

13
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**Apoyo al desarrollo de la Acuicultura en Yucatán
Optimización de Alimentos para
ARTEMIA SALINA
A partir de ingredientes no tradicionales propios
de la Región Yucateca**



EXÁMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Químico Farmacéutico Biólogo

P R E S E N T A :

MARISOL DEL SOCORRO CAMPOS BOLDO

FALLA DE ORIGEN

México, D. F. 1989



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. INTRODUCCION.	1-7
2. ANTECEDENTES.	8-51
2.1. Breve Historia de la acuicultura	8-9
2.2. Panorama General del Desarrollo Acuacultural.	9-14
2.3. La Alimentación de las Especies Susceptibles de Cultivo.	14-17
2.4. La Artemia.	17-42
2.4.1. Importancia del estudio y cultivo de artemia.	17-23
2.4.2. Composición proximal.	23
2.4.3. Taxonomía.	23-24
2.4.4. Generalidades morfológicas.	24-28
2.4.5. Fisiología.	28-32
2.4.6. Reproducción.	32-37
2.4.7. Alimentación.	37-40
2.4.8. Condiciones generales para un cultivo masivo de artemia.	40-42
2.5. Información General de las Materias Primas de las Dietas Experimentales Utilizadas.	43-51
2.5.1. Fauna de acompañamiento del camarón.	43-46
2.5.2. Chaya.	46-48
2.5.3. Canavalia.	48-49
2.5.4. Leucaena.	50-51
3. MATERIALES Y METODOS.	52-71
3.1. Diseño del Experimento.	52-56
3.2. Metodología Empleada.	57-71
3.2.1. Elaboración de las dietas en forma de harina.	57-60
3.2.2. Técnicas analíticas para los análisis proximales de las dietas	61-62
3.2.3. Efecto de las harinas en el crecimiento de las artemias de los bioensayos	63-69
3.2.3.1. Condiciones de los bioensayos de artemia.	63-65
3.2.3.2. Bioensayos con artemia.	65-69
3.2.4. Técnicas analíticas para los análisis proximales de las artemias de los bioensayos.	70-71
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	72-90
5. CONCLUSIONES.	91-92
6. RESUMEN.	93-94
7. BIBLIOGRAFIA.	95-102

INTRODUCCION

1. INTRODUCCION.

En la actualidad, han aumentado el número de especies acuáticas que son de gran importancia comercial, debido a que forman parte de la alimentación humana; esto ha dado lugar a que se desarrollen nuevos métodos enfocados a asegurar la producción masiva de dichas especies.

Una ciencia que toma en cuenta la resolución de los problemas alimenticios de la población es la acuicultura; ésta tiene criterios enfocados hacia la obtención de beneficios tanto socioeconómicos como ecológicos que permitan aprovechar eficientemente los recursos del mar. El objetivo principal de la acuicultura precisamente es utilizar los recursos acuáticos de una forma integral, incrementando así la producción del ecosistema; para que este aumento sea realizado por medio de técnicas de cultivo que provoquen un crecimiento planeado y organizado, de acuerdo a las condiciones del lugar donde se desarrolla la especie, y que sea una explotación de los recursos acuáticos en la que no exista un desequilibrio ecológico en el ambiente en que se trabaja; debe ser tomado en cuenta el comportamiento de cada organismo en su marco ambiental, es decir, su interacción con las otras especies y con el medio mismo, el número de especies disponibles en el área que se investiga, y si éstas sirven para aumentar o disminuir la producción de la zona (Sevilla, 1981).

Las características fisico-químicas, la calidad y disponibilidad del agua también son condiciones ecológicas que deben tomarse en consideración, ya que de éstas dependerá el tipo

de organismo y el tipo de desarrollo que éste tenga en determinado habitat. Pero no sólo las condiciones ecológicas son preocupación principal de la acuacultura sino que también toma en cuenta las condiciones socioeconómicas de la región, como se mencionó ya, para esto, se analizan los costos de las instalaciones que se ocupan, materiales, equipos, maquinarias, etc.; así como los gastos de mantenimiento que son consecuencia del cultivo que se llevará a cabo. Se analizan también, mediante un censo, si existen personas que tengan interés por la actividad pesquera, para saber si hay personal disponible, y cómo afecta el empleo de éstos dentro de la comunidad en que se desarrollan y si este trabajo implica un avance para el lugar y para cada uno de ellos como individuos. Estos aspectos permiten ver que la acuacultura no es una ciencia aislada ni independiente, sino ecología aplicada y está relacionada con los organismos del medio ambiente y con las diferentes interacciones que existen entre ellos.

Todas estas consideraciones, llevan a tratar de prever y analizar cuáles son las especies susceptibles a cultivar en un determinado ecosistema acuático. La selección de una especie para su cultivo, depende de las limitaciones existentes en su medio ambiente para ampliar su distribución natural, ya que una explotación irracional provocaría un aumento o disminución en la biomasa que afectaría el equilibrio natural de la comunidad; y a la vez podrían cambiar también las características de los organismos, ya que éstas dependen de las relaciones existentes con el medio que los rodea. Por esta razón, es necesario el conocimiento de los nichos ecológicos de la especie a

seleccionar, para así poder determinar cada uno de los factores que la afectan, saber como influyen en su ciclo de vida y precisar de esta forma sus hábitos de reproducción, alimentación, como también su ambiente físico-químico y biológico. Estas características deben conocerse en cada una de las diferentes etapas de su ciclo de vida, para que dependiendo del tipo de cultivo que se desee realizar, se puedan reproducir las condiciones de su habitat natural, y deducir si se puede aumentar la productividad biótica que incrementa a la vez la producción económica, sin provocar un desequilibrio irreversible en el ecosistema, que a corto o largo plazo, provoque daños dentro del marco socioeconómico ecológico de la región en la que se desea realizar el cultivo de determinado organismo. Una de las especies importantes para la acuicultura moderna es la Artemia salina. Este organismo reviste un especial interés en el Estado de Yucatán, debido a que existen poblaciones silvestres de artemia en varios puntos del litoral yucateco, que se encuentran totalmente aclimatadas y en equilibrio con su medio ambiente natural. La artemia es un crustáceo que puede proporcionarse como alimento tanto a peces como invertebrados marinos, de agua dulce y salobre, todos con alto valor comercial. Existen varios aspectos biológicos que han sido investigados para lograr un desarrollo masivo de ésta especie; entre los temas importantes y necesarios para su cultivo, hace falta un conocimiento más amplio sobre su alimentación, con el fin de lograr que ésta induzca a la artemia a formar los constituyentes óptimos que la hagan tener un alto valor nutricional, como fuente alimenticia para otros animales susceptibles de cultivar. La elaboración de dietas

básicas para diversas etapas del crecimiento, no sólo de la artemia, sino también de otros invertebrados marinos en cultivo, se realiza actualmente, en general, de una manera tradicional y empírica, a partir de alimentos para consumo humano. El objetivo principal, que se propone en éste trabajo, es probar alimentos que optimicen el crecimiento y la reproducción de artemia, formulados a base de fuentes nutricionales no tradicionales propias de la región del sureste de la república, pero que no por esto pierdan su valor nutricional, ni el que necesita la artemia para su óptimo desarrollo. Se pretende así mismo, que los nutrientes proporcionados en la dieta tiendan a inducir los componentes necesarios en éste crustáceo, para acelerar el crecimiento de especies de alto valor comercial, como el camarón, el langostino, la jaiba, el pulpo, etc., cuando sean alimentadas con artemia. Esta idea de formular dietas con ingredientes no tradicionales, que sustituyan el valor nutricional de los materiales convencionales, se debe principalmente, a que en la región donde se lleva a cabo el cultivo de artemia, existe un número significativo de fuentes potenciales para la extracción y utilización de los elementos nutricionales que fundamentalmente conformarían la proporción adecuada de cualquier dieta para acuicultura. Esto da lugar a que exista la posibilidad de utilizar fuentes, tanto animales como vegetales, que existen de manera importante en el área, y que aún no se han explotado a nivel comercial, pero que son consumidos, algunos de manera regional, desde la época precortesiana.

Uno de los principales componentes de origen animal para la

elaboración de las dietas basales, en una revisión amplia al respecto (New, 1976), resulta ser la harina de pescado. En el área del litoral de la península de Yucatán existe una diversidad de especies marinas que tradicionalmente son tanto de un alto valor comercial como nutricional; algunas de ellas, por ejemplo las que se pescan en los arrastres camaroneros, y que no son aprovechadas, ya que se regresan al mar, representan fuentes potencialmente baratas y ricas en proteínas (con varios aminoácidos esenciales) que sustituirían a las utilizadas hasta ahora (Corripio, 1985; Fraga, 1986). Como fuentes vegetales, para obtener los elementos indispensables para una dieta correctamente diseñada, se proponen varias plantas de la región que son muy ricas en proteínas, carbohidratos y lípidos. Dentro de éstas tenemos a Cnidoscolus chayamansa, una euforbiácea, que aunque es alimento tradicional de la región yucateca, su cultivo no es comercial. Además de su alto contenido proteico contiene aminoácidos y ácidos grasos esenciales, vitaminas y sales minerales, que la hacen ser una valiosa fuente alimenticia (Nagy, 1978; Rivas 1985). Se cuenta también con Leucaena leucocephala. ("guaje"), una leguminosa originaria de México que se introdujo en Filipinas y otros países asiáticos por las múltiples aplicaciones que puede dársele, y porque resulta muy eficiente en cuanto a su contenido de proteínas (Brewbaker, 1980; Found, 1985). Crece silvestre durante todo el año en la región del sureste de la República Mexicana. También se tiene como prospecto a Canavalia ensiformis, leguminosa que al igual que el guaje, tiene un alto nivel nutricional (Ellis, 1985).

El contenido respectivo de los nutrientes, que se mantuvieron

en la elaboración de las dietas utilizadas en este trabajo son los siguientes: proteínas 20-30%, grasa 3-5%, carbohidratos 40-50%, nutrimentos adicionales (vitaminas y minerales) 1-2%. Estos porcentajes se tomaron como base porque son la proporción promedio que se mantiene en la formulación de los alimentos comerciales, con los cuales se han obtenido buenos resultados, para el crecimiento de diversos crustáceos (Amat, 1980; Andrew, 1972; Cuzon, 1976; Colvin, 1977).

La justificación del desarrollo de ésta investigación se basa en la repercusión para cooperativas campesinas de las zonas salineras del litoral yucateco, en las que actualmente se está tratando de lograr que el cultivo de artemia sea una fuente productiva para tales comunidades, ya que éste crustáceo es una especie nativa de las charcas salineras. La importancia comercial de éste cultivo radica en el alto valor proteico y la composición de aminoácidos y ácidos grasos esenciales que posee la artemia, que la hacen que sea ampliamente utilizada en sus diferentes estadios (quiste, nauplio y adulto) en la elaboración de dietas y como alimento vivo para varios organismos que tienen un papel relevante dentro de la acuicultura. Existen también ya investigaciones orientadas a evaluar el valor nutritivo de adultos para la alimentación de animales domésticos y ganadería, además de que hay poca información sobre la posibilidad de utilización de la artemia como materia prima en la elaboración de productos alimenticios para consumo humano.

OBJETIVOS.

I. General.

Formulación y elaboración de dietas para Artemia salina en forma de harinas, utilizando como ingredientes peces invertebrados sin valor comercial, Cnidoscolus chayamansa, Leucaena leucocephala y Canavalia ensiformis.

II. Particulares.

a) Probar que la harina de pescado, elaborada con fauna de acompañamiento del camarón, tiene una eficiencia en crecimiento para artemia.

b) Saber si las harinas de chaya, leucaena y canavalia, tienen la misma o similar eficiencia que la harina de pescado, de tal forma que puedan llegar a ser sustitutos de ésta en la alimentación de artemia.

c) Complementar la harinas del inciso anterior con un porcentaje bajo (20%) de harina de pescado, y probar si estas dietas pueden provocar una mejor eficiencia en el crecimiento y reproducción, en comparación con la utilización de un solo tipo de harina.

d) Realizar mezclas de chaya-leucaena y chaya-canavalia, para probar si en dietas con dos ingredientes es necesaria la presencia de la harina de pescado.

e) Analizar con cual o cuales de las dietas elaboradas se provoca un incremento en la composición proximal de las artemias de los bioensayos, y con la cual presentan un mejor crecimiento y reproducción durante los bioensayos llevados a cabo.

ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES.

2.1. Breve Historia de la Acuacultura.

La acuacultura es una de las ciencias más antiguas que existe, aunque la mayoría de las personas no tienen un concepto definido de ella, debido al poco impulso que ha tenido como sistema de producción, a diferencia de los sistemas tradicionales, que forman la agricultura y la pesca. Se sabe que las civilizaciones china, japonesa y otras del lejano oriente, ya practicaban la acuacultura, como lo muestran antiquísimas obras de arte y literatura que hacen alusión a actividades relacionadas con ella. Los primeros reportes con que se cuenta fueron realizados por el chino Fan Li en el año 475 a.deC. (Wheaton, 1980); él trabajó con peces e hizo una recopilación piscícola ancestral de su pueblo Wushi, por lo que se le considera el padre de la piscicultura y de la acuacultura.

En México, las referencias que existen indican que desde épocas prehispánicas se mantenían peces en estanques, que servían como alimento a las aves acuáticas de los jardines de Netzahualcōyotl y Moctezuma. Sin embargo, los primeros estudios realizados para conocer las posibilidades de la actividad piscícola en el país, y que marcan los inicios de la acuacultura en México, fueron realizados hasta 1883 por Esteban Cházari (Sevilla, 1981); él impulsó ante el gobierno, la formación de criaderos y las construcciones de estanques adecuados para el cultivo de peces, así como el establecimiento del curso sobre el tema en la Escuela de Agricultura. Desde esta época, la piscicultura fue avanzando, por periodos irregulares, según

el fomento que daba cada gobierno a ésta actividad durante su mandato, creándose instituciones que fueron transformándose según las necesidades que se iban presentando para llevar a cabo la explotación de los recursos naturales, entre los que se encuentran los del mar, llegándose a formar para éste recurso, en 1961, el actual Instituto Nacional de la Pesca, dentro del cual se incluyen las actividades acuaculturales que se realizan en el país. Si bien es cierto que la acuacultura empezó con el cultivo de peces, también lo es que poco a poco se fueron diversificando los organismos susceptibles a ser cultivados, tanto en México como en el mundo, convirtiéndose poco a poco en una industria en desarrollo.

