA, 1982; MONTOYA et al., 1994). En setiembre (66.7 pmm) poblaciones pequeñas de adultos están limitadas con frecuencia por la baja productividad primaria y por los predadores (insectos, aves, etc.), mientras que en octubre (79.2 ppm), caracterizado por el inicio de la disminución del nivel del agua (evaporación), es común observar numerosos nauplios y cáscaras de quistes vacíos. De noviembre a enero (90.5 - 112.2 ppm; y en pozas aledañas 146 - 300 ppm) la población del camarón de salmuera crece por el aumento de la salinidad que limita a sus predadores y favorece las floraciones de *D. viridis*, *D. salina*, *Tetraselmis sp.* que sirven de alimento a *Artemia*. En las pozas las especies de *Dunaliella* se presentan como células libres, palmeloides y latentes (aplanosporas).

La fuente de alimento primario de *Artemia* en las lagunas costeras estudiadas es el fitoplancton seguido por formas bentónicas, bacteria y detritus. Esto está de acuerdo con WIRICK (1972) y LENZ & BROWNE (1991) quienes sugirieron que las especies *Dunaliella* son dominantes en muchos lagos clorinados (NaCl) y son un adecuado alimento para *Artemia*, cubriendo sus requerimientos alimenticios.

además de carecer de pared celular lo que facilita su digestión (D'AGOSTINO y PROVASOLI, 1968; JHONSON, 1980; y SOLIS, 1987). Sin embargo, altas concentraciones *D. viridis* suministrados en la etapa de nauplios y metanauplios no reflejaron en buen crecimiento del camarón de salmuera, lo que estaría en conformidad con los resultados de JHONSON (1980). *Artemia* es un filtrador no selectivo con alta eficiencia de conversión alimenticia por lo que no influye en forma significativa en el arreglo del fitoplancton (SORGELOOS & PERSOONE 1975; SORGELOOS 1980 DOBBELEIR et al. 1980).

En condiciones extremas la flora algal bentónica presente en las lagunas costeras superficiales tropicales y subtropicales suministra una estrategia alternativa de alimento a las poblaciones de *Artemia*, lo que explicaría su colonización de estos ecosistemas acuáticos salinos extremos (principalmente en pozas pobre en fitoplancton). Las poblaciones de *Artemia* (Huacho y Ventanilla) tendrían asegurados alimentos vivos con la producción de endosporas (1.2-2.5 μm) durante el ciclo de vida de *P. entophysaloides* durante las estaciones primavera y en inicio de verano en los habitats estudiados. Este hecho sostiene el crecimiento y sobrevivencia de larvas de *Artemia* y se sugiere la sincronización entre la liberación de endosporas y el crecimiento larval en la naturaleza (MONTROYA et al. 1994).

De otro lado se sabe que *Artemia* comprende numerosos genotipos de diferentes características presentes en todo el mundo. En el presente estudio, adultos pequeños de *Artemia* (4-5 mm de longitud) que vive en habitats hipersalinos (Laguna Rosada del Sur) mostró similar característica a las poblaciones bisexuales autóctonos de *Artemia* de las salinas costeras de España con salmueras saturadas (330 ppm) donde tiene una sobrevivencia vegetativa. Estos camarones de salmuera tienen una comportamiento reproductivo típico, sin embargo, su actividad fisiológica y metabólica es ineficiente (AMAT, 1985). También las hembras de éstos habitats parecen haber perdido o casi perdido la habilidad para producir quistes como ocurre en el lago Solar, Sinai, Egipto caracterizado por ambientes relativamente constante (POP, 1969) y en el Lago Grassmere, Nueva Zelandia (WEAR & HASLETT, 1987).

Los ecosistemas acuáticos evaluados presentan un pH con escasa variación durante el año, lo que se relaciona con la presencia de quistes de *Artemia*. Así el pH de los cuerpos de aguas en Huacho son neutros y ligeramente ácidos (Laguna Rosada del Sur: 6.7-6.8; Laguna Grande del Norte: 6.8-7.0) y no presentan quistes lo que coincide con lo reportado por VINATEA (1986) y MONTOYA et al. (1988). En los ambientes acuáticos de Ventanilla que presentan un pH neutro, con pequeñas oscilaciones en el

rango alcalino y ácido (Laguna de Ventanilla: 7,5-8,0; Poza Artificial: 6,5-7,5 y Cueva del Diablo: 6,5-7,5), no se ha reconocido quistes a excepción de una pequeña poza (pH 8,5) cercana a la de la Cueva del Diablo donde los quistes encontrados en verano, en más de 80% no fueron viables. Los quistes de *Artemia* en la laguna de Santa Cruz y pozas aledañas de Chilca se asociaron con un pH marcadamente alcalino (pH 9,1), reconociéndose en primavera una gran acumulación de quistes en los bordes de los cuerpos de agua. Sin embargo, en La Encantada (pH 6,0-7,0) no fue posible encontrar quiste en ninguna época del año.

En laboratorio se ha logrado inducir la producción de quistes en las tres cepas de *Artemia*, siempre que se sometían a stress como la falta de alimentación, incremento de la salinidad y a pH alcalino (aproximadamente 8,5). Los factores y sus interrelaciones que gobiernan la producción de quistes en ambientes acuáticos salinos, controlados o no, son muy complejos. Sin embargo, es evidente que el pH del agua (pH 8,5-9,1) juega un rol muy importante en la formación de los quistes en poblaciones naturales de *Artemia*.

El parasitismo en *Artemia* por microsporidiosis es muy raro, habiéndose reportado sólo en Brasil y España (MARTÍNEZ, 1989). En el Perú su presencia en la Cueva del

Diablo de Ventanilla indicaría que esta patología puede estar más extendida de lo que hasta ahora se sospechaba. Según AMAT (1990, comunicación personal), "la diversidad de especies [causantes de la microsporidiosis] parece ser amplia y sus consecuencias aún poco calibradas". Aunque no se ha podido reconocer el género de microsporidio que afecta a *Artemia* de Ventanilla, sin embargo, su caracterización morfológica difiere del género *Nosema*, citado por MARTÍNEZ (1989) y KUDO (1969) como *Nosema artemiae*.

La infección por microsporidiosis en los ejemplares de camarón de salmuera de España se inicia en los juveniles, siendo evidente la infección y mortalidad en los ejemplares adultos (MARTINEZ, 1989), registrándose similitud con lo hallado en las poblaciones de *Artemia* de la Cueva del Diablo, Ventanilla, atacando por igual a hembras y machos. Sin embargo, esta patología no se manifestó a temperaturas de 25 - 28°C y salinidad mayor de 70 ppm (condiciones de laboratorio) a diferencia de lo reportado por MARTINEZ (1989) que encontró una mayor proliferación de los microsporidios a 30°C y a altas salinidades, debiéndose probablemente a que se trataría de una especie diferente a *Nosema artemiae*.

En cultivos preliminares donde poblaciones de *Artemia* de Ventanilla mantenidas en acuarios, alimentados

con *Tetrselmis sp.*, crecieron a densidades celulares de $10^6 - 7 \times 10^5$ células·mL⁻¹, en forma similar a cuando es alimentado con *D. viridis*. Sin embargo, en altas concentraciones de *Tetrselmis sp.* ($8 \times 10^5 - 2 \times 10^6$ células·mL⁻¹) se presentaba mortalidad por inanición en ejemplares de *Artemia*, lo que está en concordancia con lo reportado por REEVE (1963). En el presente caso, como *Tetrselmis sp.* son células con paredes celulares relativamente gruesas, al ser ingeridos por el camarón de salmuera sus mandíbulas, muy rudimentarias, no produce ningún efecto en la clorofita. Ya en su tracto digestivo, el alto número de células ingeridas presiona sobre sus paredes intestinales dificultando la digestión, incluso se ha encontrado excrementos con algunas células vivas.

La longitud del cuerpo de *Artemia* de las cepas de Huacho ($6.561 \text{ mm} \pm 0.635$), Ventanilla ($7.164 \text{ mm} \pm 0.528$) y Chilca ($6.640 \text{ mm} \pm 0.888$) son valores semejantes a lo reportado por otros autores (VIVAR, 1979; VINATEA, 1986; SOLIS, 1987; MONTOYA et al. 1988). El crecimiento del camarón de salmuera sigue una forma sinoidal, que puede ser representado muy bien por la fórmula reportado por WEAR y HASLETT (1984). Los Niveles de significancia (prueba de Kolmogorov-Smirnov de dos muestras) de Huacho (0.999989), Ventanilla (0.999796) y Chilca (0.999796) permite aceptar ha esta expresión matemática como una buena representación del crecimiento de la longitud del

cuerpo de *Artemia*.

Realizando un Análisis de varianza a la tasa instantánea de crecimiento obtenida aplicando la fórmula de Hear y Haslett, no se observa diferencias significativas entre las cepas de Huacho y Chilca, destacando con un mejor valor el de Ventanilla. Así mismo, es significativo el valor calculado de F de 32.853 frente al valor de tabulado de F de 5.14 (nivel de probabilidad de 5%) y de 10.92 (n.p. 1%).

El ciclo de vida del camarón de salmuera entre las tres cepas no presentó mayor diferencia, especialmente entre los de Chilca y Ventanilla. Comparado con los ejemplares de Huacho la diferencia está en que el estadio metanauplio tiene un periodo más largo, debido probablemente a una deficiencia alimenticia. En general no muestran diferencia de requerimiento nutricional (SORGELOOS et al., 1983 y 1986; PERSOONE y SORGELOOS, 1980). El inicio de la segmentación en las larvas de *Artemia* sigue el mismo patrón descrito por FREEMAN (1988). Las variaciones de los diferentes estadios se deben probablemente al régimen alimenticio y composición bioquímica del alimento.

Aunque en los reportes citados no indican claramente el inicio del estadio adulto y siguiendo la

secuencia establecida por BOWEN (1979) este estadio se alcanza con la maduración de los ovocitos. La facultad de reproducirse puede ser parcialmente afectado por las condiciones fisicoquímicos como la salinidad extremadamente alta (280-330 ppm) (AMAT, 1985; MONTOYA et al. 1988). VINATEA (1986) quien evaluó *Artemia* de Chilca y Huacho entre otros, presenta resultados muy parecidos con un ciclo de vida de 19 días. La temperatura y salinidad influye en su desarrollo y por tanto, en el tiempo de cada estadio, como se observa en su medio ambiente natural.

V.- CONCLUSIONES

- *Artemia* presenta límites amplios de tolerancia a factores como productividad primaria, salinidad (54 - 280 ppm), pH (6,0 - 9,1) y temperatura (12,9 - 35°C).
- En ambientes de baja productividad primaria está asociada con las algas bentónicas *Aphanothece halophytica*, *Pleurocapsa entophysaloides* (Ventanilla y Huacho) y *Chlorella sp.* (Chilca).
- En salinidades elevadas fue encontrada en Laguna Rosada del Sur y pozas de Huacho (235 ppm a saturación) y en salinidades bajas en Cueva del Diablo, Ventanilla (54,4 - 66,0 ppm). Sin embargo, no existe *Artemia* en salinidades extremadamente bajas como en La Encantada, Chilca (32,1 - 69,3 ppm).

- El pH del agua (dentro del rango registrado, 6.5-9.1) juega un rol importante en la formación de quistes, en poblaciones naturales de *Artemia*.
- Se ha determinado la interacción entre los parámetros físico químicos, la estructura algal y la densidad poblacional de *Artemia*.
- En ambientes de extrema salinidad (235 ppm a saturado) la flora está limitada a unas pocas especies halófilas encontrando *Aphanothece halophytica*, *Pleurocapsa entophysaloides*, asociadas con poblaciones pequeñas de *Artemia*.
- En ambientes de salinidad baja (32-69 ppm) domina especies halotolerantes como *Chlorella salina*, *Tetraselmis sp.*, *Dunaliella viridis*, *Dunaliella salina* y diatomeas, con ausencia de *Artemia* o de encontrarse está muy protegida por condiciones de aislamiento.
- Del cultivo de *Artemia* en laboratorio se concluye que no existe diferencia significativa entre las cepas de Huacho y Chilca en lo referente a la tasa instantánea de crecimiento, obtenida con la Fórmula de Wear y Haslett (1986). Ventanilla destaca en este parámetro.

VI.- RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre poblaciones algales que permita entender su coexistencia con *Artemia* en diferentes condiciones ambientales naturales. Además, es útil el conocimiento de la composición algal y la sucesión estacional para asegurar alimento vivo a poblaciones de *Artemia* que controla su sobrevivencia y crecimiento.
- Es necesario profundizar sobre la ecología de *Artemia* que permita conocer mejor los factores que gobiernan su cultivo exitoso en granjas artemícolas en el Perú, y prevenir problemas como los de una rápida adaptación a condiciones ambientales que puedan limitar la producción comercial de quistes.
- El estudio de la dinámica de población de *Artemia* es necesario para determinar una estrategia en el

manejo adecuado para una explotación comercial de
este crustáceo

VII.- BIBLIOGRAFIA

1. ABREU-GROBOIS, A. 1988.
Computer-based population modelling. *Artemia*
Newsletter Nº 7, 1988: 49-64. P. Sorgeloos (Ed.).
2. ABREU-GROBOIS, A. 1989.
Observations and questions with regard to *Artemia*
taxonomy. *Artemia* Newsletter Nº 12, 1989. P.
Sorgeloos (Ed.).
3. ABREU-GROBOIS, A., J. CARRASCO, E. DIAZ, M.A.
HERRERA, M.L. MALAGON, R. BRISEÑO-DUENAS. 1988.
A population dynamics model for *Artemia* culture:
predicted strain and selection effects. Edited by
Associacao Brasileiro de Aquacultura, FAO/GCP/RLA/
075/ITA. 250 pp: 155
4. ABREU-GROBOIS, A., R. BRISEÑO-DUENAS, M.A. HERRERA,

M.L. MALAGON. 1989.

A model for growth of *Artemia franciscana* cultures based on food ration dependant gross growth efficiencies. (Abstract). In Artemia Newsletter Nº 14. 1989. Euphyllpod Symposium, 1989. Belgium.

5. ABREU-GROBOIS, A. y J.A. BEARDMORE. 1989.

Cromosomas y cromocentros en el género *Artemia*. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología U.N.A.M., Vol. 16(2): in press.

6. ACEY, R., B. YOSHIDA, M. EDEP. 1989.

Metalloproteins in developing *Artemia*. Proc. Nato Advanced Research Workshop on Cell and Molecular Biology of Artemia development, 1988. Canada. En Artemia Newsletter Nº 10, 1988. P. Sorgeloos (Ed).

7. AHMED, K., D.A. JONES. 1988.

Enhancement of PUFA-profile of *Artemia* with a single feed of an encapsulated diet. Proceeding of World Aquaculture Society 19th Annual Meeting. En Artemia Newsletter Nº8, 1988. P. Sorgeloos (Ed).

8. ALBENTOSA.M., F.CANIZARES, F.HIDALGO. 1987.

Natural productivity, corporal composition and environmental parameters in *Artemia*. Cuad. Marisq. Publ. Tec. 1987, 12: 561-564

9. AMAT, F. 1980.
Diferenciación y distribución de las poblaciones de *Artemia*. (Crustáceo, Branquiópodo) de España. Análisis morfológico. Estudios alométricos referidos al crecimiento y a la forma. Inv. Pesq. 44(1): 217-240
10. AMAT, F. 1985.
Biología de *Artemia*. Inf. Tecn. Inst. Inv. Pesq. 126-127, 1985, 60 p.
11. AMAT, F., F.HONTORIA, J.C. NAVARRO, M. GOZALBO. 1987.
Resultados preliminares sobre el valor nutricional de nauplios de *Artemia* para larvas de crustáceos decápodos en cultivo. Inv. Pesq. 51 (Supl.1):533-543
12. ARAKAWA, L., V. CHIA, M. CASTILLO, C. SALINAS. 1989.
Relaciones biométricas en el ciclo de vida de *Artemia sp.* En 5º Congreso de Jóvenes Científicos, 1989. Resumen. Lima-Perú.
13. ARGOZZI, C., V. VAROTTO, L. BARATELLI, R. GIARRIZO. 1987.
The *Artemia* of Urmia lake (Iran): mode of reproduction and chromosome numbers. Att. Acc. Lince. Rend. Fis. 81(8): 87-90.