2.2 Panorama General del Desarrollo Acuacultural.

El concepto actual que se tiene de la acuacultura es más amplio, no se reduce sólo al cultivo de peces, a pesar de que se sigue considerando como una ciencia y arte del cultivo de organismos acuáticos. Las líneas que puede llegar a tener la acuacultura son las siguientes (Wheaton, 1980):

1. Cultivo de organismos para la producción de alimentos.
2. Cultivos para mejorar los bancos naturales a través del reclutamiento y trasplante artificial.
3. Cultivo para la producción de pesca deportiva.
4. Cultivo de carnada para la pesca comercial y deportiva.
5. Cultivo de organismos acuáticos para abastecer a los grupos de investigación, ya sea científica o de pasatiempo, o para ornato.
6. Cultivo de organismos acuáticos como medio para

recircular desechos orgánicos.

7. Cultivo de organismos acuáticos para la producción de artículos industriales, tales como aceite, perlas, alimento para animales, medicamentos, etc.

El enfoque que se manejó en el presente trabajo, es la línea que considera a la acuicultura como una fuente de producción en desarrollo, enfocada a la resolución de problemas nutricionales de la población mediante la producción de alimentos (inciso 1). Tomando en cuenta éste aspecto, se considera a la actividad acuicultural como parte de la producción pesquera, conseguida por la intervención humana y que entraña un control físico de los organismos en algún momento de su ciclo vital, aparte de la fase de recolección. Esta intervención puede variar de una simple concentración de animales en un área natural determinada, para conseguir un aumento de la producción pesquera, así como la producción de organismos en sistemas cerrados. El nivel acuícola mundial no está distribuido homogéneamente, por ejemplo, a nivel continental, Europa y Asia tienen una producción de más de 1500 g per cápita por año, mientras que África y América Latina producen respectivamente 20 y 180 g per cápita por año. Así mismo, los países con mayor producción (sobre la base de la producción de peces per cápita por año) superan el promedio mundial de 725 g/cápita y todos se encuentran en Europa y Asia. Las cifras, relativamente altas, de producción per cápita para éstos continentes en 19 países en particular, nos lleva a considerarlos como países con una acuicultura desarrollada, que comparten características comunes como las siguientes (FAO, 1985):

1. Los riesgos técnicos y económicos de la forma

- predominante de producción piscícola son estables y son bien entendidos por un vasto sector de la población.
2. Un vasto sector de la población encuentra aceptables los productos.
 3. El gobierno central sostiene eficazmente las actividades acuícolas.
 4. El precio de mercado es relativamente estable y los beneficios de los productores son adecuados a los riesgos.

En la información acuacultural dada en la tabla 1, se observa un panorama de algunas de las especies que forman parte de la producción acuícola, en los diferentes continentes. Asia y Europa tienen la mayor producción, pues tienen los valores más altos de producción total g/cápita por año, además del aumento total g/cápita en el intervalo de 1975 a 1980. Se observa que en lo referente al aumento de la producción pesquera, Asia y Europa tienen los porcentajes anuales más bajos; ésto podría indicar que al verse disminuído éste sistema productivo tradicional en éstos países, han tenido entonces la necesidad de desviar sus esfuerzos hacia un nuevo sistema que pueda proporcionarles un aumento en la producción, para asegurarles sus necesidades alimenticias, con lo que respecta a sus recursos acuáticos. En la tabla 2 se presentan datos que se refieren a 19 países, considerados como representativos de poseer una producción acuícola desarrollada. En lo referente al aumento anual de la población, en la mayoría de los países, por lo que a las necesidades que la población pueda tener con respecto a su alimentación, en lo referente al consumo de pescado, deben ser satisfactorias. Observando los datos dados para el consumo de pescado y carne, y relacionándolos

Tabla 1. Producción Acuicola Mundial.

Continente	Africa	América Latina	Asia y Oceanía	Europa	América del N.	total Mundial
Producción peces g/cápita 1980	24.51	50.09	956.94	841.21	228.06	722.85
75/80 Aumento peces g/cápita	-4.93	1.96	25.84	57.61	26.98	26.05
Producción moluscos g/cápita 1980	0.48	117.12	1010.05	676.28	487.71	743.80
75/80 Aumento moluscos g/cápita	0.00	-3.52	93.73	28.06	16.48	60.34
Producción crustáceos g/cápita	0.00	16.38	23.34	0.04	33.03	16.41
75/80 Aumento crustáceos g/cápita	0.00	2.65	2.92	0.01	2.01	2.04
1980 Producción total g/cápita	24.98	183.58	1990.33	1517.53	748.80	1483.56
75/80 Aumento total g/cápita	-4.93	1.09	122.49	85.68	45.46	88.44

Comparación con otros indicadores de la producción de alimentos:

Aumento de la producción de alimentos 2 año.	3.10	1.20	2.40	1.50	1.50	1.90
Aumento de producción pesquera 2 año	-0.60	12.20	0.60	-1.30	5.40	1.60

Tabla 2. Países Representativos con una Acuicultura Desarrollada.
(Producción de peces).

País-Continente	Población Au- mento anual %	Producción de peces Aumento Kg/cáp	Producción de peces Kg/cápita	Consumo total de pescado Kg/cáp	Consumo total carne Kg/cáp
Filipinas -Asia	2.71	4.10	3.08	33.10	15.70
Israel -Asia	2.32	-2.40	3.02	11.10	65.20
Japón -Asia	0.92	11.11	2.14	64.10	24.90
Hon kong -Asia	3.08	14.12	1.52	14.70	25.30
India -Asia	2.04	3.47	1.21	3.40	1.50
Sri-Lanka -Asia	1.72	17.49	1.16	10.90	2.70
Indonesia -Asia	1.76	0.51	1.07	10.40	3.40
China -Asia	1.41	2.45	0.95	6.00	5.90
Tailandia -Asia	2.37	-13.22	0.84	22.60	11.40
Bangladesh-Asia	2.86	-3.20	0.74	10.80	3.40
Dinamarca -Europa	0.24	7.14	3.34	30.00	70.80
Bulgaria -Europa	0.32	23.33	2.58	12.00	57.00
Hungría -Europa	0.32	2.40	2.47	5.00	77.50
Noruega -Europa	0.40	25.96	1.95	33.00	80.00
Rumanía -Europa	0.89	10.57	1.86	5.70	55.20
Yugoslavia-Europa	0.91	1.51	1.30	3.00	48.10
U.R.S.S. -Europa	0.86	10.12	1.28	28.70	54.60
Checoslovaquia - "	0.64	3.04	0.93	7.90	85.30
Alemania R.D. - "	-0.13	-4.61	0.75	18.70	82.90

con la producción de peces, se nota que la acuicultura en estos países forma ya parte del suministro de alimento para la población, pero todavía no llega a un nivel igual o mayor que la producción pesquera practicada tradicionalmente, estos datos nos muestran cuantitativamente el porque forman parte de un área de países considerados con una producción acuícola desarrollada.

2.3. La Alimentación de las Especies Susceptibles de Cultivo.

La alimentación que se proporciona a los organismos, susceptibles de cultivar, es un punto de suma importancia, ya que de la calidad y la cantidad del alimento utilizado variará el crecimiento, supervivencia y otras características biológicas y fisiológicas de la especie con que se trabaja. Estas variaciones no pueden establecerse de una forma general para todos los organismos, pues cada especie tiene su propio habitat, con condiciones propias a las que esta aclimatada y a las que responde según sus necesidades. Sin embargo, podemos citar algunos ejemplos que nos indican como afecta la composición química del alimento sobre el animal y su crecimiento. Existen investigadores que han realizado diferentes estudios con camarones (Penaeus japonicus, por ejemplo, que es un crustáceo como la artemia) a los que se mantuvo en condiciones óptimas iguales, pero se alimentaron con diferentes dietas en ausencia y presencia de ácido linoleico y linolénico; los cuales se demostró son indispensables para el metabolismo del camarón. Se obtuvieron así resultados que indicaron un mayor crecimiento con las dietas que presentaban dichos ácidos, en comparación con las que

carecían de ellos (Kanazawa, 1977). Experimentos parecidos se han realizado también para otros requerimientos nutricionales de los camarones, como fosfolípidos, esteroides, lípidos totales, proteínas, etc. Se demostró, en la mayoría de estos trabajos, cuales son las concentraciones óptimas que se necesitan de éstos compuestos, y que la ausencia de ellos en la dieta provocan bajas en la supervivencia, y diversos efectos en otros aspectos fisiológicos, como por ejemplo, en el número de mudas, talla, producción de hormonas y vitaminas, regulación de la presión osmótica, reproducción, entre otros. Una recopilación de investigaciones realizadas también con camarones, demostraron (entre otras cosas) que las proteínas son una fuente de vital importancia para ellos, ya que constituyen su fuente primaria de energía, y por lo cual se encuentran en mayor porcentaje en sus dietas; los aminoácidos esenciales pueden ser utilizados como reserva para sus gastos metabólicos, así como para la regulación de la presión osmótica celular. También se analizó que debe existir una concentración óptima de proteínas, que depende de la edad del animal, para que exista un buen crecimiento, pues un exceso puede inhibirlo (New, 1976). Como éstos ejemplos se podría mencionar, y para muy variadas especies (otros generos de camarón, jaiba, tilapia, etc.) que demuestran la importancia de la nutrición animal dentro de la acuicultura.

Respecto al tipo de alimento, que se puede proporcionar a estos organismos al ser cultivados; éste puede ser seco, húmedo, en forma de "pellets", etc, existiendo diferentes trabajos en los que se han realizado estudios sobre ellos (New,

1976). Existen pocos informes que registren el valor nutricional del alimento vivo, al cual se referirá ahora. Watanabe (1983) cultivó de forma masiva organismos del zooplancton; como el rotífero Branchionus plicatilis, el crustáceo Atemia salina, los copepódos Acartia sp. y Trigriopus sp., Moina sp. y Daphnia sp. Encontró que éstos organismos poseen ácidos grasos esenciales para muchas especies marinas, lo que los hace mucho más importantes en su valor dietético. También Watanabe (1983) y otros investigadores japoneses, pudieron demostrar con sus trabajos, que con el cultivo de los zooplanctontes mencionados, se puede llegar a mejorar la calidad nutricional de éstos, como ha sido demostrado al alimentar rotíferos, artemias y microcrustáceos con dietas que contenían ingredientes con diferentes concentraciones de ácidos grasos esenciales. Los resultados que se obtuvieron, mostraron que las especies que presentaron mayor cantidad de ácidos grasos esenciales, fueron las alimentadas con las dietas que contenían mayor proporción de éstos ácidos; además al ofrecer éstos animales como alimento vivo a peces, se observó que los peces alimentados con ellos tuvieron un porcentaje mayor en su actividad normal (Watanabe, 1983). La evaluación nutricional de los organismos vivos ya mencionados, en su aspecto proteico, se determinó investigando su composición aminoacídica (poseen la mayoría de los aminoácidos esenciales), su digestibilidad, la proporción de la eficiencia proteica y la utilización neta de la proteína; uno de los datos establecidos por los mencionados investigadores fue que los valores de digestibilidad y utilización netas fueron altos, de 80-95% y 70-

80% respectivamente (Watanabe et al, 1978b), indicándonos esto que los alimentos estudiados (B.plicatilis, A. salina, Acartia sp, etc.) tienen un alto valor alimenticio para ser utilizados como fuente de proteínas por lo que es evidente que el cultivo de estas especies tiene un buen potencial, en el aspecto nutricional.

En base a estos antecedentes, la posibilidad de llevar a cabo el cultivo de Artemia salina surgió como una opción de gran importancia, por ser ésta una especie cosmopolita, y que tiene poblaciones silvestres en el litoral de la región yucateca. Se encuentra distribuida en diferentes salinas, en el norte del estado: Xtampú, Municipio de Dzemu; San Crisanto, Municipio de Sinanaché; Koloché, Municipio de Yobaín; y Coloradas, Municipio de Río Lagartos. Se sabe también que la artemia es una especie de interés comercial, debido a que su alto contenido proteico y variabilidad de aminoácidos esenciales la convierten en un buen alimento para diversos organismos acuáticos de importancia acuacultural, que son utilizados en la alimentación humana (Amat, 1980).

2.4. La Artemia salina.

2.4.1. Importancia del estudio y cultivo de artemia.

La artemia es una especie que ya era utilizada como alimento por tribus indígenas de América y África, pero sólo circunstancialmente (Amat, 1980). También se observaba que la calidad de la sal mejoraba al encontrarse en las charcas salineras la presencia de la artemia, ahora se sabe que

ésto se debe a que la artemia es un organismo filtrador no selectivo, por lo que los carbonatos y sulfatos impuros, que forman parte de las salmueras, son filtrados por la artemia, más no son digeridos y por tanto son expulsados en las heces, pero ya puros pues todas las impurezas que contenían son asimiladas por la artemia; ayudando así a la precipitación, en el fondo de la charca, de los carbonatos y sulfatos y a la cristalización de la sal (Dees, 1961; Sorgeloos, 1983).

Sin embargo, no se empieza a dar conocer el valor nutritivo de los nauplios de ésta especie como alimento para larvas de peces y crustáceos en cultivo, hasta 1933 y 1939 (Amat, 1980); los nauplios eran fácilmente obtenidos de quistes de artemias recolectadas en las orillas de las salinas y lagos salados, convirtiéndose en una explotación pequeña y llevada a cabo por algunas empresas explotadoras de salinas de América del Norte. Pero conforme fue avanzando el desarrollo de la acuicultura, también se presentó un incremento en la demanda de quistes de artemia necesarios para las especies cultivadas, provocándose con ésto una situación crítica por no tener la disponibilidad de esta especie, que pudiera satisfacer las diversas demandas existentes en el mercado comercial acuacultural (Sorgeloos, 1976). Esto dió lugar a que se conjuntaran una serie de esfuerzos, enfocados a a estudios que consiguieran una producción masiva de quistes, nauplios y adultos de artemia, que pudieran cubrir las diferentes necesidades que se presentaban. Como consecuencia de esto, fue ampliándose las zonas en el mundo que afocaban su atención a sus cepas nativas de artemia, así como también se realizaron inoculaciones artificiales de éste crustáceo para mejorar la

calidad de la sal obtenida en salineras, o con el propósito de obtener o aumentar la producción de quistes.

Hasta 1979 se tenía conocimiento de 240 localidades en el mundo, donde se encuentran poblaciones de artemia. En Canadá y Estados Unidos, la zona más estudiada, se tiene un registro de 37 y 34 lugares respectivamente, haciendo un total de 71 sitios para América del Norte, en Europa se encuentran registrados 77, en Africa 33, en Asia y Sudamérica 19 en cada uno, en Centroamérica 11 y Australia 10 lugares (Persoone y Sorgeloos, 1980). Sin embargo, existen muchos lugares en los que los habitats de artemia se encuentran destruidos o abandonados, como es el caso de muchos países europeos. En México se encuentran localizadas 18 poblaciones naturales de artemia, distribuidas en 7 estados de la República, ver tabla 3; aquí incluimos ya a las zonas salineras de Yucatán en las que actualmente se están realizando estudios y que al igual que otros sitios de la región ya han sido ubicados (Olguín, 1987).

Pero el aumento de cepas de la artemia no ha sido tan satisfactorio como pudiera esperarse, ya que se observó que no todas lograban cumplir con las necesidades nutricionales de los organismos cultivados; investigaciones sobre la composición química y el valor nutricional mostraron que éstos variaban en las diferentes cepas de distinto origen geográfico; esto amplió más los estudios sobre la artemia que buscaban obtener una producción masiva de ésta, pero ahora tratando de elevar, en los casos que fuera necesario, o mantener, en las cepas de interés, la calidad nutricional de artemia. La importancia de la Artemia

Tabla 3. Distribución de Poblaciones Naturales de Artemia salina localizadas en la República Mexicana

Estado	Lugar
Baja California Sur	Guerrero Negro Pichilingue Isla del Carmen
Sonora	Yavaros
Sinaloa	Bahía de Ceuta
Oaxaca	Salina Cruz
San Luis Potosí	Las Salinas
Chiapas	Sistema Lagunario de: Laguna del Mar Muerto La Joya, Buenavista Los Palos, Solo Dios Carretas, Pereyra Chanchuto, Panzacola
Yucatán	San Crisanto, Mpo. de Sinanché ‡ Xtampú, Mpo. de Dzemul ‡ Koloché, Mpo. de Yobain

Los Estados donde se han hecho prospecciones y no se han encontrado poblaciones nativas son: Tabasco, Aguascalientes y Colima.

‡ Poblaciones registradas por Olguin, P.M. (1987). Las otras ubicaciones fueron obtenidas de la Recopilación de Trabajos del Curso sobre Artemia sp. (Sorgeloo, 1982).

salina, dentro de la acuicultura, es ser utilizada como alimento vivo de los organismos cultivados de importancia comercial. Así podemos citar algunos ejemplos, que nos indican que éste crustáceo es una fuente nutritiva de muy buena calidad. Trabajos realizados con trucha arcoiris y salmón mostraron que éstas especies presentaban un crecimiento y peso mayor y una mortalidad menor al ser alimentadas con una dieta de artemia, en comparación a los valores obtenidos con una dieta seca de hígado y sangre de pavo, considerada de un alto valor alimenticio (Dees, 1961). Sorgeloos (1983) resalta la importancia de la artemia en su estado adulto, como alimento para camarones, langostino, cangrejos y peces durante su incubación, crianza y maduración, como por ejemplo proporcionándoselas a postlarvas de peces y camarones de la especie Penaeus japonicus; actuando la artemia también en los crustáceos como inductor que incrementa la maduración ya que ésta posee una gran actividad hormonal, que además eleva la actividad reproductiva. Los nauplios de artemia también han sido utilizados para alimentar a larvas de carpa de la especie Cyprinus carpio y juveniles marinos de Mysidopsis bahia (Léger, 1983).

También se han realizado estudios que tienen como finalidad elevar el valor nutricional de las artemias, con el objeto que ésta incremente su contenido químico de los compuestos que son necesarios para inducir en los peces y crustáceos el mejoramiento de su valor alimenticio y por tanto comercial. Así tenemos por ejemplo, los trabajos de Amat et al. (1983) dedicados a elevar el valor nutritivo de nauplios de artemia, enriqueciendo para esto diferentes cepas de éste crustáceo con alimentos que contenían

ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (18:3w6, 18:3w3, 20:5w3, 20:6w3), considerados esenciales para varias especies de peces y crustáceos. Los nauplios enriquecidos fueron proporcionados a larvas de peces, de las especies Dicentrarchus labrax y Sparus aurata, y larvas del camarón Panaeus kerathurus. Se observó que la supervivencia de ambos aumentó, y que la talla y peso de los peces también fue mayor que cuando se alimentaron con nauplios de artemia carentes de los ácidos mencionados.

Experimentos parecidos fueron realizados también para proporcionar nauplios enriquecidos, que contenían ácidos grasos esenciales (20:5w3, 22:6w3), a larvas del robalo de mar Dicentrarchus labrax, ya mencionado; obteniendo un aumento significativo en la supervivencia, talla, ganancia en peso y producción de biomasa de éste organismo, en comparación de los que fueron alimentados con nauplios que no tenían incorporados dichos ácidos (Van Ballae, 1985).

Pero la utilización de la artemia como alimento de especies de importancia acuacultural, no es la única aplicación que puede darsele. También se están realizando investigaciones para evaluar el valor nutritivo de biomasas de adultos de este crustáceo, para la alimentación de animales domésticos y ganadería; existe además una escasa y dispersa bibliografía sobre el procesado de artemia como materia prima en la elaboración de productos alimenticios para consumo humano, ya que su calidad nutricional también es bastante alta para poder ser utilizada como enriquecedora de algún tipo de alimento humano.

Su fácil cultivo en el laboratorio, su corto ciclo

biológico, su alta tasa de fecundidad y su accesible manejo en su forma de quiste (ya que en éste estado estos se pueden utilizar cuando se requiera inducir el crecimiento de artemia), son condiciones que hacen que sea empleada en la investigación y enseñanza de varias ramas de la ciencia, como son: En la toxicología, en donde se utiliza en pruebas para insecticidas, ya que éste crustáceo es sensible a un rango amplio de éstos compuestos (Dees, 1961); en la genética, ya que se han observado fenómenos de mutagénesis en ésta especie (Bowen, 1963). Otras disciplinas tales como la embriología, fisiología, biología molecular, radiobiología, etc. (Koshida e Hidroki, 1980), también aprovechan las características ya mencionadas del animal.

2.4.2. Composición proximal de A. salina.

La información sobre la composición proximal de los nauplios y adultos de artemia es muy variable, ya que ésta depende del lugar de origen de la cepa de este crustáceo y de su tipo de alimentación:

Componente	Estadio		
	Quiste	Nauplio	Adulto
Base seca	48.0	41-71	50-69
% Proteínas	18.0	23.0	16.0
% Grasa	14.0	6-23	9-17
% Carbohidratos	3.50	6-21	9-29

Ivleva, 1969; Léger, P. et al, 1986

2.4.3. Taxonomía.

La artemia se encuentra clasificada de la siguiente forma

(Heip, et al , 1976):

Phylum Arthropoda, Subphylum Euarthropoda, Clase Crustacea, Subclase Branchiopoda (Entomostraca según Ivleva, 1969), Orden Phyllopoda, Suborden Anostraca, Familia Artemiidae, Género Artemia, Especie salina.

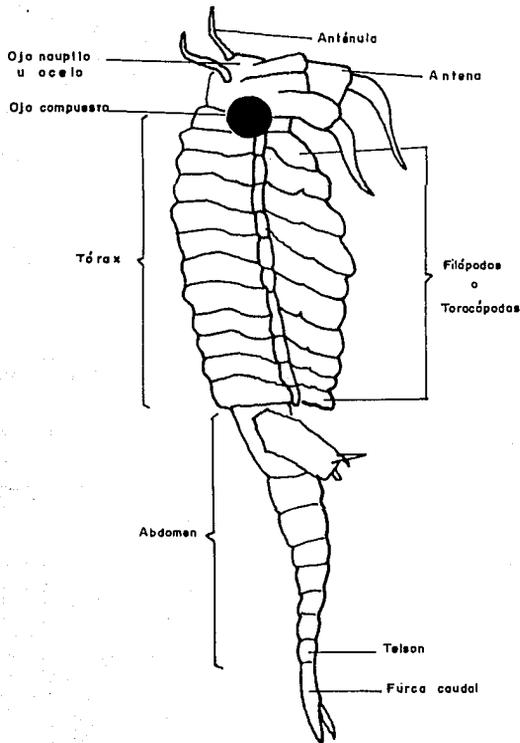
2.4.4. Generalidades morfológicas.

Las características morfológicas que presenta la artemia, en cada uno de los estadios por los que pasa durante su ciclo de vida, son las enumeradas a continuación.

La primera etapa por la que pasa la artemia durante su desarrollo es la de nauplio, ésta presenta un color naranja debido a la presencia del vitelo y carotenos, mide aproximadamente 0.4 mm y pesa 0.002 mg (Sorgeloos, 1975). Externamente se puede observar 3 pares de apéndices: las antenas, que tienen función locomotora y cuyos extremos son filtradores de alimentos llevándolos hasta la boca; las anténula, con función sensorial; y un par de mandíbulas rudimentarias (ver figura 1).

Se distingue también, un ocelo de color rojizo, que se sitúa en la región media de la cabeza, entre las anténulas y los ojos compuestos, los cuales no se observan fácilmente puesto que aún carecen de pigmentación. El ojo naupliar tiene una función fototáctica positiva, ésta se va perdiendo hasta llegar a la etapa adulta, que es cuando presentan un fototactismo negativo, aunque pueden cambiarlo a positivo o viceversa, por lo que el comportamiento fototáctico de artemia es más complejo de lo que parece.

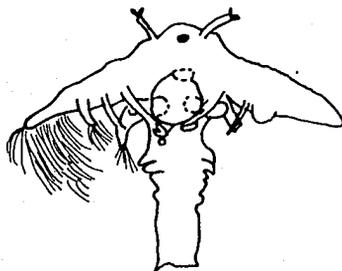
Figura No. 1



CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS
DE ARTEMIA ADULTO.

LARGO TOTAL: 12-16 mm.

NAUPLIO DE ARTEMIA



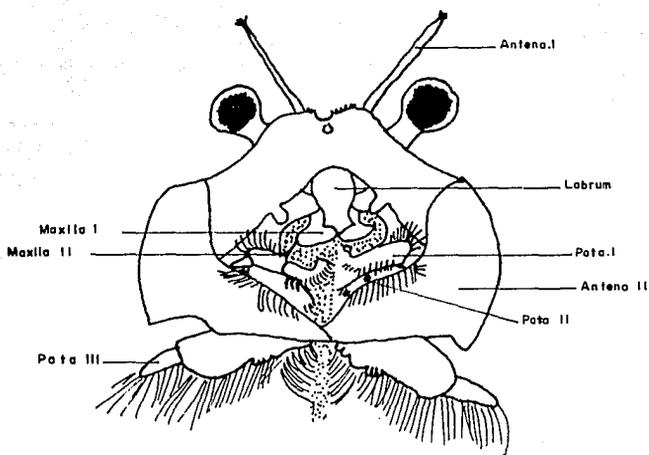
En la porción de la cabeza, ventralmente se presenta un gran labio (labrum), de forma casi rectangular, que recubre la base de los apéndices; esta estructura capta las partículas alimenticias y por debajo de él se encuentra la abertura oral (ver figura 2).

El nauplio continua su desarrollo, en los primeros 2 a 3 días de vida se nutre de sus reservas de vitelo y sufre 4 transformaciones más en 24-48 horas; al llegar a las fases de metanauplio I y II se empieza a alimentar del medio externo y sufre su primera muda. Progresivamente se va transformando en juvenil y después en adulto, aproximadamente en 21-25 días (Ivleva, 1969).

En los primeros estadios de vida a la artemia se le distinguen la cabeza, el tórax y el abdomen. En el tórax se le observan lóbulos laterales, que al desarrollarse van a formar 11 pares de torácopodos. El abdomen se observa con una furca terminal, la cual es igual en los machos y en las hembras. En los machos el segundo par de antenas que poseen, sufre un cambio completo en su morfología al llegar a adultos: las cerdas de los exopoditos se pierden, se desarrollan sus músculos y se convierten en unos fuertes apéndices prensiles; en las hembras no ocurre este desarrollo, y durante toda su vida funcionan como órganos sensoriales; ésta es una de las características que sirven para diferenciar los sexos de éste crustáceo.

Al llegar al estado adulto, las artemias pueden llegar a medir 12-15 mm de largo total, y pesar aproximadamente entre 6-7 mg (Ivleva, 1969); presentan gran variedad de tonos en su

FIGURA No. 2



CARACTERISTICAS SEXUALES DE UNA ARTEMIA MACHO

coloración, aunque se ven generalmente rojizas.

El cuerpo de la artemia adulta se divide también en: cabeza tórax y abdomen. La cabeza esta formada por cinco segmentos fusionados; en ella se encuentran dos ojos compuestos, un ocelo, las anténulas o segundas antenas, y en posición más ventral las primeras antenas verdaderas, transformandose en el macho (ver figura 1).