14. BARIGOZZI, C. y L. BARATELLI. 1989.
The carvotype of *Artemia monica*. Artemia Newsletter
Nº 12, 1989: 44. P. Sorgeloos (Ed).
15. BAXTER-LOWE, L.A., J.M. YOHANAN, T.E. HOKIN. 1988.
In vitro biosynthesis of the beta-subunit of the
Na⁺/K⁺-ATPase in developing brine shromp:
glycosylation and membrane insertion. Biochim.
Biophys. Act. 943(2):343
16. BELK, D. 1987.
Embryonic cuticles of *Artemia* during diapause and
hatching: insights from comparision with other
branchiopoda. Journal of Crustacean Biology, 7(4):
691-696.
17. BENGTON, D.A. 1988.
Use of *Artemia* as food for toxicity test organisms.
Artemia Newsletter Nº 11, 1989. P. Sorgeloos (Ed).
Belgium.
18. BERTALANFFY, LUDWIND VON. 1938.
A quantitative theory of organic growth (inquiries
on growth laws II). Human Biology, Vol. 10, Nº 2.
19. BIAN, B.Z., J.X. CAO y M.R. LI. 1989.
Preliminary studies on *Artemia* as bi/-encapsulation

organisms for antibacterial drugs. Proceeding of The Second Asia Fisheries Forum, 189, Japón. En *Artemia Newsletter* Nº 14, 1989. P. Sorgeloos (Ed). Belgium.

20. BLANCO, J.M. 1987.

Cultivo intensivo de larva de *Artemia salina* con alimento inerte: Levadura de *Torula (Candida utilis)*. Cuad. Marisq. Publ. Tec., 1987, 12, 565-568.

21. BLIN, D.W. 1993.

Diatom community structure along physic chemical gradients in saline lakes. *Ecology* 74(4): 1246-1263.

22. BLUST, R., A. VAN DER LINDEN, E. VERHEYEN, W. DECLEIR. 1988a.

Evaluation of microwave heating digestion and graphite furnace atomic absorption spectrometry with continium source background correction for the determination of iron, copper and cadmium in brine shrimp. En *J. Anat. At.Spectrom.*, 3:387-393.

23. BLUST, R., A. VAN DER LINDEN, E. VERHEYEN, W. DECLEIR. 1988b.

Effect of pH on the biological availability of copper to the brine shrimp *Artemia franciscana*. *Marine Biology*, 98: 31-38.

24. BOWEN, T., M.R. BUONCRISTIANI, J.R. CALL. 1988.
Artemia habitats: ion concentrations tolerated by one superspecies. *Hydrobiologia*, 1988, 158: 201-214.
25. BOWEN, T. 1969.
The genetics of *Artemia salina*. The reproductive cycle. *Bull. biol.* ...
26. BRISSET, P., D. VERSICHELE, E. BOSSUYT, L. de RUYCK y P. SORGELOOS. 1982.
High density flow-through culturing of brine shrimp *Artemia* on inert feeds - Preliminary results with a modified culture system. *Aquacultural Eng.* 1(2): 115-119
27. BROWNE, A.R. 1988.
Ecological and genetic divergence of sexual and asexual brine shrimp (*Artemia*) from the Mediterranean Basin. *National Geographic Research*, 4(9): 548-554.
28. BROWNE, A.R., L.E. DAVIS, S.E. SALLAE. 1988.
Effects of temperature and relative fitness of sexual and asexual brine shrimp *Artemia*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 124: 1-20.

29. BRUNE, D.E., T.H. ANDERSON Jr. 1989.
Explanation of size diversity among *Artemia* cohortes: a model of food uptake kinetics. Journal of the World Aquaculture Society, 20(1): 12-17.
30. CAMARA, M.R., R.M. ROCHA, A.C.T. FONSECA, L.S.B. BARBOSA, F.J.B. SOUTO. 1989.
Experimental inoculation of *Artemia* (Macau): Ecology and culturing. Proc. Shrimp Plantation 89, 1989, Brasil. En Larviculture & Artemia Newsletter Nº 7, P. Sorgeloos (Ed). 1988: 72-73. Belgium.
31. CARRASQUERO, J.R. 1987a.
Estudio ecológico de poblaciones de *Artemia* en las salinas de Araya. Proc. 37º Convención Anual de ASOVAC, 6ª Jornadas Científico Técnicas de la Facultad de Ingeniería - LUZ, 1987, Venezuela. En Artemia Newsletter Nº 7, 1988: 72-73. P. Sorgeloos (Ed). Belgium.
32. CARRASQUERO, J.R. 1987b.
Acuicultura integrado a la explotación y producción de sal en las salinas de Araya. Proc.37º Conv. Anual ASOVAC, 6ª Jorn. Cient.Téc. de Fac. Ingeniería-LUZ, Venezuela. En Artemia Newsletter Nº 7:73, P. Sorgeloos (Ed).Belgium.

33. CARRERA. 1982.
.....
34. CIEZA DE LEON, P. 1553.
La crónica general del Perú. Sevilla. Tomo I.
Reedición 1975 por Ediciones PEISA.
35. CLEGG, J.S., S.L. JACKSON. 1989.
Long-term anoxia in *Artemia* cysts. J. Exp. Biol.,
147: 539-543.
36. CONTE, F.P. 1988.
Molecular biology of larval regulation. Proc. Nato
Advanced Research Workshop on Cell and Molecular
Biology of Artemia Development, 1988, Canada. En
Artemia Newsletter Nº 10, 1988: P. Sorgeloos (Ed).
37. COUTTEAU, P., P SORGeloos. 1989.
Feeding of the brine shrimp *Artemia* on yeast: effect
of mechanical disturbance, animal density, water
quality and light intensity. European Aquaculture
Society, Special Publication Nº 10, 344 pp: 75-76.
38. CHACON, G.R. 1980.
Chlorella peruviana sp. nov. y su ambiente altamente
salino. Bol. Soc. Per. Bot. 8(1-2): 83 - 96. Lima

39. CHEN, J.C., K.J. CHEN, J.M. LIAO. 1988.
Joint action of ammonia and nitrite on *Artemia salina* nauplii. Proc. World Aquaculture Society 19th Annual Meeting, 1988. En Artemia Newsletter Nº 8, 1988: P. Sorgeloos (Ed).
40. CHIA, V., L. ARAKAWA, C. SALINAS, S. REATEGUI. 1989.
Cultivo experimental de *Artemia sp.* con diferentes dietas. En 5^o Congreso de Jóvenes Científicos, 1989. Resumen. Lima-Perú.
41. D'AGOSTINO, A. y L. PROVASOLI. 1968.
Effects of salinity and nutrients on mono and diaxenic cultures of two strains of *Artemia salina*. The Biological bulletin. Vol. 134, Nº 1: 1-14.
42. DeLAPORTE, A.V. 1920.
Sewage and water. Div. Sanit. Eng. Prov. Bd. Health Ontario Bull. 7.
43. DELGADO, J. y H. NAVA. 1988.
Calidad de eclosión para quistes de *Artemia* de tres lugares del Perú. En Boletín. Volumen Extraordinario: "Recursos y Dinámica del Ecosistema del Afloramiento Peruano. Salzwedel y Landa (Eds). Perú: 309-311, 382 pp.

44. DHONT, J. 1988.
A simple technique for intensive production of *Artemia* juveniles. M.Sc. Tehsis. Faculty of Agricultural Sciences, State University of Ghent, Belgium. 84 p.
45. DOBBELEIR, J., N. ADAM, E. BOSSUYT, E. BRUGGEMAN & P. SORGELOOS. 1980.
New aspects of the use of inert diets for high density culturing of brine shrimp. In the brine shrimp *Artemia*. Vol. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture. Persoone et al. (Eds). Belgium. 165-174 p.
46. ENGEL, F. 1966.
Geografía humana prehistórica y agricultura precolombina de la quebrada de Chilca. Lima (Universidad Agraria, Dept. de Publicaciones): Tomo I. Informe preliminar, 110 pp. 85 figs., mapas e ilustraciones.
47. ESPINOZA, F. 1979.
Cultivo del "camarón de salmuera" (*Artemia salina*) con posibilidades de utilización alimenticia para peces tropicales en estadio inicial de alevinaje. Revista Documenta, Minist. Pesquería, Set. 1980, 75: 31-34. Lima.

48. FABREGAS, J., Y. GAMALLO, C. HERRERO, B. BALBOA. 1987
Artemia culture with marine microalgae: production,
consume and economic evaluation. Cuad. Marisq. Publ.
Tec., 1987, 12. 569-572.
49. FIGUEREDO, J.J. 1986.
Cultivo intensivo de *Artemia franciscana* desde
nauplio a preadulto. Tesis. Universidad Nacional,
Colegio de Ciencias Biológicas, Campus Omar Dengo,
Heredia. Costa Rica.
50. FIGUEREDO, J. J. CABREFA y R. MURILLO. 1987.
Infraestructura experimental para el cultivo de
Artemia a altas densidades. Rev. Lat. Acui., Lima-
Perú. Nº34: 21-52. Dic 1987.
51. FREEMAN, J.A. 1988.
Segment morphogenesis in larval *Artemia*. Proc. Nato
Advanced Research Workshop on Cell and Molecular
Biology of Artemia Development, 1988, Canada. En
Artemia Newsletter Nº 10, 1988: P. Sorgeloos (Ed).
52. FRANCO, E., J. RENART. 1988.
Structure of uboquitin genes in *Artemia*. Proc. Nato
Advanced Research Workshop on Cell and Molecular
Biology of Artemia Development, 1988, Canada. En
Artemia Newsletter Nº 11, 1989: P. Sorgeloos (Ed).

53. FUNKE, B., K.D. SPINDLER. 1989.
Characterization of chitinase from the brine shrimp
Artemia. Comp. Biochem. Physiol., 94: 231-242.
54. GAJARDO, G., J.A. BEARDMORE. 1989a.
Cyst production in *Artemia* is related to maternal
heterozygosity. European Aquaculture Society,
Special Publication Nº 10. Bredene: Belgium, 344pp.
298.
55. GAJARDO, G.M., J.A. BEARDMORE. 1989b.
Ability to switch reproductive mode in *Artemia* is
related to maternal heterozygosity. Mar. Ecol. Prog.
Ser., 155: 191-195.
56. GAMALLO, Y., D.FILGUEIRA, L.FERRON, J. FABREGAS.
1987.
Nutritive quality of four marine microalgae in the
development of *Artemia*: growth, survival and
reproduction. Cuad. Marisq. Publ. Tec., 1987, 12:
499 - 504.
57. GILL, I., M.E. GALLEJO, J. RENART, J. CRUCES. 1987.
Identification of the transcriptional initiation
site of ribosomal RNA genes in the crustacean
Artemia. Nucl. Acid. Res., 15(15): 6007-6016.

58. GLASHEEN, J.S., S.C. HAND. 1988.
Anhydrobiosis in embryos of the brine shrimp *Artemia*
- characterization of metabolic arrest during
reductions in cell-associated water. J. Exp. Biol.,
135: 363-380.
59. GLASHEEN, J.S., S.C. HAND. 1989.
Metabolic heat dissipation and internal solute
levels of *Artemia* embryos during changes in cell-
associated water. J. Exp. Biol., 145: 263 - 282.
60. GONZALO. 1988.
.....
61. GOSS, D.J., T. BECKER, D.J. ROUNDS. 1988.
Thermodynamic and kinetic parameters of *Artemia*
ribosomal subunit association and dissociation.
Proc. Nato Advanced Research Workshop on Cell and
Molecular Biology of Artemia Development, 1988,
Canada. En Artemia Newsletter Nº 11, 1989: P.
Sorgeloos (Ed).
62. GOZALBO, A., F. AMAT, F. HONTORIA, J.G. NAVARRO y J.
VARO. 1987.
Composición bioquímica de *Artemia* alimentada con
diferentes dietas. Cuad. Marisq. Tec. 1987, 12: 585-
590

63. GUILLARD, R. 1975.
Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In culture of marine invertebrate animals. W. L. Smith y M. E. Chanley Eds. 29 - 60 p.
64. GUILLARD, R. y J. H. RYTHER. 1962.
Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt, and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. Can. J. Microbiology. 8: 229 - 239
65. GUO, J.Z., L.E. HOKIN. 1988.
Differential gene expression of sodium/potassium ATPase alpha and beta-subunits in developing brine shrimp. Proc. Nato Advanced Research Workshop on Cell and Molecular Biology of Artemia Development, 1988, Canada. En Artemia Newsletter N^o 11, 1989: P. Sorgeloos (Ed). Belgium.
66. HALVER, J.E. 1988.
Stabile Vitamin C. En Artemia Newsletter N^o 9. P. Sorgeloos (ed.). Belgium.
67. HAND, S.C., E. GNAIGER. 1987.
High time resolution of pH-induced metabolic transitions and the influence of ammonia on glycolytic metabolites in *Artemia* embryos. Am. Zoolog. 27(9):A84.

68. HAND, S.C., E. GNAIGER. 1988.
Anaerobic dormancy quantified in *Artemia* embryos - a calorimetric test of the control mechanism. *Science* 239 (4846): 1425 - 1427.
69. HANJUN, C., H. LIN, Z. SHUANG y L. WEI. 1988.
The karyotypes of *Artemia* from five major solar saltworks of Liaoning Province (P. R. China). En *Artemia Newsletter* Nº 10, 1988: P. Sorgeloos (Ed). Belgium.
70. HERNANDORENA, A. 1988.
Heat shock induced developmental anomalies in *Artemia*. Proc. Nato Advanced Research Workshop on Cell and Molecular Biology of *Artemia* Development, 1988, Canada. En *Artemia Newsletter* Nº 11, 1989: P. Sorgeloos (Ed). Belgium.
71. HONTORIA, F., J. C. NAVARRO, I. VARO, A. GOZALBO, y F. AMAT. 1987.
Control de calidad de quistes de *Artemia*. *Cuad. Marisq. Publ. Tec.*, 1987, 12: 543 - 548.
72. HONTORIA, F., J.C. NAVARRO, I. VARO, F. AMAT. 1989.
Utilization of *Artemia* cysts in marine larvae cultures: a model of quality evaluation. *Aquacultural Engineering*, 8(1989): 127 - 138.

73. HUR, S.B. 1988.
Biological research on korean *Artemia*. Proc. World Aquaculture Society 19th Annual Meeting, 1988, USA. En *Artemia Newsletter* Nº 8, 1988: P. Sorgeloos (Ed). Belgium.
74. JANSSEN, G.M.C., W. MOLLER. 1988.
Elongation-factor 1-Beta-gamma from *Artemia*-purification and properties of its subunits. *Eur. J. Bioch.* 171(1-2): 119-129.
75. JONES, A.G., C.M. EWING y M.V. MELVIN. 1984.
Biotechnology of solar saltfields. *Hydrobiologia* 02, 391: 406.
76. JOHNSON, D.A. 1980.
Evaluation of various diets for optimal growth and survival of selected life stages of *Artemia*. The brine Shrimp *Artemia*, Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Persoone, Sorgeloos, Roels and Jaspers (Eds.). Universe Press, Belgium, 456p.
77. KANAZAWA, A. 1986.
New developments in fish nutrition. The First Asian Fisheries Forum, Asian Fisheries Society, Maclean, J. I., L. B. Dizon y L. V. Hosillos (Eds). Filipinas, 727 pp. : 9 - 14.

78. KENMOCHI, N., Y. TAKANASHI, N.L. SATO. 1989.
Effects of antibody to 5S-RNA-binding protein on protein synthesis in *Artemia salina* ribosomes
Biochem. J. 259: 277-281.
79. KLEIN, V.L.M. 1989.
Analysis of the proteic value of *Artemia salina* fed with different organic compounds. En: European Aquaculture Society. Special Publication Nº 10. Bredene, Belgium. 344 pp.: 133-134.
80. KORAY, T. 1988.
A wonder of nature: The brine shrimp *Artemia*.
Science and Technique 21(243): 26 - 29.
81. KUDO, R.R. 1969.
Protozoologia. Compañía Editorial Continental.
Traducido de la quinta edición en Ingles.
82. LAVENS, P., W. TACKAERT, P. SORGELOOS. 1986a.
International Study on Artemia XLI. Influence of culture conditions and specific diapause deactivation methods on the hatchability of *Artemia* cysts produced in a standard culture system. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 31: 197-203.

78. KENMOCHI, N., Y. TAKANASHI, N.L. SATO. 1989.
Effects of antibody to 5S-RNA-binding protein on protein synthesis in *Artemia salina* ribosomes
Biochem. J. 259: 277-281.
79. KLEIN, V.L.M. 1989.
Analysis of the proteic value of *Artemia salina* fed with different organic compounds. En: European Aquaculture Society. Special Publication Nº 10. Bredene, Belgium. 344 pp.: 133-134.
80. KORAY, T. 1988.
A wonder of nature: The brine shrimp *Artemia*.
Science and Technique 21(243): 26 - 29.
81. KUDO, R.R. 1969.
Protozoologia. Compañía Editorial Continental.
Traducido de la quinta edición en Ingles.
82. LAVENS, P., W. TACKAERT, P. SORGELOOS. 1986a.
International Study on Artemia XLI. Influence of culture conditions and specific diapause deactivation methods on the hatchability of *Artemia* cysts produced in a standard culture system. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 31: 197-203.