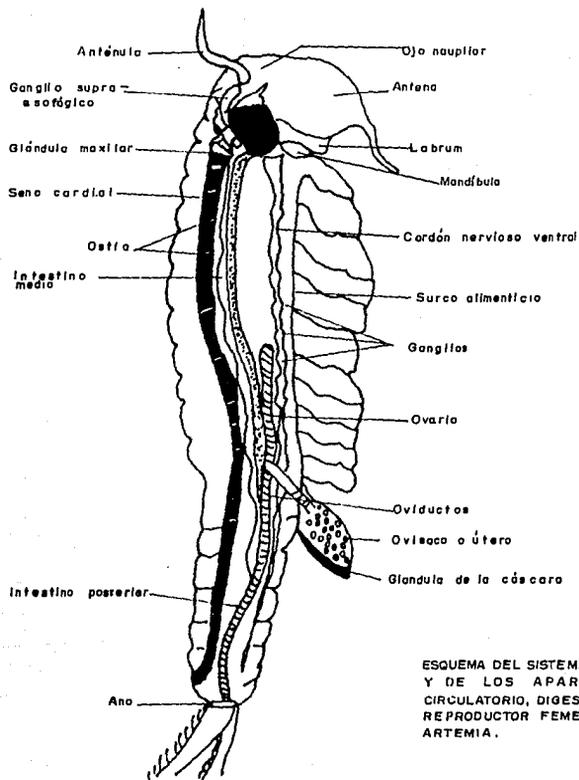
El tórax esta formado por los 11 torácopodos, ya desarrollados, segmentos bien delimitados, cada uno de ellos esta dotado por apéndices foláceos (filópodos o toracópodos). Estos realizan tres funciones: respiratoria, de alimentación y locomotriz. En la respiratoria estan involucrados porque presentan branquias en cada uno de los toracópodos; por lo que respecta a la alimentación y la función locomotriz, estos actúan en el agua que tiene partículas filtradas por la artemia, las impulsan al canal ventral y después por medio de movimientos rotativos acarrear el alimento hasta la región bucal.

El abdomen consta de ocho segmentos, los dos más próximos al tórax son los segmentos genitales; seis restantes, propiamente abdominales y al final el telson provisto de la furca caudal (ver figura 1).

2.4.5. Fisiología.

La artemia es un crustáceo primitivo, como puede observarse en sus funciones fisiológicas, que no son altamente complejas; a continuación se mencionan, en forma general y breve, los sistemas que comprenden cada una de ellas (ver figura 3).

Figura No. 3



Sistema nervioso.

Este sistema está formado por un ganglio cefálico unido a un sistema que recorre todo el cuerpo, y que consta de las siguientes partes: un par de ganglios en cada segmento, unido entre sí tanto longitudinal como transversalmente por los nervios. Hay un ganglio periesofágico en la porción anterior del ganglio cefálico, a él llegan los nervios que proceden de los ojos compuestos, del ojo naupliar y de otras áreas sensitivas.

Aparato respiratorio.

Esta está íntimamente ligado con la actividad locomotriz e indirectamente con la excreción, particularmente de cloruro de sodio, por tanto forma parte del mecanismo de regulación osmótica.

La respiración y excreción de iones se efectúa a través de los exopóditos de los toracópodos, que actúan a manera de branquias, y del tegumento del cuerpo, formado principalmente por quitina.

Como ya se dijo, la artemia presenta branquias en sus 11 toracópodos; cuando éstos se encuentran bien desarrollados el nivel de oxígeno que captan es mayor, en comparación con las primeras etapas larvarias que no tienen toracópodos desarrollados; en compensación con esta deficiencia existe, en los nauplios, la glándula de la sal en la región de la cabeza, con lo cual el organismo excreta la sal y regula la presión osmótica; esto permite que los nauplios en su primer estadio, puedan transferirse de una baja salinidad (5%) hasta una alta (150%), sin que ocurra su muerte; en cambio, las artemias adultas no sobreviven a cambios drásticos.

La artemia tiene capacidad para sintetizar hemoglobina, y el aumento de su concentración les asegura una captación intensa de oxígeno del medio, aún a bajas concentraciones. Debido a la gran capacidad de regulación de la presión osmótica que tiene la artemia, puede vivir en aguas con muy diversos rangos de salinidad y temperatura.

Aparato digestivo.

Este aparato consta de un atrio bucal, un esófago, un par de pequeños divertículos globulares, que abarcan los segmentos cefálicos 2o. y 3o. (se asemejan a un estómago que continúa con un tracto o tubo intestinal que termina en el ano); las partículas alimenticias son digeridas con ayuda de movimientos musculares rítmicos de contracción; los restos o heces son eliminados a través del ano en forma de cordones de distinta coloración y consistencia, que se relaciona con la naturaleza y la abundancia del alimento ingerido.

Aparato reproductor.

Los adultos de artemia presentan características muy particulares para cada sexo. El macho se diferencia fácilmente de la hembra por la presencia de un par de apéndices (antenas) cefálicos muy desarrollados, y semejantes a unas pinzas, los cuales van a servir para sujetar a la hembra; éstos apéndices prensiles se adhieren firmemente alrededor de la hembra, y justamente al ovisaco, mediante un órgano intrromisor, se efectúa la fecundación.

El aparato reproductor del macho presenta todas las estructuras en pares. Los testículos son largos y tubulares, colocados a cada lado del aparato digestivo. La histología de

estos testículos es igual en todo su trayecto, con células germinales y células de soporte, en forma de racimos, y los espermatozoides maduros se localizan en la cavidad del tubo; son de forma esférica (sin movimiento y sin reflejo), éstas células son llevadas a través de los testículos hasta los conductos o vasos deferentes, los cuales secretan el líquido seminal y lo almacenan; el tejido de ésta estructura es igual en toda longitud, y consiste de un epitelio secretor que lo rodea, y de músculos longitudinales y circulares (ver figura 4). El aparato reproductor de la hembra está formado por los ovarios, que al igual que los testículos, son dos tubos colocados a cada lado del aparato digestivo; a lo largo de los ovarios se observan bandas de oogonias, las cuales son muy abundantes en el lado ventral; algunas de las oogonias se agrandan y siguen la vitelogénesis, en la cual participan numerosas células nutritivas (ver figura 4).

A medida que prosigue este desarrollo, las células entran en profase de la primera división meiótica (oocitos primarios), y permanecen en esta etapa hasta que llegan a la entrada de los oviductos, donde alcanzan metafase de la primera división meiótica. Cuando los oocitos están en la parte lateral de los oviductos, la fecundación es efectiva.

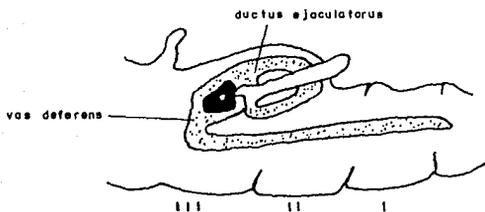
2.4.6. Reproducción.

Esta es iniciada por los machos en una etapa de preadulto, abrazando a la hembra con sus antenas entre el ovisaco y el último par de toracópodos; en esta posición la pareja puede nadar por largos períodos.

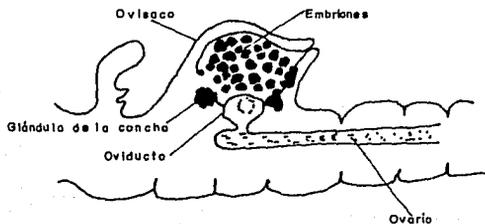
La hembra libera oocitos maduros, que pasan desde los

Figura No.4

**VISTA LATERAL DEL APARATO REPRODUCTOR DE UN MACHO-
ADULTO DE ARTEMIA**



**VISTA LATERAL DEL APARATO REPRODUCTOR DE UNA HEMBRA-
ADULTA DE ARTEMIA**



ovarios a los oviductos en menos de dos horas, y permanecen ahí de 1 a 40 horas. El abdomen del macho se encorva hacia el de la hembra, y uno de los organos introductores entra al ovisaco. Más tarde, los óvulos ya fecundados, permanecen ahí de 3 a 5 días.

Del ovisaco de la hembra se pueden liberar embriones enquistados, llamados quistes oocíticos, a éste proceso se le conoce como reproducción ovípara; en lugar de estos quistes se puede dar origen a una larva nauplio (reproducción ovovivípara).

Se han observado dos tipos de embriones enquistados: uno que produce nauplios casi inmediatamente después de haber sido expulsados del ovisaco; y otro que permanece en estado de latencia (diapausa), que pesa aproximadamente 0.0040 mg y mide 0.2 mm, en este último estado puede permanecer por largos periodos, hasta 10 años (Dees, 1961). Estos quistes deshidratados requieren ser activados para que eclosionen, son altamente higroscópicos por lo que cuando se colocan en agua, con suficiente oxígeno, se hidratan y reinician el metabolismo suspendido en etapa de gástrula. El tiempo que tarda en eclosionar el quiste, y la salinidad del agua en que se efectúa ésta, dependen de la cepa con que se este trabajando, sin embargo, existen reportados en la bibliografía rangos en los que se ha tenido una eficiencia de eclosión óptima (90-95%); la salinidad debe oscilar entre los 5-35%. y el tiempo de eclosión puede variar entre 24-36 horas (Smit, 1976; Nash, 1979; Vanhaecke, 1983). El embrión que eclosiona se llama prenauplio, y presenta parcialmente la forma de la larva nauplio característica de los crustáceos; posteriormente, sale

completamente de la cáscara y después de un par de horas, se transforma en la larva nadadora llamada nauplio. Este proceso depende de las condiciones de incubación (ver figura 5).

No se encuentran todavía bien establecidos los factores que influyen para que se presente la ovoviviparidad o la ovíparidad, en la bibliografía se mencionan varios de ellos, que quizá puedan influir en este proceso, tales como la salinidad, la presión osmótica, la calidad y cantidad de alimento, la baja concentración de oxígeno disuelto que induce a la ovíparidad, la correlación existente entre la síntesis de hemoglobina y la producción de quistes, la presencia de clorofila en el medio de cultivo y la densidad de animales entre otros (Versichele y Sorgeloos, 1980).

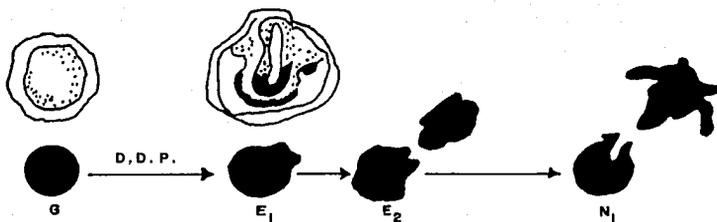
Ciclo reproductivo.

La artemia se reproduce por partenogénesis y sexualmente, tanto las cepas bisexuales como las partenogénéticas pueden reproducirse vivípara y ovovivíparamente.

En las hembras partenogénéticas, la formación de óvulos se inicia con los oocitos en los ovarios; después de dos días, dichos oocitos se transforman en óvulos y pasan a los oviductos laterales, en los cuales permanecen un día, y después pasan al ovisaco donde continúan su desarrollo hasta gástrula, o bien alcanzan el estado de nauplio y son liberados por la hembra; en ello intervienen factores externos como los ya mencionados: calidad del alimento, salinidad, temperatura, oxígeno, etc. Se ha observado que las hembras expulsan de 7 a 80 huevos en un período de 3 a 11 días (Ivleva, 1969). Las artemias partenogénéticas producen machos que pueden fecundar a artemias bisexuales

Figura No.5

DESARROLLO DE UNA GASTRULA ENQUISTADA



G (GASTRULA HIDRATADA)

D. D. P. (DESARROLLO DE PREEMERGENCIA)

E₁ E₂ (ETAPAS DE PRENAUPLIO)

N (PRIMERA ETAPA DE NAUPLIO)

también.

En el caso de la ovoviviparidad, la glándula de la cáscara o glándula de Brown desarrolla gran actividad, debido a la formación de los quistes, y es en éste tipo de reproducción cuando se puede observar la glándula secretora de la sustancia que forma la concha o cascarón de dichos huevos, ésta es formada antes de que los quistes sean liberados por la hembra.

Durante el desarrollo de los embriones, en el saco ovigero, se continúan formando y desarrollando nuevos oocitos; por esto, la artemia origina una descendencia numerosa, es decir, tiene una alta tasa de fecundidad, particularidad muy apreciada en la acuicultura.

En la reproducción sexual, la fecundación es un movimiento reflejo breve, de unos cuantos segundos. Para cada ciclo de puesta de huevos se requiere de una fecundación, ya que la hembra no almacena espermatozoides maduros. Si los oocitos no están en los oviductos la hembra rechaza el cortejo del macho. Aún no se han observado producciones mixtas de nauplios y de quistes, pero puede alternarse la ovoviviparidad y la oviparidad repetidamente durante los desoves viables de la misma hembra.

2.4.7. Alimentación.

La artemia no es selectiva en su alimentación, por lo que filtra algas unicelulares, bacterias, levaduras, pequeños protozoarios y detritus; así como también, puede comer cualquier modalidad de alimento inerte como: Spirulina sp y Scenedesmus sp liofilizados y micronizados, harina de soya, de trigo, alfalfa, salvado de arroz y otros cereales, melazas de azúcar,

suspensiones residuales de la fabricación de productos lácteos y alimenticios, etc. (Amat, 1980; Bossuyt y Sorgeloos, 1980).

La artemia es un organismo filtrador, por lo que de la concentración de partículas en el medio y el tamaño de éstas, depende la asimilación del alimento. Cuando la concentración de partículas es baja, el animal gastará más energía para captarlas, y crece más lentamente o puede llegar a morir joven. A medida que aumenta la concentración de alimento, la tasa de ingestión también incrementa y el metabolismo es positivo, pero hasta cierto límite, después del cual, el alimento se aglomera en la boca formando una bola tan grande que no puede ser ingerida; además pasa demasiado rápido por el aparato digestivo, y no permanece el tiempo que se requiere para ser digerido; entonces sucede que a pesar de que el organismo tiene alimento abundante, se está muriendo de hambre (Sorgeloos, 1982).