83. LAVENS, P., PH. LEGER y P. SORGELOOS. 1986b.
Production, utilization and manipulation of *Artemia*
as food source for shrimp and fish larvae.
Actualites of Biochimic Marine. Oceanis. 9: in
press.
84. LEGER, PH., D. GRYMOPRE, E. VAN BALLAER, P.
SORGELOOS. 1989.
Advances in the enrichment of rotifers and *Artemia*
as food sources in marine larviculture. European
Aquaculture Society. Special Publication Nº 10. 344
pp: 141-142.
85. LEACH, W. 1819.
Entomostraca. Dictionnaire des Sciences Naturelles.
14: 524-543.
86. LEAR, G.M. 1969.
Crianza experimental de *Artemia salina* (LIMNALUS)
1851 con apuntes sobre el ciclo biológico. Tesis
Bach. Ciencias Biológicas, Univ. Nac. Trujillo.
Perú.
87. LENZ, P. 1987.
Ecological studies on *Artemia* a review. In Ecology,
Culturing, Use in Aquaculture. P. Sorgeloos et al.
(Eds.). 5 - 17 p. Vol. 3. Universa press, Belgium.

88. LENZ, P. & R.A. BROWNE. 1991.
Ecology of *Artemia*. In R.A. Browne., P. Sorgeloos & C.N. Trotmen (Eds.). *Artemia Biology*. CRC Press. Boston: 237 - 253.
89. LINNEO, C. 1758.
Systema naturae. Ed. Hafriæ.
90. LUNA, W. 1984.
Avaliassao do potencial salinero para cultivo de *Artemia* no estado do Ceará (Brasil). Boletim de Ciencias do Mar 39. UFC. Laboratorio de Ciencias do Mar. Fortaleza.
91. MacDONALD, J.H., R.A. BROWNE. 1987.
Inheritance and reproductive role of rare males in a parthenogenetic population of the brine shrimp, *Artemia* partenogenética. *Genetica*, 75: 47-53.
92. MacDONALD, J.H., R.A. BROWNE. 1990.
Population dynamics of an asexual brine shrimp *Artemia* population. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol 0, 20 p.
93. MALDONADO, A. 1943.
Las lagunas de Boza, Chilca y Huacachina y los Gramadales de la costa del Perú. Reimpr. Act. Trab.

- 2º Congreso Peruano de Química, Lima-Perú. 143 pp.
94. MARSHALL, C.J., J.F. CUTFIELD, C.N.A. TROTMAN, W.P. TATE. 1987.
An analysis of *Artemia* haemoglobin by comparison of immunoreactivities. *Biochem. Inst.* 25(5):925-933 p.
95. McLACHLAN, J. 1973.
Growth media marine. In *Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurements.* J.R. Stein ed. 25-511 p. Cambridge Univ. Press. London.
96. MONTOYA, H., C. BARBERENA, R. QUESQUEN. 1988.
Algas de las Salinas de Huacho, Perú con énfasis en *Aphanothece halophytica* FREMY. En *Recursos y Dinámica del Ecosistema de Afloramiento Peruano.* Boletín. Vol. Extraord. Salzweder y Landa (Eds). Perú: 67 - 75. 382 pp.
97. MONTOYA, H., R. QUESQUEN, Y. VILLANUEVA, C. AGUILAR. 1994.
Interrelationships of algal and *Artemia* populations with culture of strains of potential use in aquaculture of the coastal central region of Perú. *Ann. Workshop on Fish & Mollusc Larviculture.* Puerto Montt, Chile.

98. MOROHASHI, M., K. KONISHI, M. KAWAMURA. 1988.
Effects of Na⁺ and K⁺ on *Artemia salina*. (Na, K) -
ATPase solubilized with a zwitterionic detergent.
Chaps. J. Bioch. Tokyo, 103(6): 1073
99. MURA, G. 1990.
Artemia salina (Linnaeus, 1758) from Lymington:
frontal knob morphology. Sem. J. Crust. Bio.. in
press.
100. MURA, G., L. DEL CALDO, A. FANFANI. 1989a.
Sibling species of *Artemia*: a light and electron
microscopic survey of the morphology of the frontal
knobs. Part I. Journal of Crustacean Biology, 9(3):
414 - 419.
101. MURA, G., L. DEL CALDO, A. FANFANI. 1989b.
Sibling species of *Artemia*: a light and electron
microscopic survey of the morphology of the frontal
knobs Part II. Journal of Crustacean Biology, 9(3):
419 - 424.
102. MARTINEZ, A. 1989.
Estudio de la biología de *Artemia* en una salina y su
influencia sobre la calidad de sal. Tesis Doctoral.
Facultad de Biología, Univ. de Sevilla (España):
388 p.

103. MUEDAS, W.L. 1986.

Determinación del valor biológico de la harina de *Artemia franciscana* (KELLOG, 1906) y su aplicación como alimento para animales monogástricos. Tesis Título Licenc. Biología, Univ. Ricardo Palma, Perú.

104. NAEGEL, L. 1984.

Resultados preliminares en la producción de *Artemia salina* en Costa Rica, Centro América. Rev. Lat. Acui. Lima-Perú, Nº 20 - 21.

105. NARCISO, L. 1989.

The brine shrimp *Artemia sp.*: an example of the danger of introduced species in aquaculture. European Aquaculture Society, Special Public. Nº 10, Bredene, Belgium.

106. NELIS, H. J., P. LAVENS, M. M. Z. VAN STEENBERGE, P. SORGELOOS, G. R. CRIEL, A. P. DELEENHEER, 1988.

Qualitative and quantitative changes in the carotenoids during development of the brine shrimp *Artemia*. J. Lipid Res., 29: 491 - 499.

107. ORTEGA, A.A., A. MARTINEZ. 1987.

Hydrobiological and population studies on *Artemia franciscana* in Yavaros, Sonora, México. Rev. Biol. Trop., 35(2): 233 - 239.

108. PERONA, R. C., G. VALLEJO. 1989.
Mechanisms of volk degradation in *Artemia*: a morphological study. Comp. Biochem. Physiol., 94: 231 - 242 p.
109. PERSSONE, G. y SORGELOOS, P. 1980.
General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*. The Brine Shrimp Artemia. Vol 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. Persoone G., P. Sorgeloos, O. Roesl and E. Jaspers (Eds). Universa Press. Wetteren, Belgium. 456 p.
110. PETERSEN, G. 1981.
Geografía y gelología general del litoral peruano. En Historia Marítima del Perú. Tomo I. Volumen I. Instituto de Estudios Maritimos del Perú. Lima. 474 pp.
111. POP, F.D. 1969.
Limnology of the heliothermal solar lake on the coast os Sinai (Gulf of Eliot). Verh. Int. Verein. theor. Angew. Limnol. 17: 1031 - 1034.
112. PRESCOTT, M., A. D. MILNE, A. G. McLELLAN. 1988.
Enzymes of dinucleoside oliphosphate metabolism in *Artemia* cyst and larvae. Proc. Nato Advanced Research Workshop on Cell and Molecular Biology of

- Artemia Dev., Canada. En Artemia Newsletter Nº 10, Belgium.
113. PROVASOLI, L., A. D'AGOSTINO. 1969.
Development of artificial media for *Artemia salina*.
Biol. Bull., 136: 434 - 453.
114. QUESQUEN, R., Y. VILLANUEVA. 1989.
Velocidad de filtración de *Artemia* en sus diferentes estadios. En 5º Congreso de Jóvenes Científicos, 1989 (Resumen). Lima-Perú.
115. RAIMONDI, A. 1867.
Informe sobre las Salinas de Huacho. En: El Perú. Estudios minerológicos y geológicos. Lima, 1902. Primera serie, Tomo IV, pp. 496 - 506
116. RAJA, L.M.V., K. JAYARAMAN. 1988.
Association of tubulin mRNA with the membrane fractions of developing embryos of *Artemia salina*. Proc. Nato Advanced Research Workshop on Cell and Molecular Biology of Artemia Development, 1988, Canada. En Artemia Newsletter Nº 11, 1989: . P. Sorgeloos (Ed).
117. RAJKUMAR, L., M. MUNUSWANY. 1988.
Aspects of molting and reproduction in the brine

- shrimp *Artemia* parthenogenetic (Crustacea: anostraca). En *Artemia Newsletter* N^o 11, 1989: P. Sorgeloos (Ed).
118. RAMAMOORTHY, K. y G.S. THANGARAJ. 1980
Ecology of *Artemia* in the salt pans of Tuticorin, South India. *The Brine Shrimp Artemia*, Vol. 3. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (Eds.). Universa Press, Wetteren, Belgica. 456 p.
119. RAO, V y S. GOVINDARAJAN. 1987.
Accumulation of copper in *Artemia* through *Skeletonema costatum* (Grev.) CLEVE. Proc. National Symposium on Marine Resources, Techniques Evaluation and Management, 1987. India. En *Artemia Newsletter* N^o 7, 1988: P Sorgeloos (Ed).
120. REEVE, M. 1963.
Growth efficiency in *Artemia* under laboratory conditions. *Biol. Bull.*, 125 (1): 133 - 145.
121. RIVAS, M. y J. E. VINATEA. 1976.
Estudio de la *Artemia salina* en su medio natural. Tp. Esp. Depto. de Piscicultura y Oceanografía, Universidad Nacional Agraria, Lima-Perú.

122. ROCHA, R., M.R. CAMARA. 1988.
Artemia culture: beneficial role in salt production.
Resumen 6° Simposio Latinoamericano de Acuicultura.
Brasil, 1988, FAO/GCP/RLA/075/ITA. 250 pp.: 157
123. ROJAS, A.C. 1975.
Estudio de los servicios e industrias en el área
urbana de Ventanilla. Tesis optar título Ingeniero
Geografo, 165 pp. Universidad Nacional Mayor de San
Marcos. Lima-Perú.
124. ROLLEFSEN, G. 1939.
Artificial rearing of fry of seawater fish.
Preliminary communication. Rapp. Proc. Verb. Reún.
Cons. Perm. Explor. Mer. 109: 133.
125. ROSAS, C. 1979.
Estudios de salinidad, análisis químicos y
bromatológicos de la "quisquilla salina" (*Artemia
salina*). Tesis para optar el Título Ingeniero
Pesquero, 196 p. Univ. Nacional del Callao (Perú).
126. ROSOWSKI, J.R. 1989.
Rapid growth of the brine shrimp *Artemia franciscana*
KELLOGG, in xenic cultures of *Chlorella sp.*
(Chlorophyceae). Aquaculture, 81: 185 - 203.

127. ROZO, M. 1987.
Proyecto *Artemia*. En Red Acuicultura Boletín, Vol 1
Nº 1, 1987:
128. RUNSHENG, Z. y L. FENGII. 1989.
Geographical distribution of *Artemia* in PR China. En
Artemia Newsletter Nº 12, 1989: 45-46. P. Sorgeloos
(Ed). Belgium.
129. RUNSHENG, Z., L. FENGII, Z. XIAOXIA y Z. JUNYING.
1989.
Studies on the chromosomal ploidy composition of
brine shrimp, *Artemia sp.* from P.R. China. En:
Artemia Newsletter Nº 11, 1989: Sorgeloos (Ed).
Belgium.
130. RUNSHENG, Z., L. FENGII. 1990a.
Distribution of *Artemia* in Bashing region of PR
China. En Larviculture & Artemia Newsletter Nº 15,
1990: P. Sorgeloos (Ed). Belgium.
131. RUNSHENG, Z., L. FENGII. 1990b.
The differences of reproductive performances between
three *Artemia* parthenogenetic strains from PR China.
En Larviculture & Artemia Newsletter Nº 15, 1990:
P. Sorgeloos (Ed). Belgium.

132. SALGADO, I. y A. IBACETA. 1988.
Nursery and grow-out of *Penaeus vannamei* in Piura, Perú. chicken manure and Artemia biomass as supplementary feed. En Artemia Newsletter. Nº 10: 37. P. Sorgeloos (Ed).
133. SANTA CRUZ, C.M. 1984.
Caracterización bioquímica de las hemoglobinas de *Artemia salina* de a laguna de Chilca. Tesis optar Título Licenciado Biología, Univ. Ricardo Palma. Lima-Perú.
134. SCELZO, M. y F. VOGLAR. 1980.
Ecological study of the *Artemia* populations in Boca Chica Salt Lake, Margarita island, Venezuela. The Brine Shrimp Artemia, 3: 115 - 125.
135. SCHLOSSER, D. 1755.
Extrait D'letre de Monsiur le Doctour Schlosser concernant un insecte peu connu. Observations periodiques sur la physique. I'histoire naturelle et les beavy arts de Gautier: 58 - 60.
136. SEALE, A. 1933.
Brine shrimp (*Artemia*) as a satisfactory life food for fishes. Trans. Amer. Fish. Soc., 63: 129 - 130.

137. SERRANO, J., J. RAMOS, A. MATEOS, G. ROSAS, C. BAUTISTA. 1989.
Biogeography of continental parthenogenetic *Artemia* in Central Spain. In European Aquaculture Society, Bredene (Belgium). Vol 1 y 2, 1229 p:775.
138. SOKEL, R. y F. ROHLF. 1979.
Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Blume Ediciones, España.
139. SOLIS, N. 1987.
Cultivo experimental y masivo de *Artemia* alimentada con 4 especies de microalgas. Tesis optar Título Ingeniero Pesquero, Univ. Nac. Agraria. Lima - Perú.
140. SORGELOOS, P. 1974.
The influence of algal food preparation on its nutritional efficiency for *Artemia salina* L. larvae. *Thalassia Jugoslavica* 10(42): 313 - 320.
141. SORGELOOS, P. 1979a.
The brine shrimp *Artemia salina*: a bottleneck in Mariculture? En *Advances in Aquaculture*: 321 - 324, 653 pp. Pillay, T.V.R. and Wm. A. Dill (Eds).

142. SORGELOOS, P. 1979b.
List of commercial harvesters-distributors of *Artemia* cyst of different geographical origin. *Aquaculture* 16: 87-88.
143. SORGELOOS, P. 1980.
The use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture. The Brine Shrimp *Artemia*, Vol. 3, Ecology, Culturing, Use in Aquaculture, 456 p: 25 - 45.
144. SORGELOOS, P. 1983a.
Brine shrimp *Artemia* in coastal saltworks: inexpensive source of food for vertically integrated aquaculture. Proceeding of World Mariculture Society Meeting "Washington Aquaculture '83", USA, 1983.
145. SORGELOOS, P. 1983b.
Potential of the mass production of brine shrimp *Artemia*. *J. Soc. Underwater Techn.*, 1983: 27-30.
146. SORGELOOS, P. & G. PERSOONE. 1975.
Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food for fishes and crustaceans. II Hatching and culturing of the brine shrimp *Artemia salina* L. *Aquaculture* 6: 303 - 317.

147. SORGELOOS, P., M. BAEZA-MESA, C. CLAUS, G. VANDEPUTTE, F. BENIJTS, E. BOSSUYT, E. BRUGGEMAN, G. PERSOONE y D. VERSICHELE. 1977.

Artemia salina as food in aquaculture. Fundamental and Applied Research on the Brine Shrimp *Artemia* (L). Belgium. Spec. Public., Eur. Maric. Soc. Nº 12

148. SORGELOOS, P., G. PERSOONE, M. BAEZA-MESA, E. BOSSUYT, E. BRUGGEMAN. 1978.

The use of *Artemia* cyst in aquaculture: The concept of "hatching efficiency" and description of a new method for cyst processing. Proceeding Annual Meeting World Mariculture Soc. James, Avault (Ed).

149. SORGELOOS, P., E. BOSSUYT, P. LAVENS, PH. LEGER, P. VANKAECHE, D. VERSICHELE. 1983.

The use of brine shrimp *Artemia* in crustacean hatcheries and nurseries. En CRC Handbook of Mariculture, Volume I. Crustacean Aquaculture. J.P. Mc Vey (Ed).

150. SORGELOOS, P., P. LAVENS, PH. LEGER, W. TACKAERT, D. VERSICHELE. 1986.

Manual para el cultivo y uso de *Artemia* en Acuicultura. Programa Cooperativo Gubernamental FAO-ITALIA, GCP/RLA/075/ITA. Proyecto Aquila. Documento de Campo Nº10.

151. SORGELOOS, P., Ph LEGER, P.LAVENS, W. TACKAERT.
1987.

Increased yields of marine fish and shrimp production through application of innovative techniques with *Artemia*. En: Aquaculture et Development. 1987, Cahiers Ethologie Appliquee. 7: 43 - 50 p.

152. SPOTTE, S., G. ANDERSON. 1988.

Chemical decapsulation or resting cysts of the anostracans *Artemia franciscana* and *Streptocephalus seali* as revealed by scanning electron microscopy. En: Journal of Crustacean Biology, 8 (2): 221 - 231.

153. TACK YANG, W. 1975.

A manual for large-tank culture of penaeid shrimp to the postlarval stages. Technical Bulletin, No 31, 1975.

154. TEJADA. 1984.
.....

155. TERAMOTO, K. y S. KINOSHITA. 1961.

Some informations on the culture of *Artemia*. Bull. Jap. Soc. Sc. Fish. 12 (1961): 801 - 804 p.

156. TROUNG MINH UY. 1988.
On the reproductive biology of *Artemia*. Tesis.
Universidad de Can Tho. R. S. Vietnam.
157. TSENG, W. 1987.
Methods used in Taiwan for separation of *Artemia*
nauplii. Shrimp Mariculture - A Practical Manual.
(Resumen). En *Artemia Newsletter* Nº 8, 1988. P.
Sorgeloos (Ed). Belgium.
158. TSCHUDI, J.J. 1846.
Perú. Reiseskizzen aus den Jahren. St. Galle
(Scheitlin und Zollikofer). Tomo I. 346 pp.
159. VAN BEEK, E., M. VAN BRUSSEL, G. CRIEL, A. DE LOOF.
1987.
A possible extra-ovarium site for synthesis of
lipovitellin during vitellogenesis in *Artemia sp.*
(Crustacea: Anostraca). *Int. J. Invert. Reprod.*
Developm., 12(3): 227 - 240 p.
160. UCHIUMI T., A. J. WAHBA, R. R. TRAUT. 1987.
Topography and stoichiometry of acidic proteins in
large ribosomal subunits from *Artemia salina* as
determined by cross-linking. *Proc. Nat. Acad. Sci.*
USA, 84 (16): 5580 - 5584 p.

161. VAN BEEK, E., A. DE LOOT. 1988.

Radioimmunological determinations of concentrations of 6 C-21, C-19 and C-18 steroids during the reproductive cycle of female *Artemia sp.* (Crustacea, anostraca). Comp. Biochem. A. 89(4): 595-599 p.

162. VANHAECKE, P., P. SORGeloos. 1989.

International study on *Artemia* XLVII. The effect of temperature on cyst hatching, larval survival and biomass production for different geographical strains shrimp *Artemia sp.* Ann. Soc. R. Zool. Belg., 119(1): 7 - 23 p.

163. VARO, I., F. AMAT, F. HONTORIO, J. NAVARRO, A. GOZALBO. 1988.

Estudios experimentales sobre la reproducción de dos poblaciones diferentes de *Artemia* partenogenética de las islas Canarias. Proc. 2º Simposio de Acuicultura de Esteros y Zonas Intermareales, España, 1988. En *Artemia Newsletter* Nº 13, 1989: P. Sorgeloos (Ed).

164. VEGA, A. I. 1978.

El camarón de salmuera (*Artemia salina* L.) y algunos nuevos alimentos para su cultivo. Tesis Tít. Biol. Uni. Nac. San Antonio de Abad, Cuzco.

165. VERRIOPDULOS, G., E. MILLOU, M. MORAITOU. 1988.
Joint effect of 4 pollutants (copper, chromium, oil, oil dispersant) on the respiration of *Artemia*. Arch. Hydrob. 112(3): 475 - 480 p.
166. VIJAYARAGHAVAN, S., L. KRISHNAKUMARI, J. P. ROYAN. 1987.
Evaluation of different feeds for optimal growth and survival of parthenogenetic brine shrimp *Artemia*. Indian Mar. Sci., 16: 253 - 255 p.
167. VINATEA, J.E. 1975.
Cultivo experimental de *Artemia* "camarón de salmuera" Contrib. N° 1. Univ. Nac. Agraria. Perú.
168. VINATEA, J.E. 1982.
Acuicultura Continental. Peces, Artemias y Daphnias, camarones y langostinos. Libreria Studium 229 pp. Lima.
169. VINATEA, E. 1983.
Ensayos de cultivo del "camarón de salmuera" *Artemia* en la fazenda "Las Cacimbas" e inoculación en las salinas de Sao Bento, Acarú, Ceará-Brasil. Tesis Ph. D. Columbia Pacific University, California, 100 pp.

170. VINATEA, E. 1989a.
Cultivo de *Artemia* y su industrialización. conferencia a solicitud de la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE). Inédito, 1989. Lima-Perú.
171. VINATEA, L. 1986.
Algunos aspectos sobre la biología, ciclo de vida y cultivo del "camarón de salmuera" *Artemia* LEACH-1819. Tesis Lic. Biología. Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.
172. VINATEA, L. 1989b.
Producción comercial de *Artemia sp.* en la salina de "Cristo Redentor", Acarau-Ce, Brasil. Proc. 3ª Conferencia de Camarones, Brasil, 1989.
173. VIVAR. 1979.
Cultivo experimental de *Artemia* a base de algas marinas y concentrados alimenticios. Tesis Título Ing. Pesquero. Universidad Nacional del Callao, Perú.
174. VOS, J. PH. LEGER, P. VANHAECKE, P. SORGELOOS. 1984.
Quality evaluation of brine shrimp *Artemia* cysts produced in Asian salt pond. Hydrobiologia, 108: 17 - 23 p.

175. WEAR R.G. & S.J. HASLETT. 1986.
.k.Effect of temperature and salinity on the biology
of *Artemia franciscana* Kellogg from lake Grassmere,
New Zealand. 1 Growth and mortality. J. Exp. Mar.
Biol. Ecol. 98. 153 p.
176. WEAR, R. G. & S. J. HASLETT. 1987.
Studies on the biology and ecology of *Artemia* from
Lake Grassmere. New Zealand. En: Artemia research
and its applications. Vol. 3. Sorgeloos P., D. A.
Bengtson, W. Declair & E. Jaspers (Eds.). Belgium.
177. WETZEL, W. 1964.
Eine rezente marginale Salzbiologie als modell fuer
fossile Salzablagerungen, en Neves Jahrbuch fuer
Geologie, Palaeontologie, etc., Stuttgart, Vol. 6,
pp. 249-353
178. WILLIAMS W.D. 1986.
Limnology, the study of inland waters: a comment on
perceptions of studies of salt lakes, past and
present. In Limnology, in Australia. P. Deckker &
W.D. Williams (Eds.). 471-484 p. Monographiae
Biologicae 61.
179. WIRICK, C. D. 1972.
Dunaliella - *Artemia* plankton community of the Great

Salt Lake. Utah. M. Sc. Thesis. Utah Univ. Logon 44 p

180. WOLF, G., F. HENS, L. MOENS, W. DECLEIR. 1987.
Comparative study of hemoglobins from different *Artemia* populations. The influence of temperature on the oxygen equilibria. *Comp. Biochem. Physiol. B.* 88(1): 258 - 288 p.
181. WOLF, G., B. DE WACHTER, F. HENS, a. VAN DER LINDEN. 1988.
Oxygen binding in *Artemia* hemolymph. Proc. Nato Advanced Research Workshop on Cell and Molecular Biology of *Artemia* Development. Canada. En *Artemia Newsletter* Nº 11. P. Sorgeloos (Ed.). Belgium.
182. WOLF, G., B. DE WACHTER y F. HENS. 1989.
Hemolymph of *Artemia*: Oxygen binding characteristics. *Comp. Biochem. Physiol.*, 94A (3): 489 - 491 p.
183. ZAVALA-AGUIRRE, J. L., F. A. ABREU-GROBOIS. 1988.
Producción de *Tetraselmis suecica* y *Artemia franciscana* usando estiércol de pollo. En Proc 3^o Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Acuicultores.. 1988, México, 10 pp.

VIII.- APÉNDICE I

ÍNDICE DE APÉNDICE I

- TABLA 1. Parámetros físico químicos de las lagunas evaluados de Las Salinas de Huacho.
- TABLA 2. Parámetros físico químicos de las pozas del lado Norte de Las Salinas de Huacho.
- TABLA 3. Parámetros físico químicos de los ambientes evaluados de Ventanilla.
- TABLA 4. Parámetros físico químicos de las lagunas de Chilca, según ROSAS (1979).
- TABLA 5. Rango y longitud promedio del cuerpo de *Artemia* de la cepa de Huacho alimentadas con *Dunaliella viridis*.
- TABLA 6. Rango y longitud promedio del cuerpo de *Artemia* de la cepa de Ventanilla alimentadas con *Dunaliella viridis*.
- TABLA 7. Rango y longitud promedio del cuerpo de *Artemia* de la cepa de Chilca alimentadas con *Dunaliella viridis*.
- TABLA 8. Tasa de crecimiento promedio (mm) de *Artemia* de las cepas de Huacho, Ventanilla y Chilca durante su ciclo de vida.
- TABLA 9. Ciclo biológico de *Artemia*. Cuadro comparativo de las características biológicas de *Artemia* de las cepas de Chilca, Ventanilla y Huacho.

TABLA 1. Parámetros físico-químicos: Temperatura, salinidad, pH y oxígeno del agua de Las Salinas de Huacho, registrados entre las 10 - 12 m. en los ambientes de L.R.S.: Laguna Rosada del Sur, L.G.N.:Laguna Grandes del Norte.

FECHA	TEMPERATURA °C		SALINIDAD ppm		pH		OXIGENO mg L ⁻¹	
	L.R.S	L.G.N	L.R.S	L.G.N.	L.R.S.	L.G.N	L.R.S	L.G.N
28-02-87	32,0	32,0	260	172	6,8	6,8	2,43	4,47
26/27- 03-85				170		7,0		
01-05-85	12,9		235	110	6,8	7,0		
17-08-85	19,0		235		6,8			
29-09-88	20,0		235		6,8			
24-11-86	25,0	25,5	240	175	6,7	7,0	4,98	6,01

TABLA 2. Parámetros físico-químicos: Temperatura, salinidad, pH y oxígeno del agua de las pozas del lado Norte de Las Salinas de Huacho, seleccionadas por la presencia con *Artemia*.

LUGAR Y FECHA	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ppm	pH	OXIGENO mg · L ⁻¹
POZA 1 26-03-88	29,0	119	6,5	6,4
POZA 2 27-03-88	26,0	105	7,5	7,3
POZA 3 07-08-85	21,0	110	7,2	
POZA 4 01-03-87		100	6,5	
POZA 5 26-03-88		149	7,0	
POZA 6 28-02-87	24,0	280	7,0	
POZA 7 01-05-85	24,0	170	6,5	

TABLA 3. Parámetros físico químicos: Temperatura, salinidad y pH del agua registrados en Ventanilla, entre las 9 - 11 a.m. en los ambientes acuáticos de L.V.: Laguna de Ventanilla; P.A.: poza artificial; C.D.: Poza natural al pie de la Cueva del diablo.

MES	TEMPERATURA DEL AGUA (°C)			SALINIDAD ppm			pH		
	L.V.	P.A.	C.D.	L.V.	P.A.	C.D.	L.V.	P.A.	C.D.
ENE	29,5	27,0	---	---	122,2	---	7,5	7,0	---
FEB	32,0	30,0	20,0	195,0	149,0	66,0	7,5	7,5	7,0
MAR	35,0	---	22,0	131,9	---	54,4	7,5	---	7,5
ABR	24,0	22,5	19,5	128,1	---	64,0	7,5	---	7,0
MAY	23,0	21,0	---	98,0	80,0	---	7,3	7,0	---
JUN	---	---	---	---	---	---	---	---	---
JUL	19,5	17,0	16,0	131,9	102,8	64,0	7,5	6,5	6,5
AGO	18,0	18,0	---	131,9	102,8	---	7,8	6,5	---
SET	---	21,0	---	---	102,8	---	---	6,5	---
OCT	22,0	19,0	18,0	148,0	106,0	62,0	7,5	7,0	6,5
NOV	30,0	23,0	18,0	180,6	117,3	64,0	8,0	7,5	6,5
DIC	29,5	24,0	---	---	---	---	---	7,0	---

TABLA 4. Parámetros físico químicos: Temperatura, salinidad y pH promedio anual del agua de Chilca: registrados en los ambientes de S.C.: Santa Cruz; L.A.: La Encantada. Según ROSAS (1986).

MES	TEMPERATURA DEL AGUA (°C)		SALINIDAD ppm		pH	
	S.C.	L.A.	S.C.	L.A.	S.C.	L.A.
ENE	29,8	26,4	112,16	58,30	7,8	6,0
FEB	26,9	26,8	110,22	62,20	7,4	6,2
MAR	25,3	27,4	109,30	69,30	7,7	6,9
ABR	25,0	28,2	98,16	58,16	7,8	6,6
MAY	23,5	27,3	95,16	48,22	8,0	6,1
JUN	20,3	21,2	90,86	48,06	8,3	6,4
JUL	16,8	20,1	88,16	46,17	8,6	6,5
AGO	18,9	17,2	74,20	41,22	8,9	6,9
SET	23,9	23,0	66,72	32,10	9,1	6,4
OCT	23,7	23,3	79,17	36,21	9,0	6,1
NOV	24,1	23,5	90,52	52,10	8,9	7,1
DIC	26,3	26,2	110,25	53,80	8,6	6,1

TABLA 5. Rango y longitud promedio del cuerpo (longitud observada) de *Artemia* de la cepa de Huacho, alimentadas con *D. viridis*, desde que nace hasta el primer desove. De cada réplica, por triplicado, se tomó una muestra de 15 ejemplares. Se incluye la longitud calculada según WEAR y HASLET (1987).

TIEMPO (Días)	RANGO (mm)	LONGITUD OBSERVADA (mm)	LONGITUD CALCULADA (mm)
0	0,430 - 0,485	0,469	0,449
1	0,455 - 0,727	0,641	0,580
2	0,682 - 0,909	0,781	0,745
3	0,788 - 1,106	0,925	0,949
4	0,879 - 1,303	1,143	1,199
5	1,091 - 1,303	1,409	1,498
6	1,303 - 2,000	1,709	1,848
7	1,636 - 2,636	2,054	2,246
8	1,909 - 2,848	2,478	2,686
9	2,424 - 3,697	3,092	3,155
10	2,848 - 4,621	3,736	3,636
11	2,545 - 5,545	4,309	4,112
12	3,817 - 5,600	4,641	4,566
13	3,727 - 6,514	5,107	4,984
14	4,200 - 7,000	5,540	5,355
15	4,333 - 7,000	5,716	5,677
16	4,500 - 7,100	5,757	5,948
17	5,000 - 7,500	6,340	6,171
18	5,300 - 8,000	6,397	6,353
19	5,000 - 8,150	6,423	6,497
20	5,000 - 8,300	6,561	6,612
21	5,500 - 8,200	6,678	6,697

TABLA 6. Rango y longitud promedio del cuerpo (longitud observada) de *Artemia* de la cepa de Ventanilla, alimentada con *D. viridis*, desde que nace hasta el primer desove. De cada réplica, por triplicado, se tomó una muestra de 15 ejemplares. Se incluye la longitud calculada del cuerpo, según WEAR y HASLET (1987).

TIEMPO (Días)	RANGO (mm)	LONGITUD OBSERVADA (mm)	LONGITUD CALCULADA (mm)
0	0,394 - 0,697	0,604	0,748
1	0,667 - 1,000	0,844	1,020
2	0,909 - 1,333	1,138	1,370
3	1,273 - 1,909	1,568	1,808
4	1,727 - 2,454	2,123	2,333
5	1,757 - 3,606	2,889	2,933
6	2,394 - 5,000	3,940	3,583
7	4,000 - 5,500	4,878	4,246
8	4,500 - 7,000	5,791	4,882
9	4,700 - 7,000	6,153	5,459
10	4,900 - 7,500	6,289	5,954
11	4,500 - 8,000	6,531	6,361
12	5,500 - 8,000	6,616	6,683
13	5,200 - 8,000	6,793	6,930
14	5,800 - 8,200	6,967	7,115
15	6,000 - 8,300	7,282	7,252
16	6,000 - 8,300	7,164	7,351

TABLA 7. Rango y longitud promedio del cuerpo (longitud observada) de *Artemia* de la cepa de Chilca, alimentada con *D. viridis*, desde que nace hasta el primer desove. De cada réplica, por triplicado, se tomó una muestra de 15 ejemplares. Se incluye la longitud calculada según WEAR y HASLET (1987).

TIEMPO (Días)	RANGO (mm)	LONGITUD OBSERVADA (mm)	LONGITUD CALCULADA (mm)
0			
1	0,515 - 0,590	0,540	0,413
2	0,610 - 0,850	0,735	0,551
3	0,700 - 0,990	0,820	0,731
4	0,770 - 1,070	0,904	0,926
5	0,879 - 1,303	1,032	1,251
6	1,091 - 1,818	1,403	1,607
7	1,030 - 2,182	1,614	2,032
8	1,000 - 3,091	2,034	2,522
9	1,666 - 3,878	2,583	3,065
10	1,803 - 4,924	3,370	3,641
11	1,667 - 5,969	4,157	4,225
12	3,030 - 6,969	5,269	4,788
13	4,272 - 7,666	5,855	5,309
14	4,075 - 7,363	6,032	5,770
15	3,757 - 7,787	6,208	6,164
16	3,121 - 8,817	6,534	6,489
17	4,303 - 8,332	6,640	6,751

TABLA 8. Valores de la tasa de crecimiento promedio (mm) obtenidos de la longitud observada (L_o) y calculada (L_c) de las cepas de *Artemia* de Huacho, Ventanilla y Chilca durante su ciclo de vida.