La eficiencia de filtración cambia durante el desarrollo de la artemia: en los primeros estadios la filtración es muy baja, debido a que solamente hay un par de apéndices, pero a medida que crece va teniendo mayor capacidad, la cual llega a su máximo en el estado adulto, cuando ya están bien desarrollados los torácopodos.

Los tamaños de las partículas alimenticias para artemia van de 1 a 30 micras en las primeras etapas de vida, y de 45 a 50 micras en la etapa de adulto; se recomienda en general partículas de 25 micras (Sorgeloos, 1982).

Otro factor importante, en la alimentación de artemia es la calidad del alimento. Se han hecho listas de las diferentes algas

que utiliza esta especie para alimentarse, con su composición bioquímica; sin embargo, no se conocen todavía los requerimientos de nutrición que necesita este crustáceo, ya que se han observado resultados contradictorios en los experimentos realizados, encontrando que para valores altos (60%) y bajos (10%) de proteínas se nota un buen crecimiento de la especie (Amat, 1980).

En algunas investigaciones recabadas se han encontrado que los carbohidratos son sumamente importantes, así como los requerimientos mínimos de proteínas; y la preferencia de la artemia de utilizar uno u otro se relacionan con el aumento o disminución de salinidad. Cuando hay una concentración baja de sal (24 ‰) utilizan como fuente de energía a los carbohidratos y lípidos, pero cuando aumenta la salinidad (120 ‰) lo que utilizan son las proteínas (Provasoli, 1976).

En relación a las diferentes fuentes de alimento que se utilicen para la artemia, se deberán tomar en cuenta algunos aspectos, tales como: el precio, el tamaño de las partículas, la disponibilidad del producto, la calidad del agua y la interferencia de ésta con el alimento y el valor nutritivo del producto.

Por lo que respecta a los productos inertes, hay que tener cuidado para que no se acumulen residuos en descomposición, porque estos propician el desarrollo bacteriano, que interfiere con el valor nutritivo del producto. Si las proporciones de bacterias son aceptables (en cortos tiempos), se obtienen buenos resultados porque dichas bacterias proporcionan sustancias que la artemia puede digerir inmediatamente (Léger, 1983). Es oportuno

mencionar que estas son condiciones de laboratorio ya que en su medio natural las artemias viven en áreas, que a veces, tienen una gran cantidad de materia orgánica.

2.4.8. Condiciones generales para un cultivo masivo de artemia.

Las condiciones fisicoquímicas que se controlan al realizarse un cultivo, de cualquier tipo, de artemia son: salinidad, temperatura, pH, concentración de oxígeno disuelto, iluminación, alimentación y densidad de animales. No se pueden establecer valores fijos a seguir, pues existen diferentes cepas de artemia distribuidas en varios habitats, aclimatadas cada una al suyo. Algunas cepas tienen mejor adaptabilidad que otras al variarles sus condiciones fisicoquímicas; por esto también algunos de los rangos, de cada uno de los parámetros, tienen un intervalo grande, como indicaremos a continuación.

a) Temperatura. En cuanto a éste parámetro, se ha observado que conforme aumenta la temperatura el crecimiento de las larvas en desarrollo se incrementa también (Sasso, 1980); esto se debe a que a medida que se eleva la temperatura, la cantidad de alimento que hay que proporcionar a las artemias debe ser mayor, ya que sus gastos de energía se verán elevados también; pero el crecimiento sólo es óptimo hasta cierto rango de temperatura, después del cual el número de animales empieza a disminuir (aumenta la mortalidad).

La mayoría de los autores reportan un rango de entre 22 a 30°C, en el cual el desarrollo larvario es óptimo (Amat, 1980; Sasso, 1980; Léger, 1983). Sin embargo existen reportes que nos indican que la especie puede llegarse a adaptar hasta los 40°C

(Persoone y Sorgeloos, 1980).

b) Salinidad. La artemia puede vivir en rangos de salinidad muy variados, desde agua dulce (0%), agua de mar (32%), 100% y hasta 340 %, esta última en las charcas salineras (Persoone y Sorgeloos, 1980). Sin embargo, en concentraciones extremas las funciones metabólicas y fisiológicas generales de esta especie no son óptimas, además que también la supervivencia es baja.

En los cultivos que se han realizado se ha observado una salinidad óptima en un rango de 30-50 %. (Bossuyt y Sorgeloos, 1980). Se ha observado que la fuente primaria, que utilizan las artemias para su metabolismo, depende de la salinidad, como ya se mencionó en el apartado 2.4.7. También ya se dijo, en el apartado 2.4.3., que las artemias no resisten los cambios bruscos de salinidad, a diferencia de los nauplios.

Este parámetro se relaciona además con la presencia de quistes, estos son formados a salinidades mayores de 85% hasta 150 %, ya que a salinidades más altas los quistes no pueden hidratarse para iniciar su metabolismo (Persoone y Sorgeloos 1980). Esto sucede en habitats naturales.

c) Oxígeno. La artemia puede sobrevivir en concentraciones muy variadas de oxígeno; desde muy altas concentraciones, de 150% de saturación, hasta muy bajos niveles, como 1 ppm de oxígeno (Bossuyt y Sorgeloos, 1980).

No existe una concentración óptima de este parámetro, lo que debe cuidarse es que los cultivos no tengan variaciones bruscas, que puedan provocar colapsos que conduzcan a una mortalidad de los organismos; esto se debe a que al disminuir el oxígeno

rápidamente, la artemia no tiene oportunidad de sintetizar hemoglobina, pigmento que la ayuda a captar del medio el oxígeno que necesita para sus requerimientos metabólicos.

d) pH. Con respecto a este parámetro se han observado a través de varios cultivos, que por debajo de pH 7 no se presenta sobrevivencia de las artemias, o es muy baja; por lo que el rango óptimo que se mantiene en los diferentes cultivos realizados, oscila entre 7.5-8.5 (Amat, 1980; Bossuyt y Sorgeloos, 1980). No se tienen estudios específicos que muestren la relación existente entre el pH, mortalidad y crecimiento.

e) Alimentación. Se trato en el apartado 2.4.7.

f) Amoniaco. En cuanto a los niveles de éste, en el medio medio de cultivo, se puede decir que la artemia soporta hasta 50 mg/kg de amoniaco, sin que haya problemas de toxicidad (Bossuyt y Sorgeloos, 1980).

g) Iluminación. A través de algunos experimentos se ha notado que en la obscuridad las artemias presentan un menor gasto de energía, ya que disminuye su velocidad de nado, y pueden presentar un crecimiento mas rápido (Sorgeloos, 1975).

h) Densidad. Sobre este parámetro, se han reportado diferentes valores, según el tipo de cultivo realizado, pero la mayoría caen en un rango de densidad de nauplios inicial de 1 a 3 nauplios/ml, llegando al estado adulto en 2 a 3 semanas (Sorgeloos, 1975 y 1980; Amat, 1980).

2.5 Información General de las Materias Primas de las Dietas Experimentales Utilizadas.

Los ingredientes, que forman parte de las dietas que fueron probadas en este trabajo, no son materias primas que sean utilizadas comunmente para la elaboración de alimentos humanos o de animales. Sin embargo, tienen un alto valor alimenticio ya conocido (ver tabla 4) por lo que han sido evaluadas anteriormente sus características químicas y biológicas, que las hacen ser útiles como alimento.

Las razones por las cuales se utilizan estos ingredientes ya fueron planteadas en la introducción; aquí sólo daremos los antecedentes que nos llevan a considerarlos como materias primas de las dietas con que se trabajó en esta tesis.

2.5.1. Fauna de acompañamiento del camarón.

Las especies que se pescan en los arrastres camaroneros son las que forman parte de la pesca acompañante del camarón, y son descartadas indiscriminadamente porque su valor comercial, en relación al camarón, se ha considerado bajo; además que no hay espacio suficiente para el almacenamiento a bordo de los buques arrastreros tradicionales del litoral del Golfo de México.

La fauna de acompañamiento en el trópico se compone de unas 70 a 200 especies; que varían ampliamente, entre y dentro de ellas, según la época de su captura, la temperatura del agua, las áreas de pesca y la profundidad del arrastre. La relación fauna de acompañamiento: camarón también puede variar a causa de los parámetros ya mencionados, aunque se piensa que en el Golfo de México se presenta una tasa promedio de 10:1 (Corripio, 1985).

A nivel experimental se han realizado pruebas para evaluar

Tabla 4. Composición Proximal de las Materias Primas de las dietas elaboradas para alimentar a las artemías de los bioensayos.

Materia Prima	Composición (Porcentajes)				
	Proteínas	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Ceniza
Base seca					
Harina de pescado 1	60-64	10-13	-	1	17-19
<u>Cnidocopus charamansa</u> 2 (Hojas)	31-33	10-13	31-33	14-16	9-11
<u>Leucaena leucocephala</u> 3 (Hojas)	13-24	1-4	34-51	19-43	8
<u>Canavalia ensiformis</u> 4 (semillas)	29-31	2	43-57	9	2-3

1. Fraga, 1986.

2. González, 1977; Rivas, 1985

3. Cabrera, 1979; Pound, 1985.

4. Ellis, 1985; FAO, 1987

la posible utilización, de las ya mencionadas especies, en la elaboración de alimentos humanos. Se ha encontrado, que en lo referente a las condiciones nutricionales en análisis proximales realizados, que las proteína cruda en las especies de peces más abundantes de la fauna de acompañamiento del camarón, de la zona noreste del Golfo de México, varía de 69.33% a 80.51%. El contenido de grasa, que es importante en cuanto al sabor y tiempo de almacenamiento de productos de pescado, varía de 5.38 a 15.91%; y la cantidad de ceniza, que nos de los minerales totales presentes, es de 10.23 a 15.55%. Hay que recordar que estos valores pueden variar con la estación del año y la temperatura del agua; la composición de la fauna de acompañamiento de ésta área nos indica que esta compuesta por 10 especies de peces y 3 especies de crustáceos (Corripio, 1985).

Estos resultados preliminares de estudios prospectivos, sobre la fauna de acompañamiento del camarón en las costas del noreste de México, nos muestran que está forma parte de un gran recurso proteico a base de pescado que se regresa al mar y no es utilizado. Pero ya se ha empezado a tomar en cuenta la importancia de ésta fauna, realizandose a nivel experimental diversos tipos de alimentos humanos, en los que se utiliza como ingredientes a peces de la fauna de acompañamiento del camarón. Además que también han ido avanzando los métodos de almacenamiento de estos organismos a bordo (congelado, enfriado en agua de mar, en hielo) ayudando a mantener el pescado en condiciones óptimas para un procesamiento futuro (Morrissey, 1985).

Todos estos antecedentes hacen ver la fuente potencial con alto valor nutricional que puede ser la fauna de acompañamiento del camarón, como ingredientes de alimentos en diferentes formas como: paté, galletas, croquetas, harinas, productos secos para sopas, etc. (Morrissey, 1985). A nosotros en particular lo que nos interesa es la harina (que posea un tamaño de partícula menor de 50 micras). La variedad de especies de que se compone la fauna de acompañamiento del camarón nos indica que también existe una variedad amplia de aminoácidos esenciales y minerales, en los cuales podemos encontrar más fácilmente los que sean indispensables para el crecimiento de la artemia. No se pensó en utilizar una harina de pescado comercial debido a la baja calidad nutricional que presenta, ya que es elaborada con altos volúmenes de desperdicios de pescado, debido a la escasez de materia prima que se ha provocado por la pesca irracional que se ha realizado en los últimos años (Fraga, 1986).

2.5.2. Chaya.

Esta es una planta de la familia de las euforbiáceas, su nombre científico es Cnidoscolus chayamansa. Es un vegetal muy común en la zona del sureste de México; fue consumida desde la época de los mayas, en los siglos siguientes a la colonia es llevada a Chiapas, Veracruz y Oaxaca, pero la utilización de la chaya fue olvidándose por la presencia de nuevas verduras y hortalizas.

Es un arbusto que mide entre 2 a 3 metros de alto. Su médula es gruesa y blanca, los tallos gruesos son cenicientos y los delgados verdosos. Las hojas tienen pecíolos largos, que al desprenderse producen un látex blanco, son más anchas que largas;

trilobuladas casi a la mitad, e irregularmente dentadas, de color verde. La inflorescencia es encima, casi trihorquilladas y las flores son blancas (Díaz, 1974).

Desde épocas muy antiguas se le asocian propiedades curativas a la chaya, como en la diabetes, padecimientos en vías urinarias, colesterol, urticarias, entre otras (Díaz, 1974). En cuanto a sus cualidades nutritivas, los análisis proximales muestran que la hoja contiene un valor proteico (20-30%). Otros análisis químicos, realizados a las hojas de chaya, nos indican que ésta posee sales de hierro, fósforo y calcio, vitaminas A, C, tiamina, riboflavina y niacina; contiene además varios aminoácidos de los 20 conocidos como esenciales, poseen bajas proporciones de triptófano, histidina y cisteína. Contiene también, altas cantidades de ácido cianhídrico (92.6 ppm en hoja seca), pero esta presente en forma de glucósidos solubles, fácilmente hidrolizables por calentamiento, un minuto hirviendola descompone todo el compuesto. La digestibilidad "in vitro" de las proteínas es de 80.24% (González, 1977; Rivas, 1985).

También contiene varios ácidos grasos como el linoleico, oleico, linolénico, palmítico y esteárico, entre los que se encuentran los esenciales para el hombre y para crustáceos; además contiene colesterol y varios derivados de éste (Nagy, 1978).

Con lo que respecta a su cultivo, la chaya requiere pocas atenciones. Esta crece solo en lugares con menos de 300 metros de altura sobre el nivel del mar, por lo que las tierras de la región yucateca son muy aptas para su cultivo. Se puede plantar

en cualquier época del año, y cualquier corte de la planta producirá raíces en un tiempo razonablemente corto. Una vez firmemente plantadas pueden resistir a drenajes defectuosos. La chaya crece en una gran variedad de suelos. Después de un año de plantada puede soportar que se le pade considerablemente, respondiendo con un retoño rápido. Una cosecha del 60% a 80% de hojas y ramas parece no ser excesiva y solamente unas semanas son necesarias para que se realice una cosecha de la misma magnitud (González, 1977).

Todas estas características mencionadas hacen de la chaya un buen vegetal alimenticio, que puede llegar a ser un ingrediente importante en dietas balanceadas tanto para humanos como para animales.

2.5.3. Canavalia.

Su nombre científico es Canavalia ensiformis, es una planta perteneciente a la familia Leguminosae, que crece en forma de un pequeño arbusto. En Yucatán la planta tiene comportamiento anual; si se siembra al inicio de las lluvias, en Mayo o en Junio, la planta empieza a florecer en Agosto o Septiembre, y las vainas comienzan a madurar en Diciembre. La semilla es grande y de color blanco.

La canavalia es oriunda de América Central, pero es desconocida en Yucatán como planta de importancia económica; sin embargo, se han encontrado restos de semillas, en esta región geográfica, fechada en aproximadamente 320 años a.de C. En 1980 es traída la semilla de canavalia a Yucatán, generando una serie de estudios sobre ella, debido al comportamiento sobresaliente de la planta en condiciones típicas de ésta región, 1800, 2500 y 600

Kg/ha de rendimiento de grano en las temporadas de 1981/82, 82/83 y 84/85 respectivamente. De los resultados experimentales realizados se concluye que la canavalia es una planta apropiada para las condiciones ecológicas y sociales de Yucatán, y que su siembra podría contribuir positivamente a la economía de la región (Kassler, 1985).

Por lo que se refiere a su composición química, se sabe que tiene un alto contenido proteico (29.5%), ver tabla 4, además tiene varios aminoácidos esenciales, contiene también calcio, fósforo y magnesio; éste análisis bromatológico permite observar que es una buena fuente de energía y proteína. Sin embargo, su uso como alimento animal está restringido, ya que el grano crudo posee varios factores anti-nutritivos como: inhibidores de tripsina y quimiotripsina, actividad ureasica, las lectinas concanavalina A y B y los aminoácidos canalina y canavanina. Todos éstos factores son solubles y termolábiles, y deben ser eliminados por acción de calor húmedo; pero en algunos experimentos realizados se ha observado que el proceso de destoxificación es problemático, especialmente si se trata de dietas para monogástricos. Se han realizado diferentes pruebas para saber el grado de destoxificación de los granos, y se ha observado que según el tipo de animal (ave, pez, rumiante), es el efecto que tiene el tóxico (Ellis, 1985).

Su alto contenido nutricional y su adaptabilidad a la región yucateca, la hace una leguminosa que vale la pena probar como ingrediente en dietas de crustáceos, para observar el efecto producido sobre estos.

2.5.4. Leucaena sp.

La leucaena es una leguminosa originaria de México y América Central, crece en climas tropicales y subtropicales, en suelos secos, alcalinos, como el de la península de Yucatán y Costas del Pacífico, y suelos con una elevación de 900 metros aproximadamente. Pueden adaptarse a una amplia variedad de habitats. En un medio idóneo la leucaena crece rápidamente, en sus fases de trasplantes y maduración, llegando a alcanzar una altura de 1 metro en un mes, 2.4 metros en tres meses y 4.2 metros en cinco meses. Sin embargo, plantado en una densidad estandar y cosechándose regularmente, puede mantenerse como un arbusto foliáceo de baja altura.

Se le conoce en varios lugares con diferentes nombres comunes, como: "koa haola", "ipil ipil", "guaje", "lamtore", "leadtree", "kho babool" y "huachín". Existen varias especies de ésta leguminosa y varios híbridos artificiales como: L. esculenta, L. macrophyla, L. pulvurulenta y L. diversifolia L. leucocephala.

Son varios los usos que se le han dado al árbol de leucaena: las hojas se utilizan como alimento de animales, las semillas inmaduras en la alimentación, la madera como combustible, como árbol de sombra, como carbón, como fertilizante, como poste y valla (Brewvaker, 1980).

La leucaena posee un alto contenido de proteínas (13.0-29.0%) en la harina de hoja seca, la cantidad varía según la relación hoja:tallo presente en la muestra; lo mismo pasa en las determinaciones de ceniza y fibra cruda, que dependen de la cantidad de material leñoso y de tallos respectivamente presentes

en la muestra, por lo que se dan rangos y no valores exactos del contenido de cada uno de los compuestos. Posee una digestibilidad de 50-70%.

La leucaena ha sido utilizada generalmente como alimento para ganado, encontrándose como un mejor y buen sustituto de la alfalfa. Su composición aminoacídica es similar a ésta; es deficiente en aminoácidos que contienen azufre, pero tiene una amplia variedad de aminoácidos esenciales, contiene también sales de calcio, fósforo y sodio (Pound, 1985).

La única restricción que presenta la leucaena, es la presencia del aminoácido mimosina en altas cantidades (0.3 a 4.72% de follaje "tierno") que se encuentra en las partes en crecimiento activo de la planta, tales como: las puntas en crecimiento, hojas tiernas, flores, retoños jóvenes y semillas. Los tallos más viejos, raíces y vainas sin semilla contienen menores cantidades (aproximadamente 1%) (Pound, 1985).

**MATERIALES
Y
METODOS**

3. PARTE EXPERIMENTAL.

3.1. Diseño del Experimento.

La parte experimental de éste trabajo esta comprendida por los siguientes procedimientos: (a) recolección y procesamiento de las materias primas (pescado, canavalia, chaya y guaje) de las dietas a probar; así como la elaboración de estas. (b) análisis bromatológicos de las materias primas utilizadas y de las dietas elaboradas. (c) efectividad del funcionamiento de las dietas en el crecimiento y reproducción de Artemia salina, proporcionando las harinas a las artemias durante los bioensayos, llevados a cabo en acuarios, desde su fase naupliar hasta su fase adulta. (d) análisis bromatológicos de las artemias adultas de los bioensayos, a las que se alimentó con las dietas formuladas.

Para la elaboración de las dietas se inicio el trabajo con ingredientes no tradicionales probados experimentalmente por prueba y error, en algunos bioensayos con artemias, y otros de los que se tenía referencia bibliográfica, sobre su calidad nutricional por su contenido de proteínas, aminoácidos esenciales, carbohidratos, grasas y ácidos grasos. También porque por sus características favorables pudieran llegar a formar parte de dietas balanceadas para crustáceos, entre los que se encuentra la artemia. El contenido proximal, de los alimentos que proporcionan rangos óptimos de crecimiento en crustáceos, tomando en cuenta un promedio de los porcentajes reportados en diferentes tipos de dietas halladas en la bibliografía, fueron los siguientes: 20-30% de proteína, 3-5% de grasas y 40-55% de carbohidratos.

Tomando en cuenta estos valores se elaboró una serie de dietas que contarán, de una forma teórica, con los requerimientos necesarios ya mencionados. Para lograr este objetivo, se propuso un sistema matemático de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas (las ecuaciones fueron de tipo lineal, de la forma $aw+bx+cy+dz=e$ donde a,b,c,d,e son constantes y w,x,v,z son incógnitas); en nuestro caso las incógnitas que se desean encontrar son los porcentajes de cada ingrediente (chaya, canavalia, guaje y pescado) los cuales se necesitan combinar para obtener las proporciones de proteína, carbohidratos y grasa que se buscan. Las constantes, relacionadas con las incógnitas, son la cantidad con la que contribuirá cada una de las materias primas dentro de las dietas que se quieren formular. La resolución de estos sistemas de ecuaciones permitieron encontrar las combinaciones más adecuadas para formular las dietas con los porcentajes proximales deseados mencionados en el párrafo anterior. Las combinaciones que se llevaron a cabo se muestran en la tabla 5, y en la figura 7 se observa el análisis proximal teórico; en esta última se nota que la harina de pescado es la única que presenta un porcentaje alto de proteína, en comparación del propuesto, pero lo que se probará es si ésta puede servir como dieta testigo, por contar con un excelente balance de aminoácidos, vitamina B y el llamado factor no identificado de crecimiento (Fraga, 1986).

Después de haber efectuado la primera parte del inciso (a) descrito, se procedió a procesar las materia primas en forma de harinas, cuyo tamaño de partículas pueda ser filtrado por las artemias. Para esto se siguió una rutina sencilla de lavado,

hervido, secado, molienda y molido fino. Ya obtenidas las harinas se realizaron las mezclas adecuadas para la formulación de las dietas que se diseñaron (Tabla 5).

El siguiente paso lo constituyó la determinación, en cada una de las harinas elaboradas, de los porcentajes de humedad, proteínas, carbohidratos, ceniza y grasa bruta, para cuantificar los valores proximales reales que se tienen en cada una de las dietas, que son diferentes a los teóricos esperados (ya que para determinar estos se tomaron en cuenta los valores proximales de referencia bibliográficos de las materias primas), y estos se diferencian de los reales debido principalmente a que las condiciones, en que se determinaron unos y otros no son iguales, además de que las diferencias ecológicas existentes de una región a otra de donde se colectan las materias primas tampoco son las mismas.

Para llevar a cabo el tercer inciso del diseño, se procedió a realizar bioensayos con artemias en acuarios, proporcionándoles las dietas experimentales elaboradas por la autora. El objetivo de efectuar una serie de bioensayos, fue el de evaluar si las dietas cumplieron con los requerimientos nutricionales necesarios para que las artemias pudieran presentar un crecimiento óptimo y una calidad nutricional, mejor o igual, que los reportados en la bibliografía, y también se compararon con los que presentan las artemias silvestres.

Para detectar si se logró cumplir con los objetivos deseados, hubo que llevar a cabo mediciones que sirvieran como criterios de comparación en el crecimiento, reproducción y calidad nutricional. Los bioensayos que se realizaron fueron

Tabla 5. Proporciones de las Materias Primas en las Dietas Elaboradas para Arteola salina.

Dieta #	Materias Primas	Proporciones
1	Harina de Pescado	100%
2	Harina de <u>Canidoscolus chayamansa</u>	100%
3	Harina de <u>Leucaena leucocephala</u>	100%
4	Harina de <u>Canavalia ensiformis</u>	100%
5	Harina de <u>Canidoscolus chayamansa</u>	52%
	Harina de <u>Canavalia ensiformis</u>	48%
6	Harina de <u>Canidoscolus chayamansa</u>	50%
	Harina de <u>Leucaena leucocephala</u>	50%
7	Harina de Pescado	20%
	Harina de <u>Canidoscolus chayamansa</u>	80%
8	Harina de Pescado	20%
	Harina de <u>Canavalia ensiformis</u>	80%
9	Harina de Pescado	20%
	Harina de <u>Leucaena leucocephala</u>	80%

realizados desde la fase naupliar hasta la fase adulta de las artemias, y las mediciones que se hicieron para obtener los criterios mencionados, fueron: 1) densidades poblacionales al inicio y final del experimento (dadas en número de nauplios/litro y adultos/litro), 2) determinar el porcentaje de sobrevivencia de las artemias en los bioensayos; 3) se contó también el número de hembras ovigeras/ litro, 4) además se midió la talla que alcanzaron los adultos al final del bioensayo como otro criterio más de comparación en estas diversas pruebas de la evaluación de las dietas.

Como último paso, tanto a las artemias de los bioensayos alimentadas con las dietas experimentales, como a las silvestres que no han tenido ninguna alimentación controlada, se les realizó un análisis proximal para determinar la cantidad de proteína, carbohidratos, grasa, cenizas, fibra bruta y humedad. Este procedimiento se utilizó para comprobar la influencia del tipo de alimentación sobre la composición proximal de las artemias adultas de los bioensayos.

3.2. Metodología Empleada.

3.2.1. Elaboración de las dietas en forma de harina (ver figura 6).

Material.

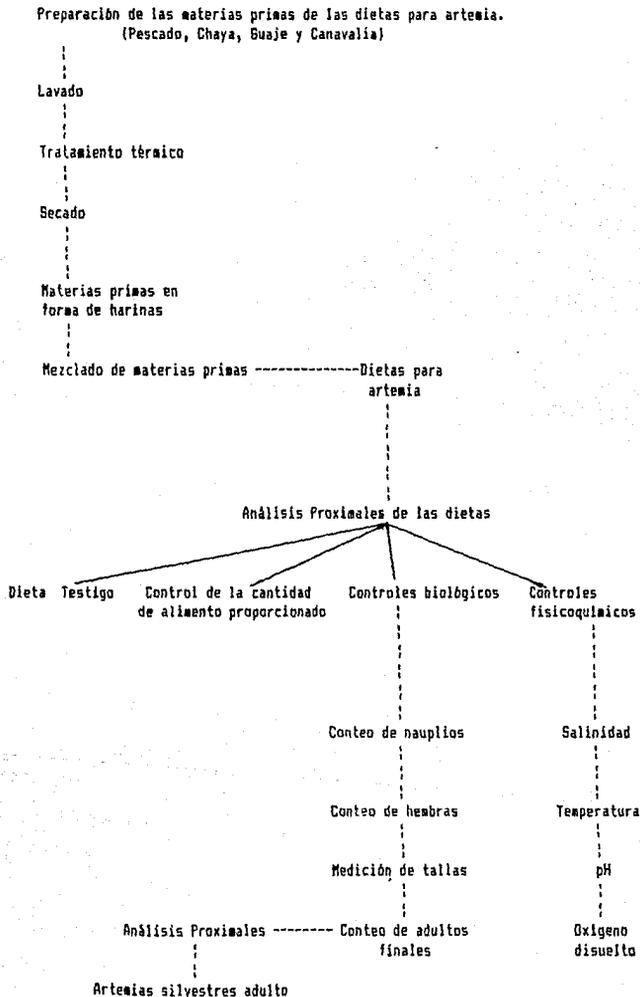
- 1 Olla peltre de 5 litros de capacidad.
- 1 Olla de presión Presto (modelo de 21 l y 18.5 lb/pulg² de presión.
- 1 Mechero tipo Fisher.
- 1 Colador de metal.
- 2 Estufas de aire de convección natural marca Caisa/Alley de 0 a 300°C.
- 1 Termómetro de escala de -10 a 400°C.
- 1 Molino de carne.
- 1 Licuadora de 9 velocidades marca Man.
- 1 Molino de martillos tipo semiindustrial.
- 1 Molino de martillos eléctrico para laboratorio con malla fina.
- 1 Balanza granataria.