DIAS	HUACHO		VENTANILLA		CHILCA	
	L_o	L_c	L_o	L_c	L_o	L_c
1	0,172	0,134	0,240	0,272		
2	0,140	0,152	0,294	0,350	0,195	0,138
3	0,144	0,171	0,430	0,438	0,085	0,180
4	0,218	0,192	0,555	0,525	0,084	0,231
5	0,266	0,213	0,766	0,600	0,128	0,289
6	0,300	0,236	1,051	0,650	0,371	0,356
7	0,345	0,257	0,938	0,663	0,211	0,425
8	0,424	0,278	0,913	0,636	0,420	0,490
9	0,614	0,297	0,362	0,577	0,549	0,543
10	0,644	0,313	0,136	0,495	0,787	0,576
11	0,573	0,327	0,242	0,407	0,787	0,584
12	0,332	0,336	0,085	0,322	1,112	0,563
13	0,466	0,341	0,177	0,247	0,586	0,521
14	0,433	0,341	0,174	0,185	0,177	0,461
15	0,176	0,337	0,315	0,137	0,176	0,394
16	0,041	0,328		0,099	0,326	0,325
17	0,583	0,315			0,106	0,262
18	0,057	0,299				
19	0,026	0,28				
20	0,138	0,260				
21	0,117	0,238				

TABLA 9.

Ciclo biológico de *Artemia*. Cuadro comparativo de las cepas de Chilca, Ventanilla y Huacho. Se presenta un resumen de las características biológicas de *Artemia* durante su desarrollo.

DÍA	CHILCA	VENTANILLA	HUACHO
0	Eclósión de quistes	Eclósión de quistes	Obtención de nauplios
1	Larvas en Instar I y II. Tubo digestivo funcional. Tenues líneas transversales (2-3), indicando inicio de metamerización.	Larvas en Instar I y II. Los primeros con tracto digestivo no funcional o en proceso de apertura.	Larvas en Instar II. Tubo digestivo funcional. Cuerpo alargado color naranja. 3 a 4 líneas transversales, indica inicio metamerización.
2	3 pares de apéndices o yemas que darán origen a toracópodos.	2-4 pares de yemas, cuerpo alargado. Tubo digestivo parcialmente lleno.	2-3 pares de yemas. En algunos, omatidios como punto, poco visibles. Ganglio cerebral bifurcado.
3		5-8 pares de yemas, omatidios pedunculándose. 19-30 par de yemas inician diferenciación. Bifurcación del telson.	4 pares de yemas y 1 par de toracópodos. Omatidios aún pequeños. Antena igual al ancho de la cabeza.
4	Mancha ocular u omatidio como un punto en zona frontal de la cabeza, a ambos lados del ojo nauplio.	3-4 pares de toracópodos, 6-7 pares de yemas. Ojo compuesto pedunculándose; igual a ojo nauplio. Una seta por cercopodito; recién emergen.	7 pares de yemas y 1 par de toracópodos poco diferenciado. Omatidio 1/3 longitud del cuerpo.
5	4-5 pares de yemas, omatidio en todas las larvas, comienzan a proyectarse, indicando inicio de pedunculación, para formar ojos compuestos.	6-8 pares de toracópodos (2-3 indiferenciados), 3-5 pares de yemas. Ojos compuestos 1,5-2 veces ojo nauplio. 2-4 setas por cercopodito. Antenas modificándose; pérdida de setas. Hinchazón en 19 y 20 segmento abdominal. Rudimento de órganos reproductores.	2-3 pares de toracópodos poco diferenciados, 3-6 pares de yemas. Omatidio igual a ojo nauplio. Telson bifurcado con una seta recién emergente.
6	3-4 pares de yemas y 3-4 de toracópodos. Ojos compuestos pedunculándose, de igual tamaño a ojo nauplio. En algunos ejemplares el telson comienza a bifurcarse.	8-9 pares de toracópodos, 2-3 pares de yemas algo diferenciadas. Antenas poco móviles orientadas ligeramente hacia atrás, con pocas setas. Órganos reproductores visibles. 6-7 setas por cercopodito. Ojos compuesto 3 veces ojo nauplio.	3-4 pares de yemas, 5-6 pares de toracópodos (0-2 pares poco diferenciados). Omatidios inician pedunculación, un poco mayor que ojo nauplio. Una seta por cercopodito.
7	3-4 pares de yemas, 4-6 pares de toracópodos. Ojos compuestos mayores que ojo nauplio. Telson con 1-3 setas en cada cercopodito.	11 pares de toracópodos, antenas pequeñas, sin setas. Ojos compuestos proyectado, 9 setas en cada cercopodito. Órgano reproductor grande y diferenciado.	6-8 pares de toracópodos (0-2 pares indiferenciados, 3-4 pares de yemas). Ojos compuestos pedunculándose mayor que ojo nauplio. 3-5 setas por cercopodito. Gónadas visibles.
8	2-3 pares de yemas y 7-8 pares de toracópodos. En cada cercopodito presentan 3 setas.	Antenas pequeñas transformándose o de forma adulta. Órganos reproductores con algunas estructuras internas.	9-10 pares toracópodos (2-3 indiferenciados), 1-2 pares de yemas. Ojos compuestos 2 veces ojo nauplio. Hinchazón 19-20 segmento abdominal, rudimento de órganos reproductores. 5-9 setas/cercopodito

...continua Tabla 9

9	2-5 pares de yemas, 4-9 pares de toracópodos. 5-7 setas en cada cercopodito. En algunos ejemplares, ojos compuestos completamente pedunculado.	Antenas grandes y desarrolladas. 11 setas por cercopodito. Antenulas largas. Órgano reproductor con estructuras internas, gónadas visibles.	10-11 pares toracópodos, 0-1 de yemas. Antenas sin setas, de movimiento leve. 6-9 setas por cercopodito. Ojos compuesto pedunculándose, 2,5 veces ojo nauplio. 12 segmento abdominal con un par de yemas ventrales (rudimentos de órganos reproductores).
10		Parejas en cópula, posición de cabalgadura, reconociéndose en muy pocas hembras presencia de ovocitos.	11 pares de toracópodos, 10 setas por cercopodito. Antenas modificándose, sin movimiento y hacia atrás. Ojos compuestos 2,5-3 veces ojo nauplio. Órgano reproductor pequeño con forma típica.
11	Órganos reproductores externos (epipenes-ovisaco) e internos (gónadas) pequeño. Dimorfismo sexual evidente.	Numerosas parejas en cópula, algunas de estas hembras con ovocitos. Las hembras son de mayor longitud que machos.	0-1 par de toracópodos poco diferenciados. 11 setas por cercopodito. Órgano reproductor de forma típica y vacías. Antenas modificándose.
12	Ejemplares de forma adulta. Numerosas hembras con ovocitos. Antenas modificadas, sin setas o incipientes.	Algunas hembras con huevos en ovisaco; muchas con ovocitos. Parejas en cópula. Machos blancos; hembras rojizas.	8-11 setas por cercopoditos. Gónadas visibles, sin ovocitos. Estructuras internas del órgano reproductor en desarrollo.
13	Órganos reproductores desarrollados (oviducto-conducto eferente, glándula de la cáscara, etc.).	Ejemplares adultas. Sólo presentan crecimiento.	11-15 setas por cercopodito. Antenas en metamorfosis, con forma adulta, pero pequeñas.
14	Individuos en estadio de preadulto o juvenil. Hembras con ovocitos.	Se observa un lento proceso reproductivo.	14 setas por cercopodito. Gónadas visibles, refringente a la luz. Individuos de naranja rojizo.
15	Parejas apareadas. Algunas hembras con huevos en ovisaco. Estadio de adultos.	Los individuos más grandes con abdomen más alargado con respecto a longitud total.	12-17 setas por cercopodito. Antenas desarrolladas. En los machos el conducto eferente visible.
16	Numerosas parejas en cópula. Numerosos individuos en estadio adulto.	Presencia de nauplios; menos de una hora de nacido, 0,39 mm de longitud. Numerosas hembras con ovisaco llenos de huevos.	16 setas por cercopodito. Estadio pre adulto o juvenil.
17	Presencia de nauplios de pocas horas de nacidos, de 0,45 mm. de longitud.		13 setas por cercopodito. Pocas hembras con ovocitos. Órganos reproductores en desarrollo.
18			14-18 setas por cercopodito. 10 parejas en cópula. Numerosas hembras con ovocitos.
20			Pocas hembras en cópula. Algunas con ovocitos y huevos.
21			Presencia de nauplios. Ciclo de vida completa.

IX.- APÉNDICE II

ÍNDICE DE APÉNDICE II

- FIGURA 1. Mapa del departamento de Lima.
- FIGURA 2. Mapa de Las Salinas de Huacho.
- FIGURA 3. Mapa de la Pampa de Ventanilla.
- FIGURA 4. Temperatura de los ambientes salinos del departamento de Lima, colonizados por *Artemia*.
- FIGURA 5. Salinidad de los ambientes salinos del departamento de Lima, colonizados por *Artemia*.
- FIGURA 6. pH de los ambientes salinos del departamento de Lima colonizados por *Artemia*.
- FIGURA 7. Crecimiento de la longitud del cuerpo de *Artemia* de las cepas de Huacho, Ventanilla y Chilca.
- FIGURA 8. Crecimiento, rango y longitud calculada de *Artemia* de la cepa de Huacho.
- FIGURA 9. Crecimiento, rango y longitud calculada de *Artemia* de la cepa de Ventanilla.
- FIGURA 10. Crecimiento, rango y longitud calculada de *Artemia* de la cepa de Chilca.
- FIGURA 11. Tasa de crecimiento de *Artemia* de las cepas de Huacho, Ventanilla y Chilca.
- FIGURA 12. Representación de un nauplio, mostrando sus diferentes partes. Tomado de Vinatea (1986).
- FIGURA 13. Artemias adultas (macho y hembra). Se indican sus diferentes estructuras anatómicas. Tomado de Vinatea (1986).
- FIGURA 14. Características anatómicas considerados en la evaluación morfológica y ciclo de vida. Tomado de Vinatea (1986).

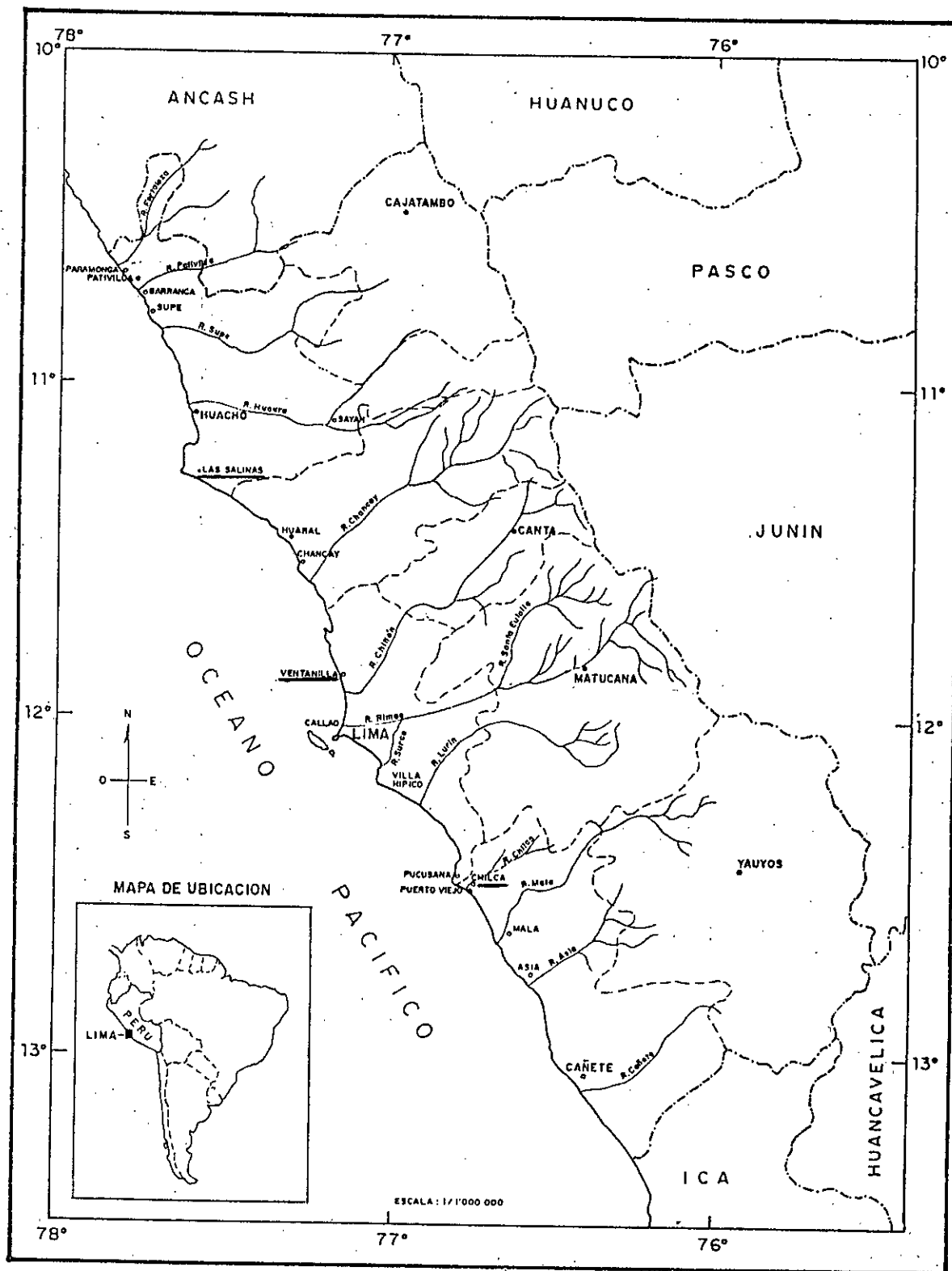


FIGURA 1. Mapa del Departamento de Lima. Se indica (subrayado) las tres zonas de estudio. De Norte a Sur, Las Salinas de Huacho, la Pampa de Ventanilla y las salinas de Chilca.

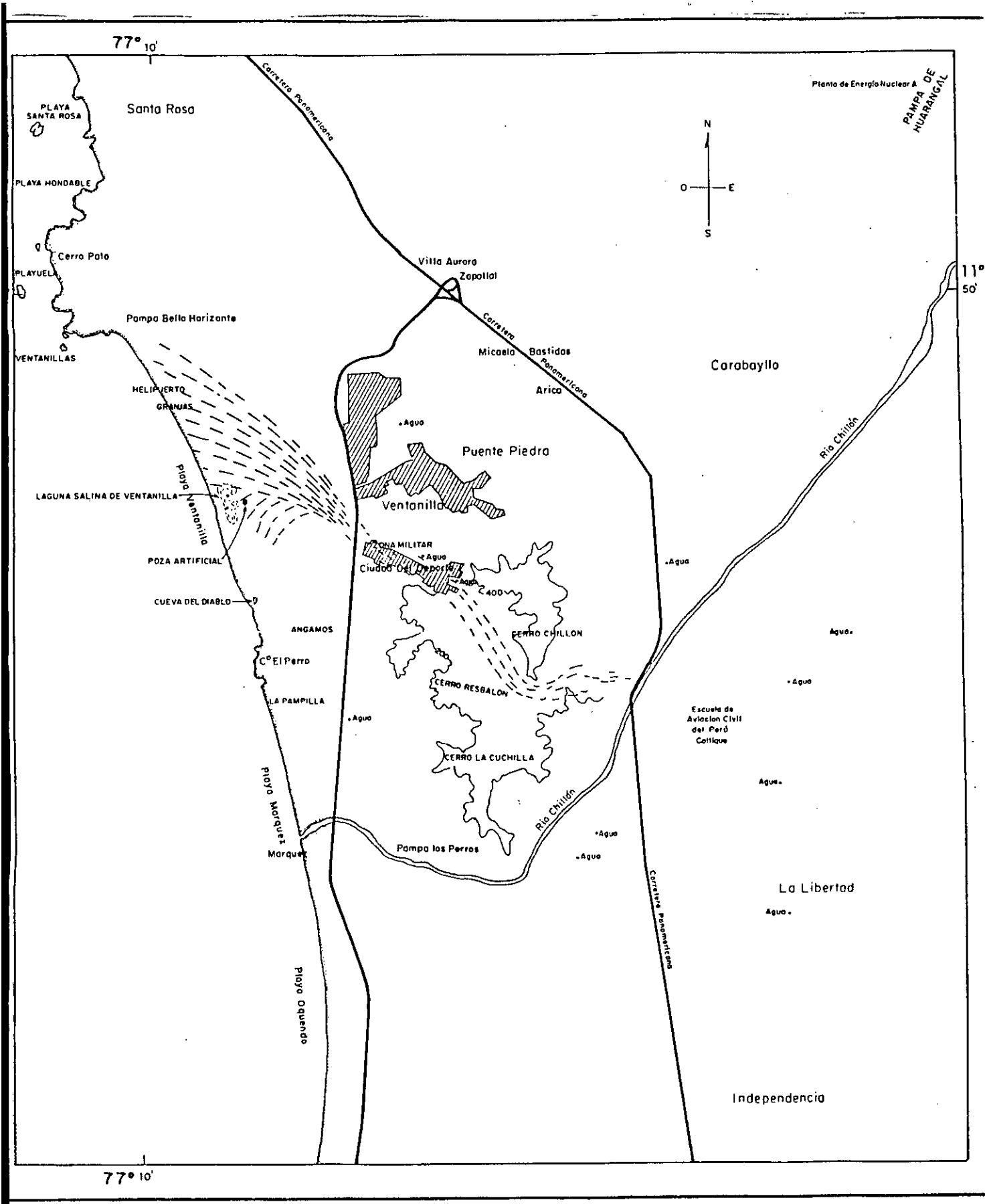


FIGURA 3. Mapa de la región de Ventanilla. Se indica la Laguna salina de Ventanilla (L.V.), la Poza Artificial (P.A.) y la poza aleadaña a la Cueda del Diablo (C.D.).