Metodología.

Las materias primas con las que se contó para la elaboración de las dietas fueron cuatro: 1) Peces invertebrados sin valor comercial que forman parte de la fauna de acompañamiento del camarón, 2) hojas de Cnidoscopus chayamansa, 3) hojas de Leucaena leucocephala y 4) semillas de Canavalia ensiformis. A cada uno de estos ingredientes se les procesó, hasta llevarlos a la forma de harinas, llevando a cabo los siguientes pasos:

- 1) Lavado. Cada una de las materias primas recolectadas se lavó con agua potable, a chorro de agua hasta eliminar por

Figura 6. Diagrama para la elaboración de alimentos para Artemia salina y la medición de la eficiencia de éstos sobre su crecimiento y reproducción.



completo la basura y tierra que contenían .

2) Tratamiento térmico. El guaje, la chaya y el pescado se hirvieron durante 15 minutos en agua a fuego directo. Esto es con el fin de eliminar en estos cualquier microorganismo contaminante que puede ser patógeno para las artemias. Este paso también sirve para inactivar alguna sustancia tóxica existente en los materiales recolectados.

La canavalia fue tratada de distinta forma, ya que fue hervida a 120°C y 15 lb/pulg² de presión durante hora y media en autoclave. Esto se debió a que los granos de canavalia poseen un factor tóxico, llamado canavanina, que según los experimentos realizados sobre el efecto de diferentes tiempos de cocción (en autoclave), sólo puede eliminarse en las condiciones mencionadas (Belmar, 1985).

3) Secado. Después de hervidas la chaya y el guaje se les elimina el exceso de agua, envolviendo las hojas en una tela de gasa y exprimindolas, las hojas se metieron después a una estufa para secado a una temperatura entre los 80-100°C durante 15-20 horas.

El pescado y la canavalia fueron sometidos a la misma temperatura y tiempo de secado, pero antes de introducirlos a la estufa se les pasó por un molino de carne para facilitar el secado ya que el grano entero de la canavalia tarda más en secarse y el pescado, como estaba formado por muchas espinas, es más fácil molerlo así en el paso siguiente. El exceso de agua, con la canavalia y el pescado, se eliminó al pasar por el molino de carne por simple escurrimiento.

4) Molienda. La chaya y el guaje fueron directamente molidos

en una licuadora, el pescado y la canavalia primero se pasaron a un molino de martillos.

5) Molido fino. Con el fin de obtener harinas con un tamaño de partículas que pueda ser filtrado por las artemias se paso, a cada una de las materias primas, por un molino de martillos que contaba con una malla fina (050).

Ya obtenidas en forma de harinas todas las materias primas, se elaboraron las dietas, que se proporcionaron a las artemias, por medio del mezclado de los ingredientes en las proporciones calculadas (mencionadas en la tabla 5), para obtener el contenido proximal teórico deseado que cumple los requerimientos nutricionales para crustáceos.

3.2.2. Técnicas analíticas para los análisis proximales de las dietas.

Material y Equipo:

Mufla Sybron/Thermolyne de 0 a 1200°C	
Balanza Analítica.	Equipo Soxhlet para determinación de grasa.
Desecador de vidrio.	Cartuchos de extracción.
Crisoles de porcelana.	Mangueras de hule.
Pinzas para crisol.	Parrillas de calentamiento.
Matraces Kjeldahl de 250 ml.	Matraces erlenmeyer de 1 l.
Espátulas.	Refrigerantes.
Probetas de 50 ml y 200 ml.	Tapones de hule.
Digestor Kjendhal.	Soportes universales.
Equipo destilador Kjendhal.	Pinzas de tres dedos.
Frascos goteros.	Tubos de ensaye 15x20 mm.
Matraces erlenmeyer de 250 ml.	Gradillas.
Bureta de 25 ml.	Pipetas de 1,5 y 10 ml.
Vasos de precipitado 100 y 300 ml.	

Metodología.

Los análisis realizados, para determinar las cantidades reales nutricionales de las dietas a probar, fueron llevadas a cabo en el Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de Mérida, y las técnicas son las siguientes:

- a) Determinación de humedad según el método descrito en el AOAC en la 13a. edición (1980) en el inciso 7.006
- b) Determinación de ceniza según el método descrito por el

AOAC en la 13a. edición (1980) en el inciso 7.009

c) Determinación de proteína cruda por la técnica de macrokjeldahl según el método descrito en el AOAC en la 13a. edición (1980) en el inciso 2.056.

d) Determinación de grasa cruda según el método descrito en el AOAC en la 13a. edición (1980) en los incisos 7.056 y 7.057.

e) Determinación de fibra cruda según el método descrito en el AOAC en la 13a. edición (1980) en los incisos 7.061 a 7.065.

f) Determinación de carbohidratos totales. Fueron determinados por diferencia con la suma de las determinaciones de proteína, grasa, fibra y ceniza.

3.2.3. Efecto de las harinas en el crecimiento de las artemias de los bioensayos.

Material y Equipo:

1 Acuario de 60x60 cm.

9 Acuarios de 60x30 cm divididos c/u en tres compartimentos iguales de 20x30 cm.

1 Refractómetro tipo American Optical Corp. Keene N.H. U.S.A.

1 Potenciómetro.

1 Bureta de 25 ml.

1 Soporte Universal.

1 Finzas para bureta.

Botellas DBD de 300 ml.

Pipetas de 1,5 y 10 ml.

Matraces erlenmeyer de 250 ml.

Pipeta volumétrica de 25 ml.

Balanza granataria.

Plástico negro de $\frac{1}{2}$ m².

Tamices de malla de 150-200 micras.

Probeta de 50 ml.

Vidrio de reloj.

Cajas petri de vidrio.

Pipetas pasteur.

Regla de 20 cm de longitud.

3.2.3.1. Condiciones de los bioensayos de artemia.

Estos bioensayos se llevaron a cabo en el puerto de Yucalpetén, Yucatán en el Centro Regional de Investigaciones

Pesqueras del Instituto Nacional de la Pesca. Se trabajó durante un período de cuatro meses (Septiembre a Diciembre de 1987, época otoño-invierno). El área que se ocupó para realizar el cultivo de las artemias se encontraba al aire libre, pero protegida del sol por un techo de lámina de asbesto.

*) Controles fisicoquímicos medidos durante los bioensayos en acuarios:

a) Salinidad. Para los bioensayos se ocuparon nueve acuarios, c/u dividido en tres compartimentos iguales. Durante el cultivo se utilizó agua con una salinidad que varió en un rango entre los 110 y 120‰. (la salinidad fue medida con un refractómetro). Para obtener ésta concentración se mezcló agua de mar con 32% con agua de charca de alta salinidad (mayor de 300‰) proveniente de Xtampú, Dzemul, Yucatán. Se mantuvo este intervalo de salinidad diluyendo con agua de mar cada vez que, por la evaporación, aumentaba la concentración de sal. Esto se hacía cada 2 a 3 veces por semana. El volumen adicionado a cada compartimento de los acuarios fue aproximadamente de 10 litros, pero no se mantuvo constante durante los bioensayos por las adiciones de agua de mar que se hicieron para mantener el rango de salinidad deseada.

b) Temperatura. Se midió la temperatura del medio ambiente y del agua de los acuarios cada tercer día, para observar las variaciones en el transcurso de los bioensayos.

c) pH. Con un potenciómetro se realizaron tres mediciones de pH, al inicio, a la mitad y al final del experimento.

d) Oxígeno disuelto. Se llevaron a cabo seis determinaciones en el agua de cultivo durante los bioensayos; éstas se efectuaron

por el método de Strickland para aguas marinas (modificación del procedimiento clásico de Winkler).

e) Iluminación. Con la que contaron los acuarios fue la del sol, recibida indirectamente.

Los bioensayos se realizaron en acuarios porque era el material y las condiciones disponibles, en el momento de diseñar y empezar los bioensayos efectuados en éste trabajo. Las condiciones fisicoquímicas mencionadas, fueron simplemente medidas no se mantuvieron constantes, esto es para llevar un control de las condiciones ambientales, climatológicas y de laboratorio en las que se desarrollaron los bioensayos, y así saber en que condiciones los resultados son válidos, y pueden ser reproducidos en éstas mismas circunstancias durante la época del año en que se lleve a cabo el cultivo; y lograr con esto un criterio de comparación con la información bibliográfica que se tiene, además de tomar en cuenta los resultados que se obtengan en los acuarios al efectuar los cultivos en estanques en el campo, contando también con que la especie con que se esta trabajando esta muy bien aclimatada al medio ecológico donde se encuentra localizada.

3.2.3.2. Bioensayos con artemia.

En cada uno de los nueve acuarios, que se utilizaron para los bioensayos, se adicionaron nauplios de artemias provenientes de la eclosión de quistes colectados en las salinas de Xtampú, Dzemul, Yucatán (el 28/7/87). Para llevar a cabo las eclosiones se siguió una relación en la que se adicionó 0.5 gramos de quiste por cada 18 litros de agua de mar. Cuando se contó con menos

cantidad de agua, se hicieron los cálculos necesarios para obtener la cantidad de quistes a utilizar en la eclosión. Las eclosiones se realizaron en un acuario de 20 litros de capacidad, oxigenando con un burbujeo de aire fuerte, a temperatura ambiente. Después de 48 horas se colocaron los nauplios brotados. Para obtenerlos se cubrió todo el acuario de eclosión, con un plástico negro, dejando una porción descubierta en una de las esquinas, de tal forma que se filtrara luz en una zona reducida, donde se concentraron los nauplios (aprovechando la propiedad fototáctica que poseen). Ya que todos se hubieron aglomerado, se sifonearon a una cubeta con una manguera delgada, de forma que se obtuvieron solo los nauplios, eliminando los quistes que no brotaron y las basuras existentes en el agua.

Estos nauplios así cosechados fueron distribuidos en diferentes proporciones (ver tabla 7) en los nueve acuarios en que se realizaron los bioensayos. Las mediciones realizadas, para determinar los efectos de las dietas sobre el crecimiento de las artemias, se realizaron por duplicado, para esto, en cada acuario se tiene una división de tres compartimentos, de tal manera que cada acuario representa una de las dietas, es decir, a todos los nauplios de un acuario se les alimento hasta su edad adulta, con un sólo tipo de dieta.

Al adicionar los nauplios a los acuarios, ya existía una comunidad biológica previamente formada en ellos, ya que tres semanas antes se fertilizó el agua con las dietas correspondientes y se introdujeron cinco artemias hembras adultas, las cuales iniciaron su ciclo de vida normal, lo que

provocó que existiera una degradación del alimento y un establecimiento de bacterias que se adaptaron al sustrato existente.

*) Controles biológicos medidos durante los bioensayos.

a) Eficiencia en el crecimiento. Uno de los parámetros a determinar, con el fin de observar la influencia de las dietas en las artemias, fue la eficiencia en el crecimiento en las artemias de los bioensayos. Para esto, contamos el número de nauplios/litro adicionados a cada acuario, y el número de adultos/litro después de haber alcanzado su madurez sexual. El número de nauplios iniciales varió de un acuario a otro; el conteo de éstos se llevo a cabo de la forma siguiente: Primero se homogeneizó a todos los animales en el volumen total que los contenían; después se tomaron 10 alicuotas, de 50 ml c/u con un vaso de precipitados, en diferentes zonas del acuario, 5 en la parte superficial y 5 en la parte profunda, se contaron los nauplios con una probeta de 50 ml, en cada una de las alicuotas, se sacaron promedios y estos valores se extrapolaron al volumen total de agua que contenía el acuario, para conocer el número de nauplios totales por litro. El conteo de adultos se llevo a cabo de la misma forma que el de los nauplios.

b) Porcentaje de hembras con saco ovigero. Este se determinó contando el número de hembras con saco ovigero presentes en cada acuario. Se contaron las hembras de la misma forma que los nauplios y adultos. A los machos se les puede diferenciar fácilmente por llevar unas pinzas delanteras, mientras que en las hembras ovigeras se nota el pequeño saco ovigero al final del tórax (a simple vista es una bolsa circular roja de

aproximadamente 0.2 mm de diámetro).

c) Medición de la talla de las artemias adulto. Se midió la talla de las artemias adultas maduras sexualmente y alimentadas con cada una de las dietas, para compararlas con las medidas reportadas en la bibliografía; ésta medición se realizó recolectando diez artemias macho y diez hembras de cada acuario y fijandolas con formol al 10% sobre una caja petri. Se extendió el cuerpo de cada artemia con un alfiler, y se midió el largo de cada una en mm con una regla de 20 cm de longitud.