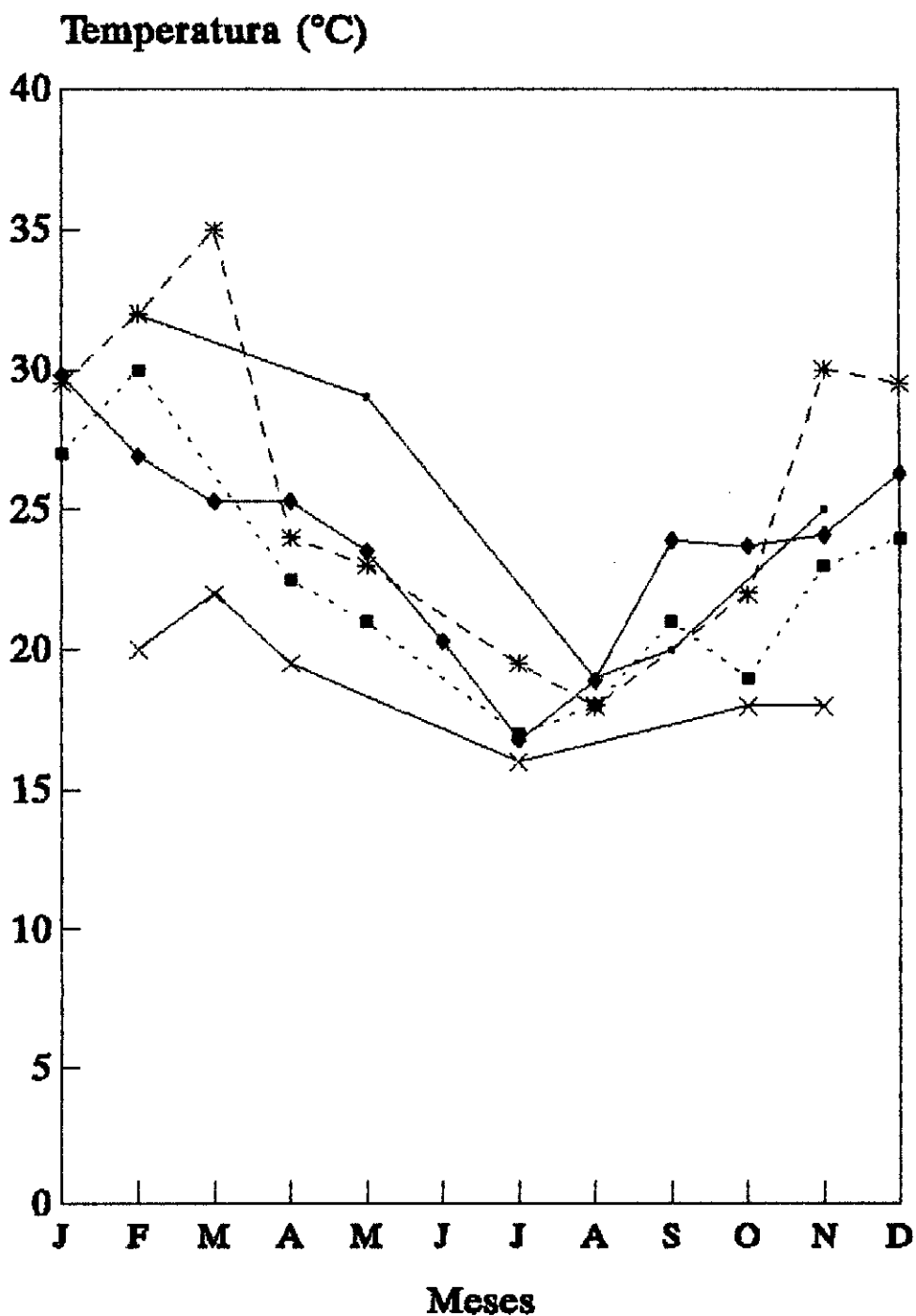


FIGURA 4. Temperatura de los ambientes salinos evaluados en el departamento de Lima, colonizados por *Artemia*: Huacho, Laguna Rosada del Sur (□); Ventanilla, Laguna de Ventanilla (*), Poza Artificial (■), Cueva del Diablo (X); y, Chilca, Santa Cruz (◆).

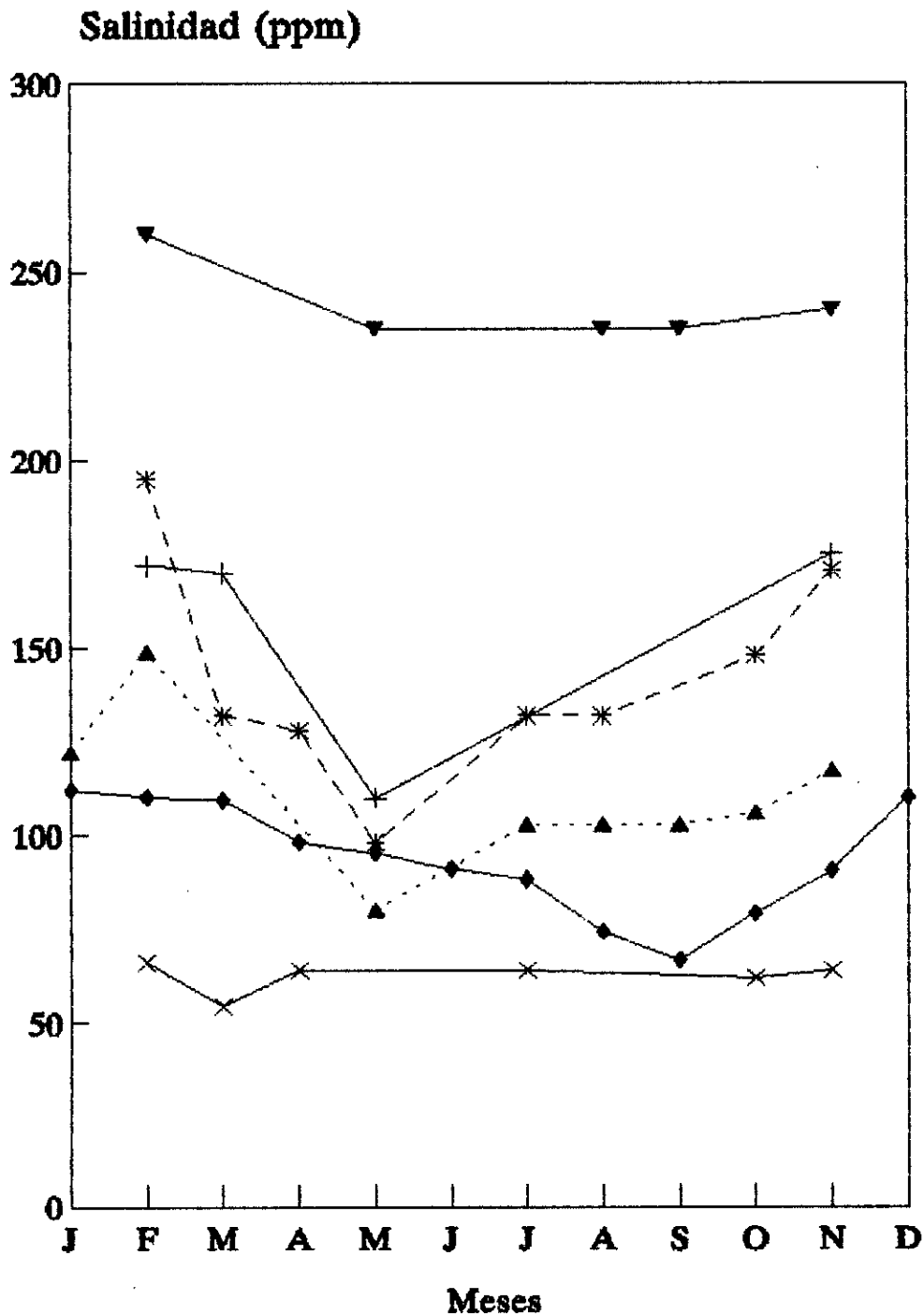


FIGURA 5. Salinidad de los ambientes salinos evaluados en el departamento de Lima, colonizados por *Artemia*: Huacho, Laguna Rosada del Sur (▼), Laguna Grande del Norte (+); Ventanilla, Laguna de Ventanilla (*), Poza Artificial (▲), Cueva del Diablo (X); y, Chilca, Santa Cruz (◆).

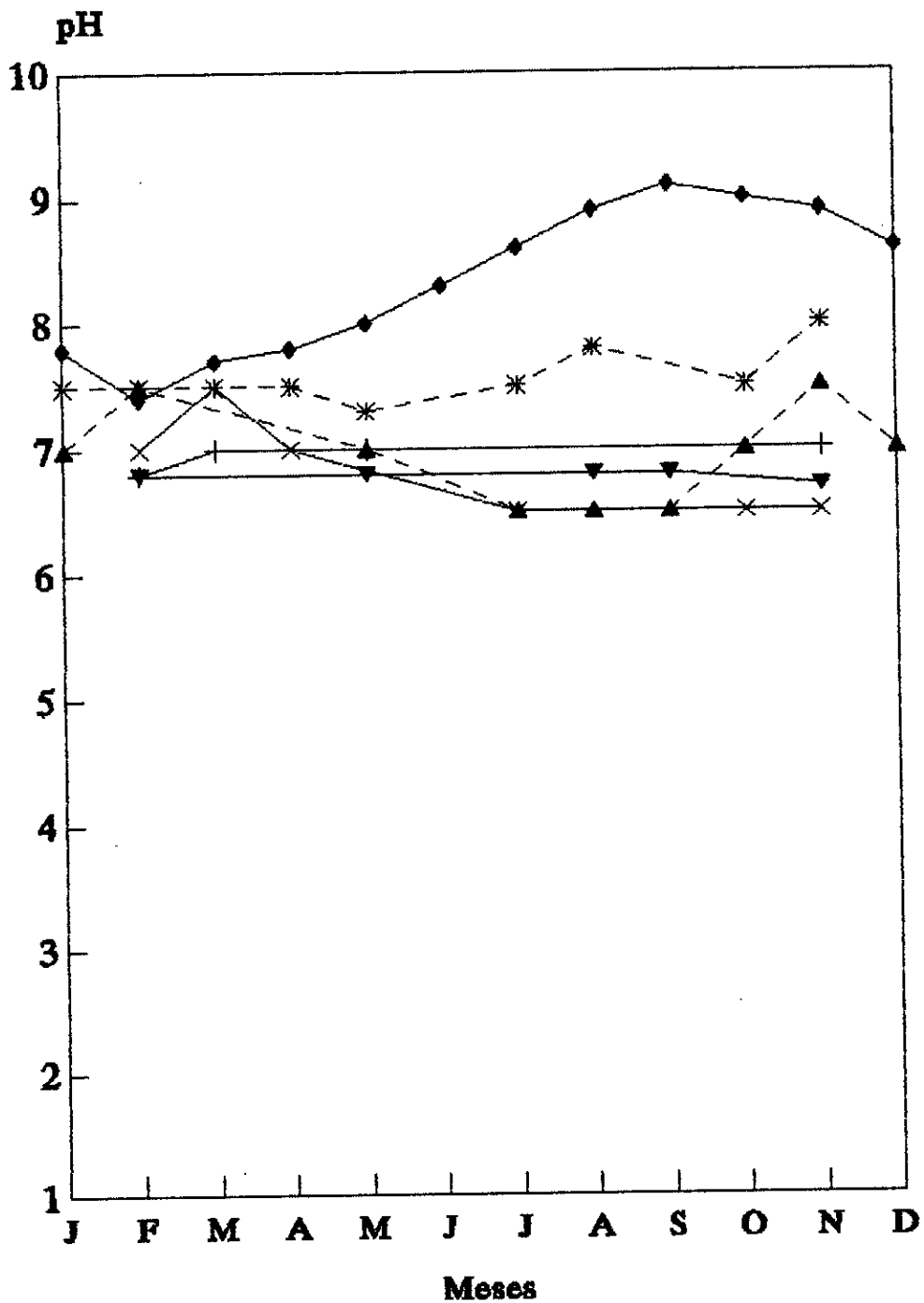


FIGURA 6. pH de los ambientes salinos evaluados en el departamento de Lima, colonizados por *Artemia*: Huacho, Laguna Rosada del Sur (▼), Laguna Grande del Norte (+); Ventanilla, Laguna de Ventanilla (*), Poza Artificial (▲), Cueva del Diablo (×); y, Chilca, Santa Cruz (◆).

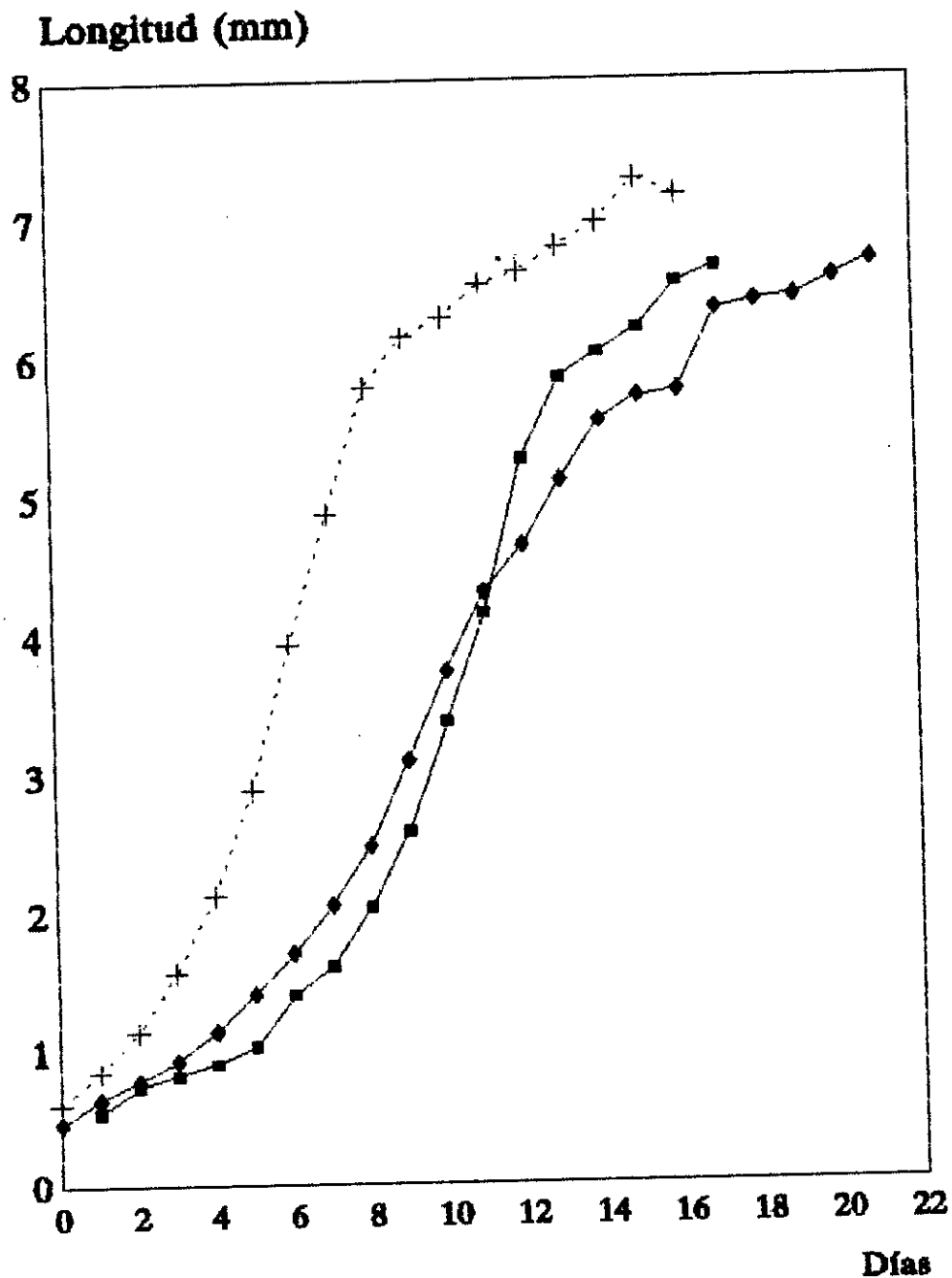


FIGURA 7. Longitud (mm) de *Artemia* de Huacho (◆), Ventanilla (+) y Chilca (■), desde nauplio (0-1 día) hasta la madurez sexual (16-21 días), alimentados con *Dunaliella viridis* a 27°- 30°C, pH 7,0 y a la salinidad del mar.

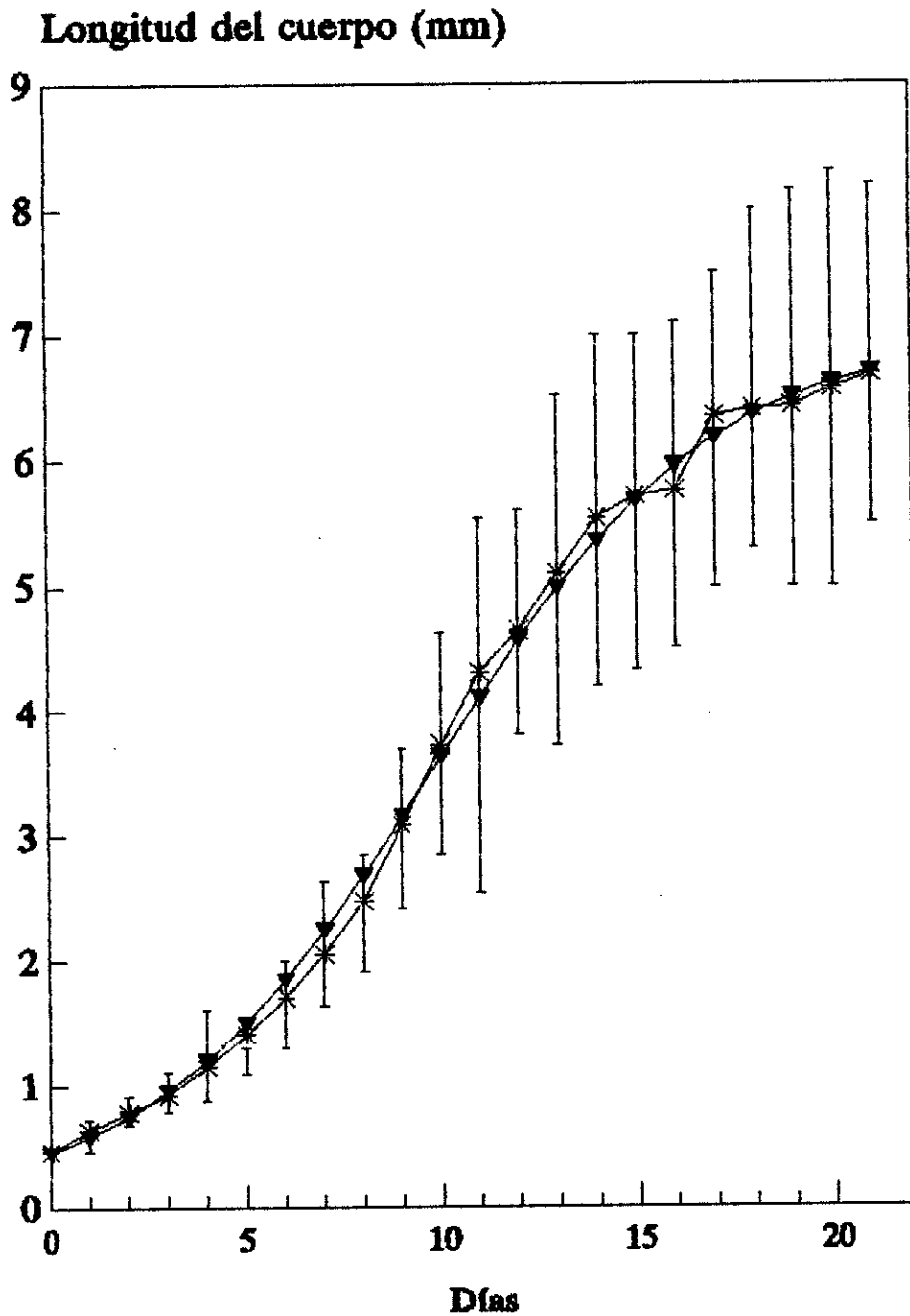


FIGURA 8. Crecimiento de la longitud del cuerpo (*) de *Artemia* de la cepa de Huacho y sus respectivos rangos (barras verticales), durante su ciclo de vida (21 días), es decir, desde nauplio hasta alcanzar la madurez sexual. Asimismo, se presenta el crecimiento calculado (▼) aplicando la fórmula de WEAR y HASLETT (1987).

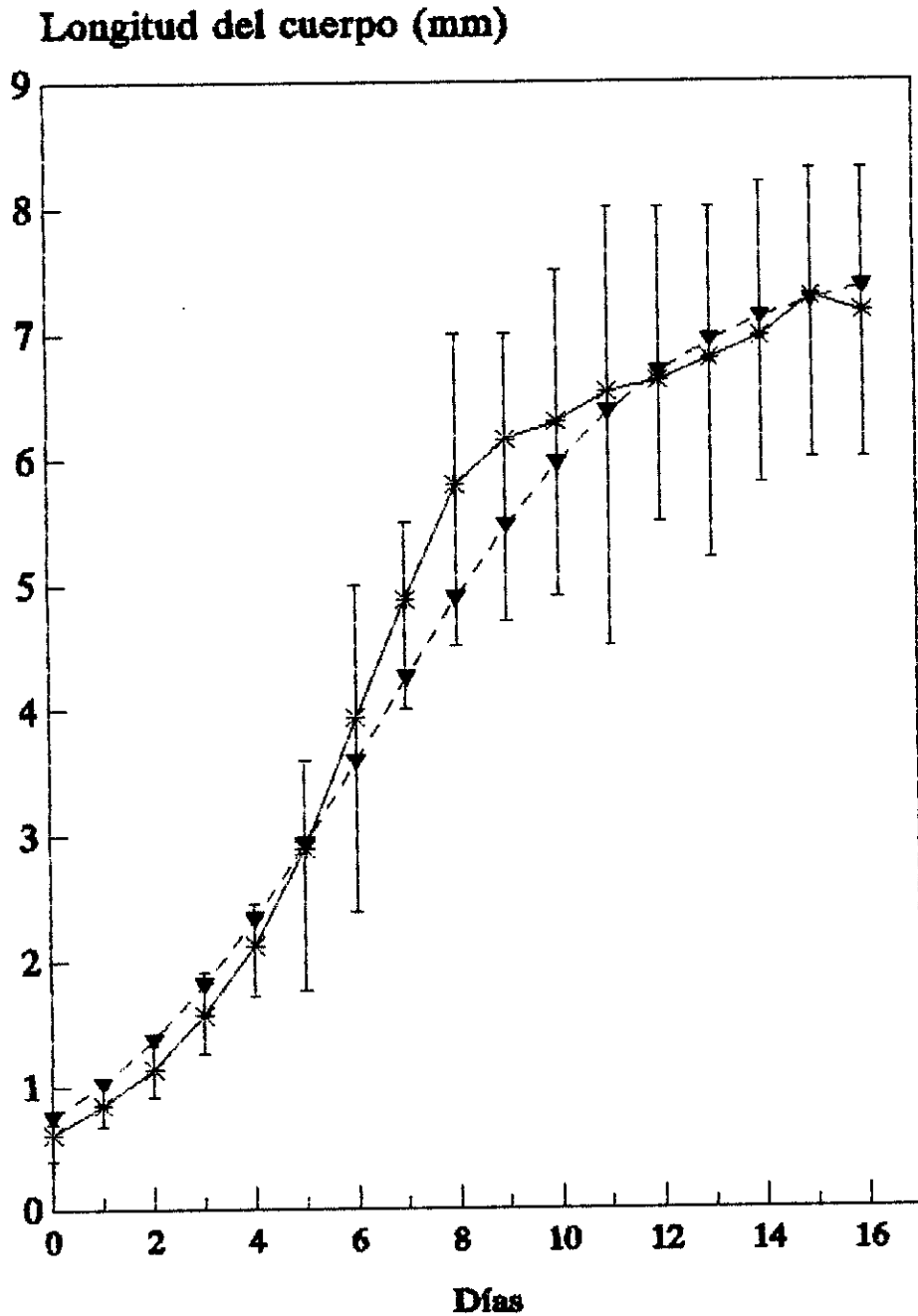


FIGURA 9. Crecimiento de la longitud del cuerpo (*) de *Artemia* de la cepa de Ventanilla y sus respectivos rangos (barras verticales), durante su ciclo de vida (16 días), es decir, desde nauplio hasta alcanzar la madurez sexual. Asimismo, se presenta el crecimiento calculado (▼) aplicando la fórmula de WEAR y HASLETT (1987).

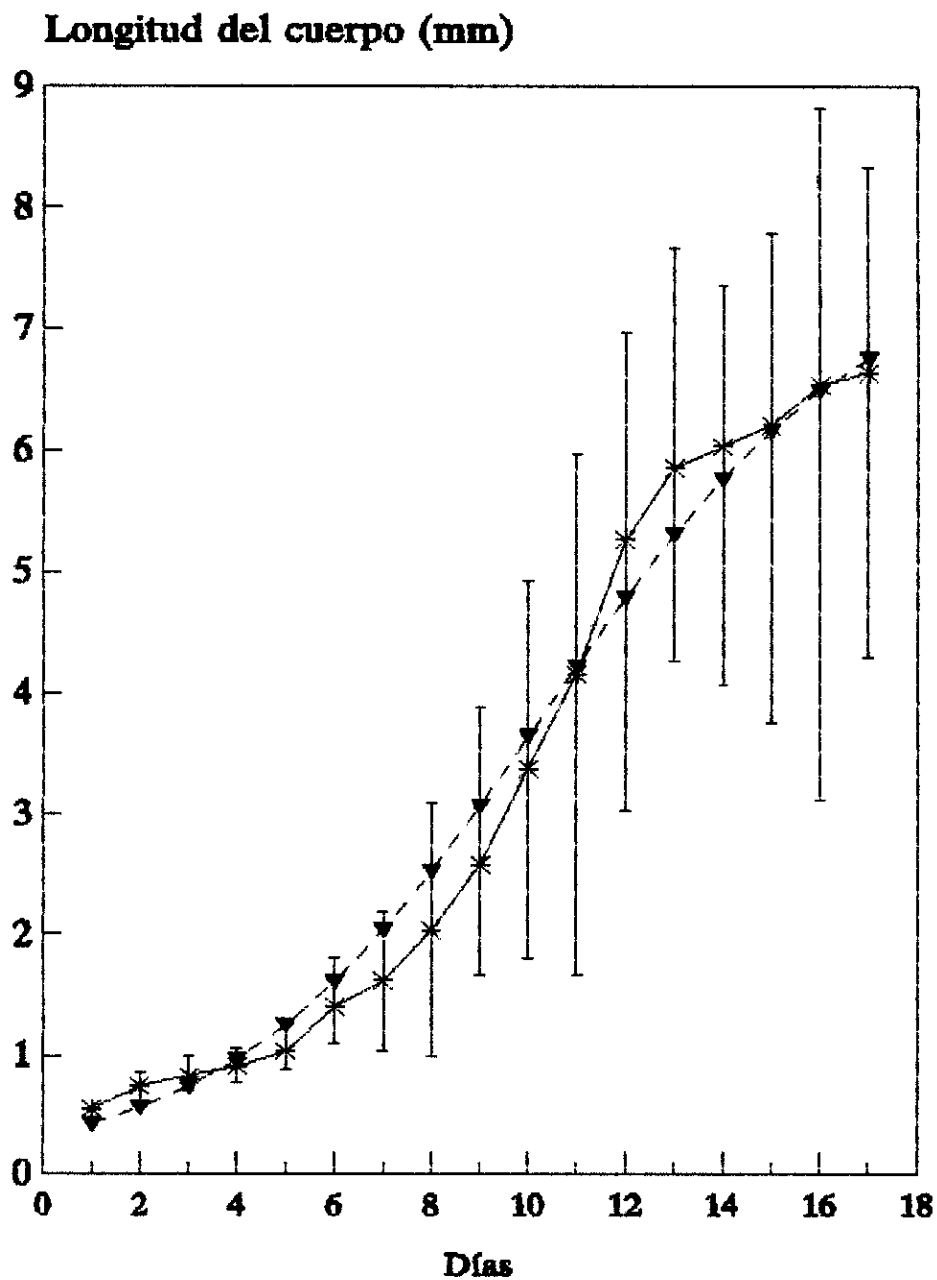


FIGURA 10. Crecimiento de la longitud del cuerpo (*) de *Artemia* de la cepa de Chilca y sus rangos (barras verticales) durante su ciclo de vida (17 días), es decir, desde nauplio hasta alcanzar la madurez sexual. Asimismo, se presenta el crecimiento de la longitud calculada (▼) aplicando la fórmula de WEAR y HASLETT (1987).

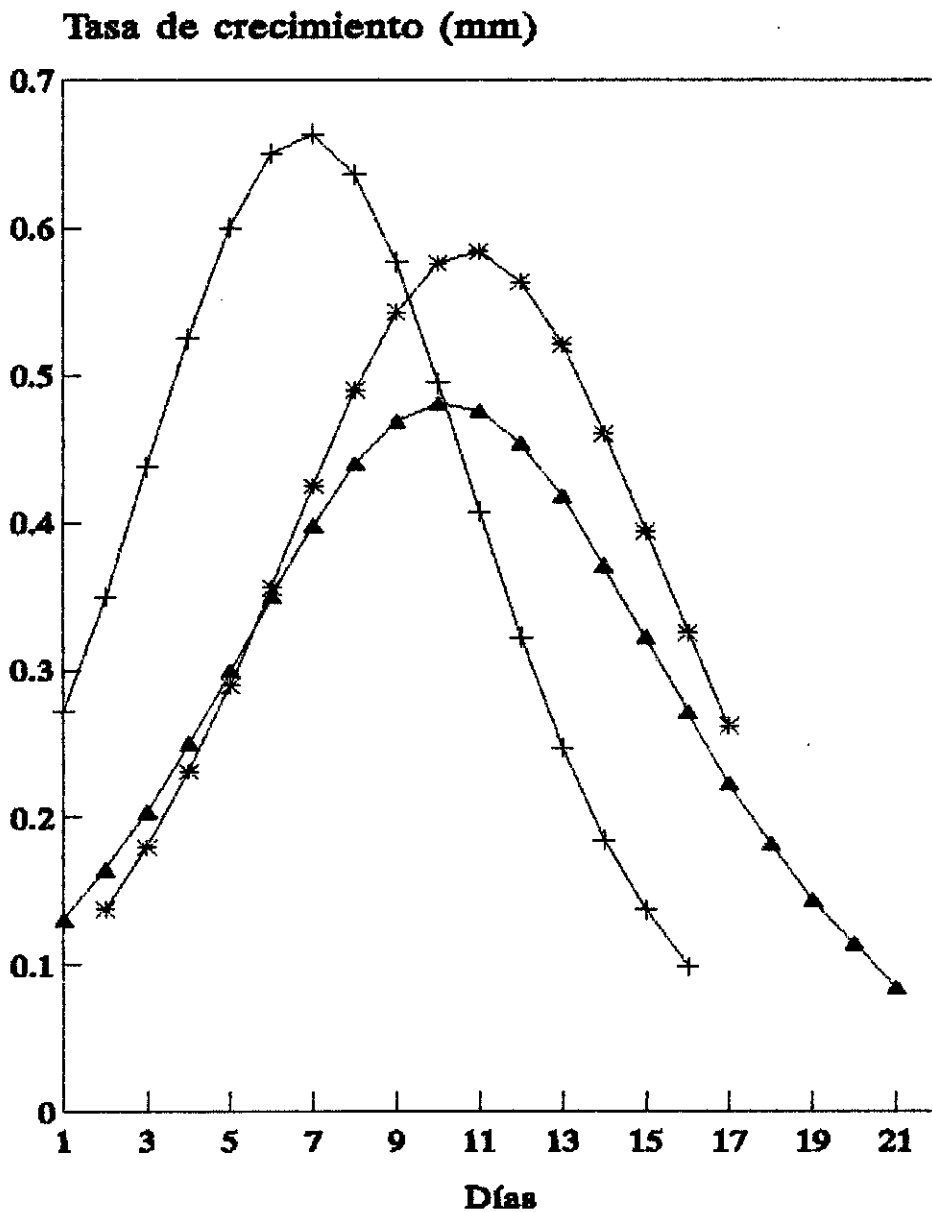


FIGURA 11. Tasa de crecimiento de *Artemia* de las cepas de Huacho (▲), Ventanilla (+) y Chilca (*) obtenidos a partir de la longitud calculada del crecimiento según la fórmula de Wear y Haslett, desde nauplio hasta la madurez sexual. Fueron alimentados con *Dunaliella viridis* y mantenidos a 27°-30° C, pH 7,0 y a salinidad del mar.

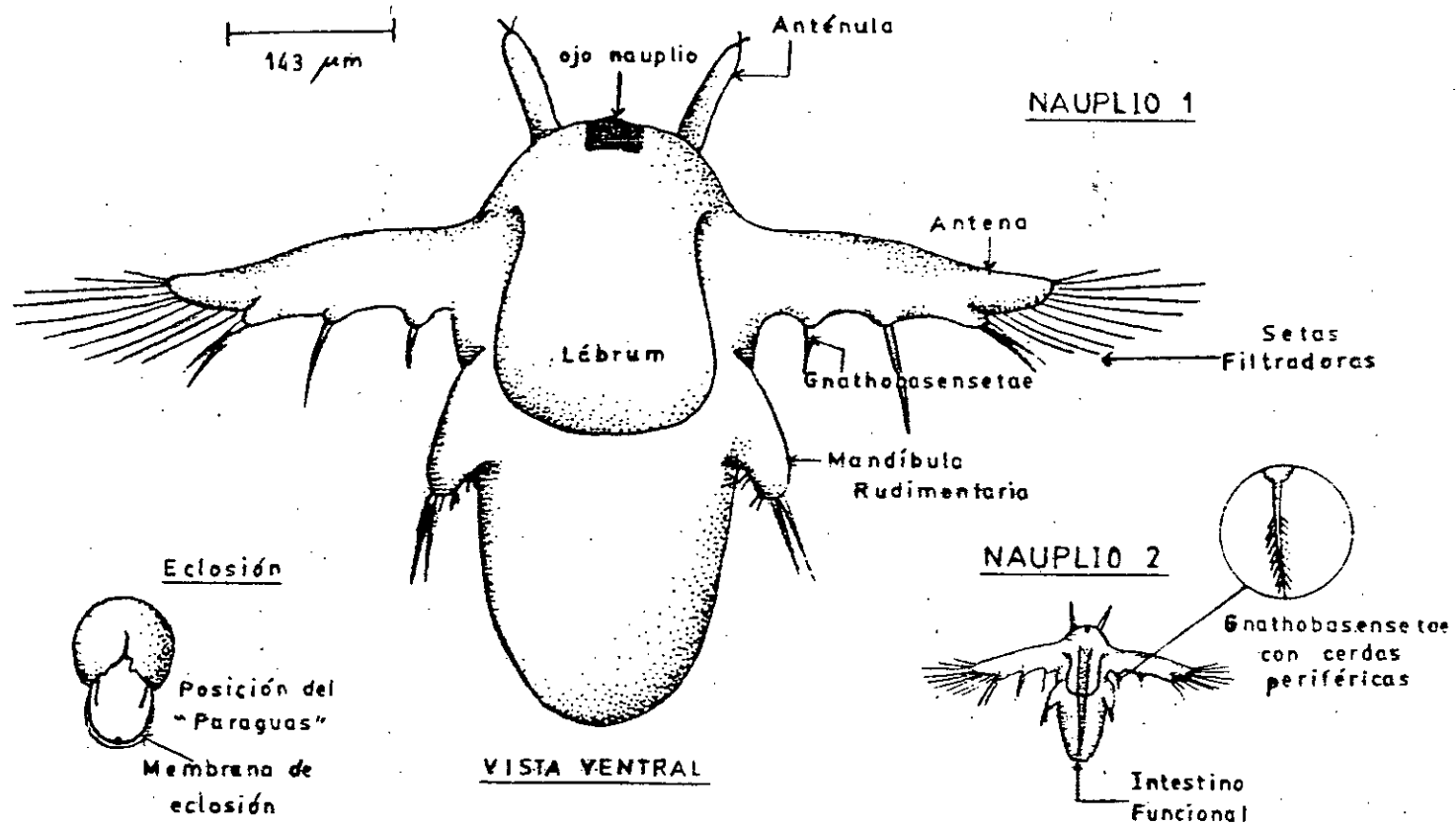


FIG. 12. Nauplios

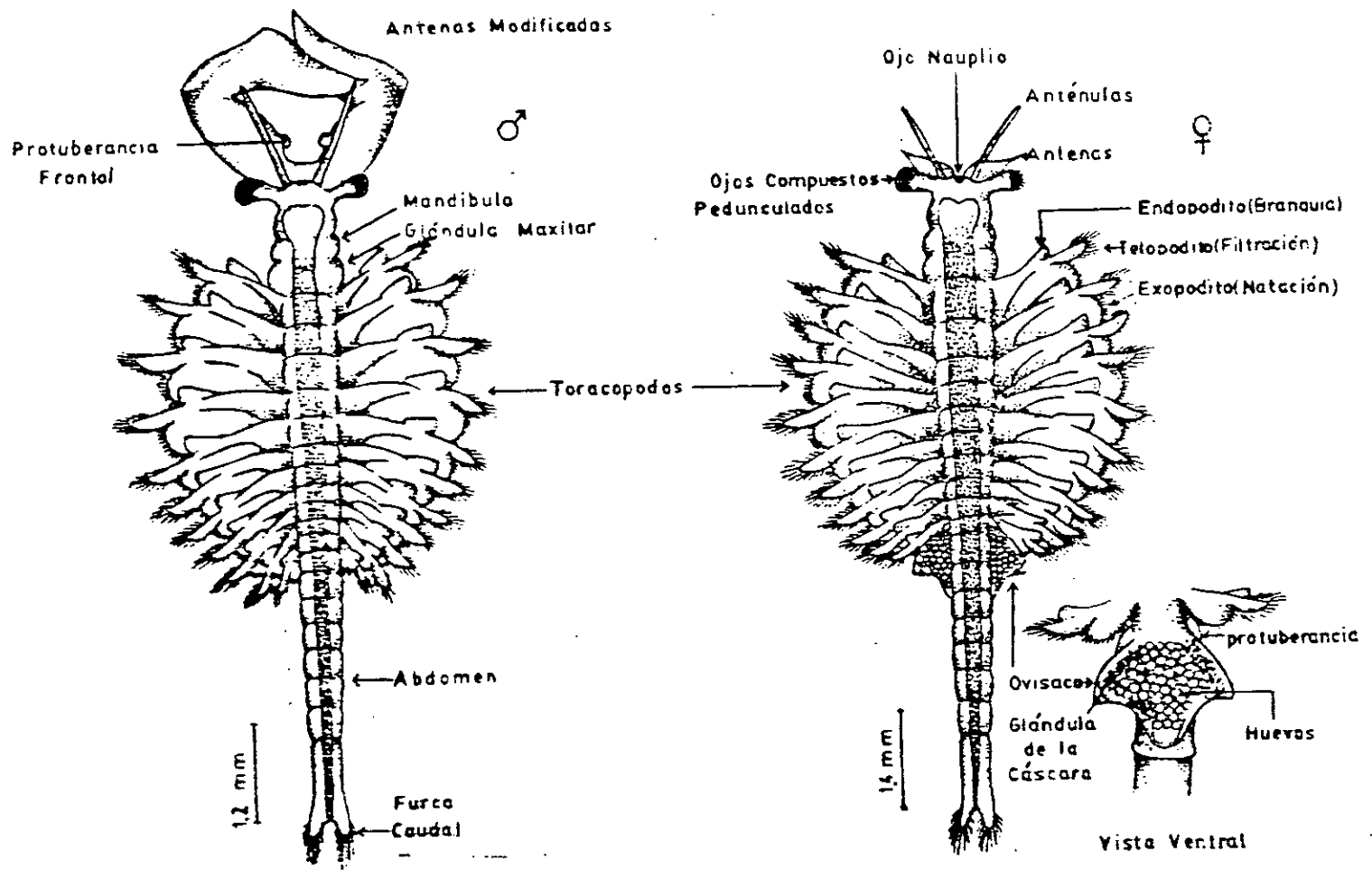
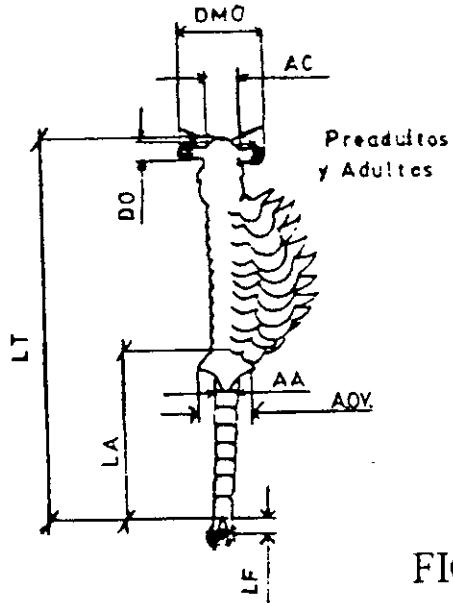
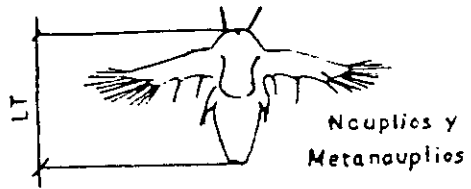


FIG. 13. Adultos (vistas dorsales)



LT= Longitud Total

LA= Longitud del Abdomen

AA= Ancho del Abdomen

AC= Ancho de la Cabeza

DMO= Distancia Máxima entre Ojos

DO= Diámetro de los Ojos

AOY= Ancho del Ovario

LF= Longitud de la Furca

(Tomado de Amat, F. 1979)

FIG. 14. Características anatómicas considerados en la biometría.

X.- APÉNDICE III

ÍNDICE DE APÉNDICE III

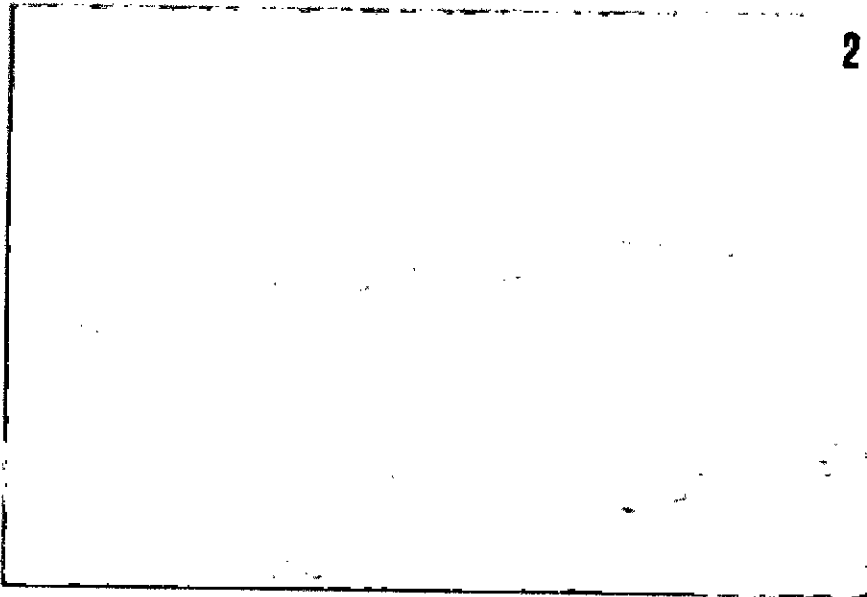
- FOTO 1. Vista de la sección central de la Laguna Grande del Norte de Las Salinas de Huacho.
- FOTO 2. Vista de la Laguna Rosada del Sur (primer plano) y la parte sur de la Laguna Grande del Norte (segundo plano) de Las Salinas de Huacho.
- FOTO 3. Sector este de la laguna de Santa Cruz de las salinas de Chilca.
- FOTO 4. Detalle del sector este de la Laguna de Santa Cruz. Se observa a la población de *Artemia* conformando manchas anaranjadas en el cuerpo de agua, principalmente en la superficie.
- FOTO 5. Vista de la parte central y sur de la Laguna de Ventanilla. Se muestra el sector donde se estableció las estaciones de muestreos.
- FOTO 6. Frascos con *Artemia* alimentadas con *Dunaliella viridis* cultivadas en laboratorio. Se muestra las tres réplicas por experimento.
- FOTO 7. *Artemias* adultas, mostradas sobre una regla de plástico. Se muestra ejemplares macho (izquierda) y hembra (derecha), esta última evidenciada por su saco ovigero de color naranja o marron en el inicio del abdomen.
- FOTO 8. Quistes de *Artemia* parcialmente hidratados
- FOTO 9. Quistes de *Artemia* completamente hidratados (después de 2 horas).
- FOTO 10 Nauplio de *Artemia* de pocas horas de nacido. Estadio Instar 1, caracterizado por poseer sólo 3 pares de apéndices, tracto digestivo cerrado y un gran ojo nauplio central en la parte posterior de la cabeza

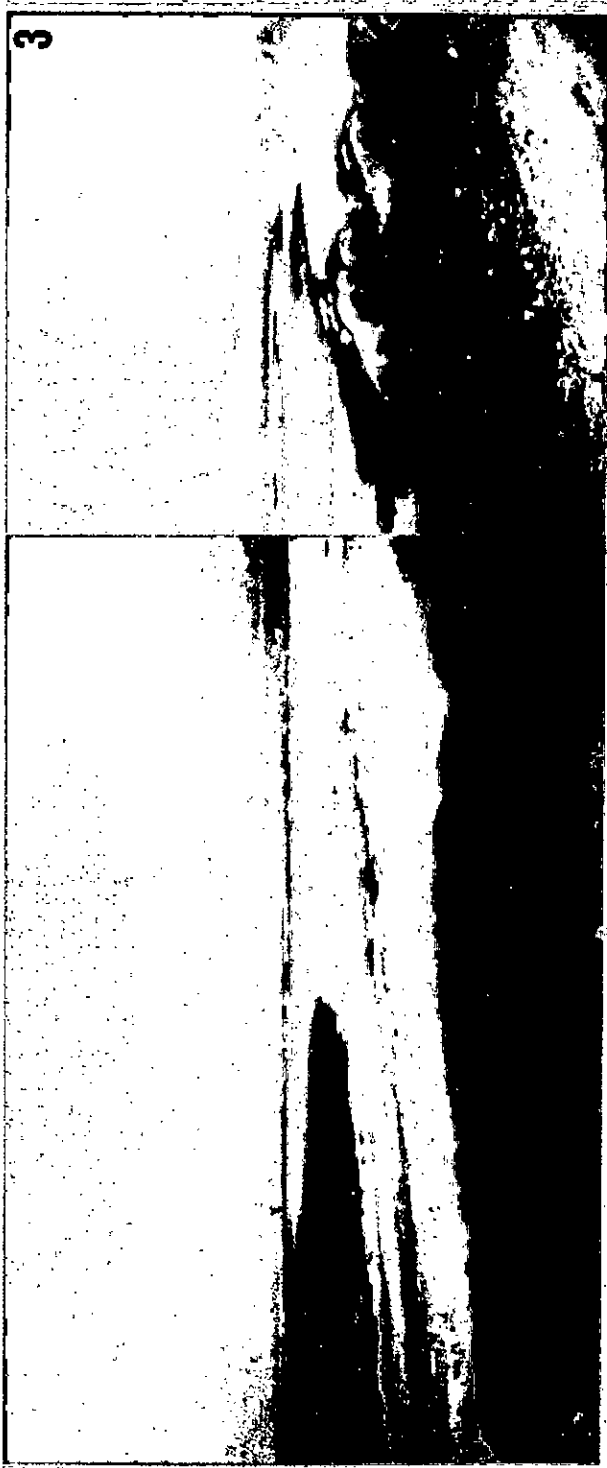
- FOTO 11 Metanauplio de 2-3 días de nacido. Cuenta con algunos apéndices (yemas) en los costados de su cuerpo, los que darán lugar a sus toracópodos.
- FOTO 12 Ejemplares de *Artemia* macho (izquierdo) y hembra (derecho) en el estadio juvenil, caracterizado por su forma típica del adulto pero sexualmente inmaduros.
- FOTO 13 Pareja de *Artemia* adultas en posición de "cabalgadura". De esta forma puede nadar por mucho tiempo antes de realizar la fertilización de los huevos en el ovisaco.
- FOTO 14 Detalle de la cabeza de un ejemplar macho adulto mostrando sus fuertes abrazaderas que permite sujetarse a la hembra durante la "posición de cabalgadura". Se muestra asimismo sus ojos pedunculados.

1



2





6