***) Controles alimenticios durante los bioensayos.

a) Cantidad de alimento. La frecuencia con que se proporcionó el alimento a las artemias durante los bioensayos, fue de tres veces por semana en proporciones de 0.6 gramos de dieta por compartimento de cada acuario. Esta frecuencia no se mantuvo constante durante todo el experimento puesto que dependía de las observaciones de los sedimentos en el agua de los acuarios; cuando se veía que todavía había alimento suspendido en la superficie del agua, o ésta se observaba turbia, indicaba que no había sido filtrado el alimento por las artemias, y no se les proporcionaba alimento ese día. Se controló la cantidad de alimento adicionada porque, como ya se mencionó en los antecedentes, si existe un exceso de éste, la ingestión de las artemias disminuye debido a que el alimento se acumula en la boca formando una bola que no puede ser ingerida, además pasa demasiado rápido por el aparato digestivo y no permanece el tiempo que se requiere para ser digerido.

b) Dieta control. Como dieta testigo se utilizó la harina de

pescado, elaborada con fauna de acompañamiento del camarón por la autora; el objetivo que se persigue, al tener una dieta testigo, es contar con un parámetro de comparación en el crecimiento y reproducción de artemia. El porque se escogió la harina de pescado, ya fue mencionado, y es debido a que no se encontró dentro de nuestras posibilidades conseguir una dieta comercial óptima para éste crustáceo, ya que las reportadas en la bibliografía no mencionan la composición proximal exacta del alimento, y todas las dietas que son utilizadas en dichos reportes son extranjeras. Por esta razón, al saber que la harina de pescado, de la fauna de acompañamiento del camarón, tiene una gran variedad de especies que la hacen tener una alta eficiencia en el crecimiento, por su balance de aminoácidos, nos condujo a pensar que con éste alimento las artemias de los bioensayos presentarían un buen desarrollo.

3.2.4. Técnicas analíticas para los análisis proximales de las artemias de los bioensayos.

Material y Equipo:

El mismo que se utilizó para el inciso II.2.

Metodología.

Se realizaron los análisis proximales a las artemias adultas de los bioensayos que fueron alimentadas, durante su crecimiento, con las dietas experimentales propuestas; para saber como influyeron éstas en la calidad nutricional de las artemias, se realizaron también análisis de las artemias silvestres del lugar donde se obtuvieron los quistes.

Los análisis realizados para determinar humedad, grasa y cenizas fueron los ya mencionados en el inciso II.2. El análisis de proteínas, que se llevo a cabo para las artemias, fue el método de biuret debido a que las cantidades de muestras de artemia con las que se contaba para las determinaciones fue pequeña y era solo suficiente para el método de biuret, pero no para el de kjendhal utilizado para las dietas.

El método de biuret es una técnica colorimétrica, que se basa en la formación de un complejo de color púrpura que se origina al reaccionar sustancias con 2 o más péptidos con sales de cobre en solución alcalina. La metodología que se siguió es la que a continuación se describe:

- 1) Se realizó una curva patrón para proteínas con albúmina sérica bovina, pesando directamente 1,2,...,9 mg de ésta.
- 2) Se depositaron 7 mg de las diferentes artemias en tubos de ensaye.

3) Se agregó a cada tubo 4 ml de hidróxido de sodio 1N y se calentó a 100°C a baño maría durante 15 minutos.

4) Se enfriaron las suspensiones a temperatura ambiente.

5) Se adicionó a cada tubo 0.15 ml de sulfato de cobre pentahidratado al 25%.

6) Se rompió el precipitado con vortex.

7) Se reposaron las suspensiones a temperatura ambiente durante 30 minutos.

8) Se centrifugó a 3000 rpm. durante 3 minutos.

9) Se midió la absorbancia de cada sobrenadante a 540 nm.

10) Se determinó la concentración de proteína de las muestras por extrapolación en la curva estandar de albúmina, en la que se gráfico concentración de albúmina contra absorbancia.

La cantidad de carbohidratos totales en las muestras de artemia se determinó por el método de fenol sulfúrico (Dubois, M. et al. 1956). Esta técnica se basa en la reacción colorimétrica efectuada por la condensación de productos de degradación con ácido sulfúrico con un compuesto orgánico (fenol). Las modificaciones al método original son las siguientes:

- i) La concentración de fenol indicada en el artículo se cambió de 80% a 5%.
- ii) El tiempo de reposo se aumentó de 10 segundos a 10 minutos.
- iii) Se realizó una curva patrón con soluciones de dextrosa con concentraciones de 0.01, 0.02, ..., 0.09 mg/ml.

**RESULTADOS
Y
DISCUSION**

4. Resultados y Discusión.

En la figura 7 se muestra una comparación entre la composición proximal teórica y experimental, correspondiente a cada una de las nueve dietas elaboradas para alimentar a las artemias de los bioensayos durante el experimento realizado.

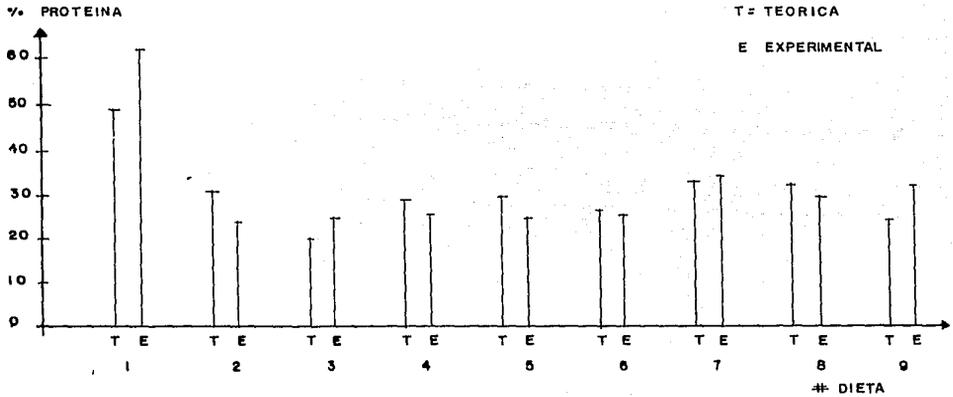
En esta comparación se observa una diferencia, en el contenido protéico experimental con respecto al teórico, que oscila entre un 2-8%, siendo la harina de pescado la que presentó la variación más alta (13%). Por lo que respecta a los análisis de fibra, se obtuvieron variaciones más pequeñas (entre 1 y 3%), a excepción de las dietas que contienen guaje cuyos valores prácticos resultaron ser más bajos que los esperados (ver figura 7, histograma 3); ésta variación quizá se pueda explicar recordando que para la elaboración de dichas dietas se utilizaron sólo las hojas de ésta leguminosa, ya que les fueron eliminados los tallos donde se encuentra contenido el mayor porcentaje de fibra. En cuanto a las determinaciones de grasa, se obtienen diferencias entre un rango de 0.5 a 1%, y en las de carbohidratos se encuentran entre un 1 y 9%

Todas las variaciones mencionadas, entre los valores teóricos y experimentales, no presentan alguna tendencia que pudiera ser atractiva, tomando en cuenta las diferentes condiciones que se presentan de una zona ecológica a otra, y que de alguna manera afectan la composición bioquímica de las materias primas de las dietas elaboradas. Por tanto, los valores proximales experimentales de las dietas sirvieron para conocer el contenido nutricional real que se proporcionó a las artemias de los bioensayos, y los valores proximales teóricos sólo se tuvieron

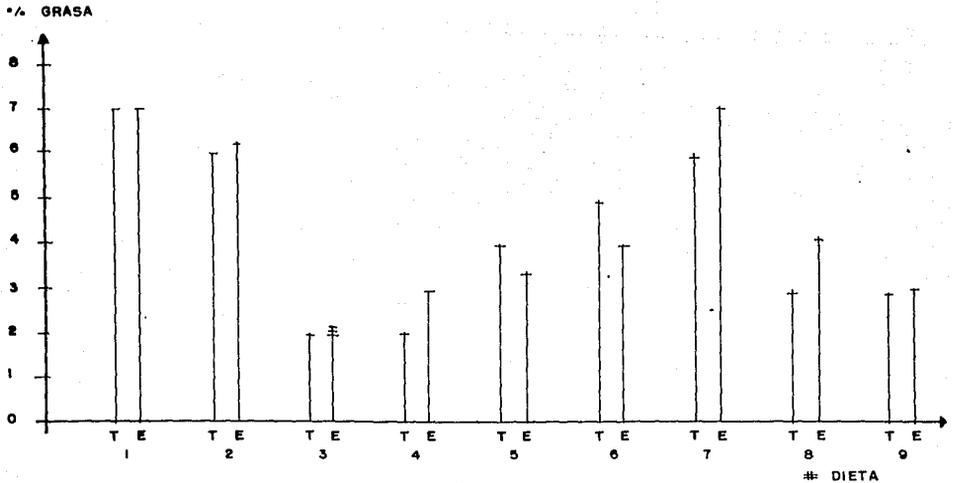
Figura No. 7

COMPARACION DE LOS ANALISIS PROXIMALES DE LAS DIETAS TEORICAS Y PRACTICAS ELABORADAS PARA LAS ARTEMIAS DE LOS BIENSAYOS. (BASE SECA)

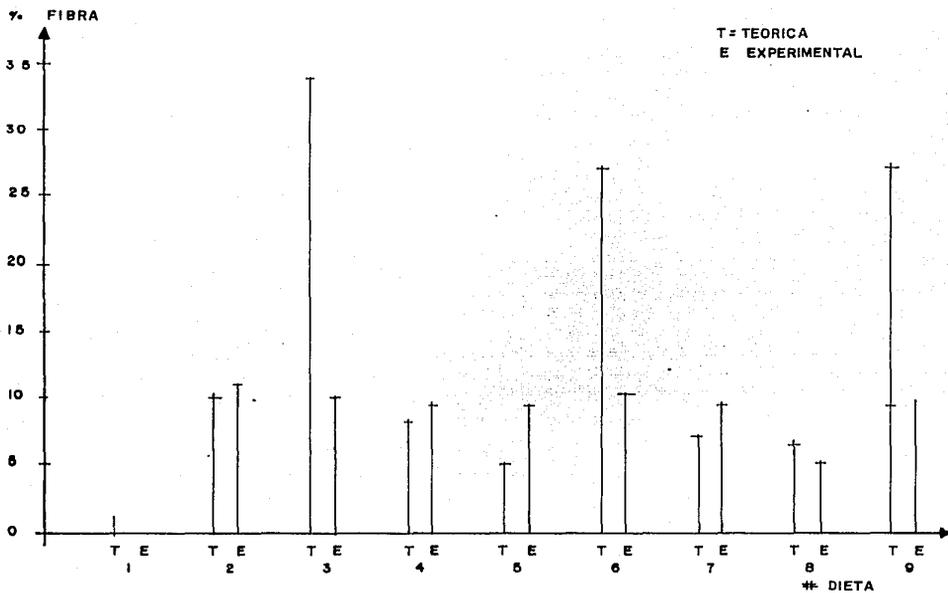
HISTOGRAMA 1: PORCENTAJE DE PROTEINAS.



HISTOGRAMA 2: PORCENTAJE DE GRASA.



HISTOGRAMA 3: PORCENTAJE DE FIBRA



HISTOGRAMA 4: PORCENTAJE DE CARBOHIDRATOS TOTALES

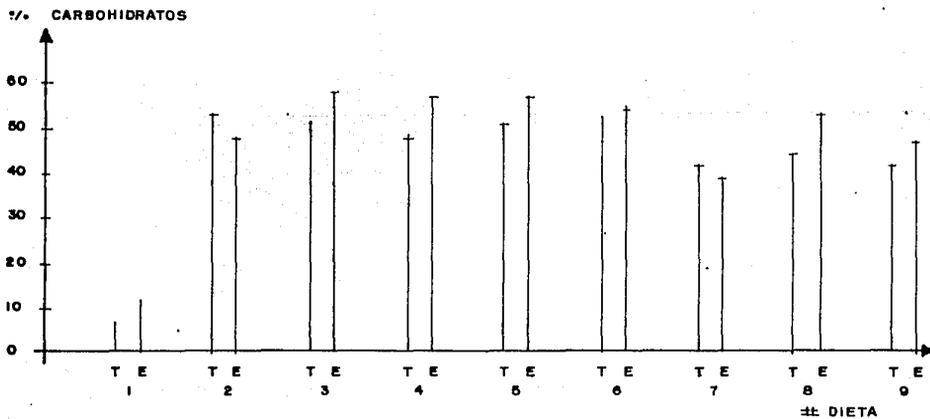


Tabla 6. Análisis Proxiales de las Dietas elaboradas para

Artemia salina.

Dieta #	%Proteína	%Grasa	%Fibra	%Ceniza	%Carbohidratos Totales
1	82.0	7.0	-	20.29	10.71
2	23.86	6.22	11.06	10.84	42.92
3	24.47	2.18	10.14	5.18	57.53
4	26.06	3.0	8.72	5.92	56.3
5	24.67	3.45	8.59	6.77	56.52
6	25.83	3.98	9.60	7.0	53.59
7	34.55	7.11	8.60	11.16	38.57
8	29.70	4.25	5.43	7.41	53.21
9	32.80	3.13	7.91	8.89	42.27

como una referencia para saber como ajustar los ingredientes de las dietas a los requerimientos nutricionales a que se quería llegar.

Las proteínas y carbohidratos son las principales fuentes de energía de artemia (Provasoli, 1976), por esto fueron los requerimientos más importantes que interesó que estuvieran ajustados en las dietas con las que se alimentó a dichos organismos. La variación de proteínas con que se trabajó en las dietas experimentales osciló en un 20-30%, éste intervalo se fijó tomando en cuenta que los requerimientos para crustáceos varían entre un 30-40%, pero como además se cuenta con datos que indican que a niveles bajos (10-15%) como altos (50-60%) de proteína se obtiene un buen crecimiento de artemia (Amat, 1980), se procuró por tanto mantener un 20-30% en las dietas, por ser un rango que se encuentra dentro de los límites nutricionales de muchos crustáceos y en un nivel intermedio para las necesidades de proteína de artemia. Los otros requerimientos (carbohidratos, grasa y ceniza) fueron ajustados según los indicados para los crustáceos, ya que tampoco se contó, en nuestra revisión bibliográfica, con información específica para artemia.

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos para cinco dietas, de las nueve que fueron elaboradas. No se exponen los resultados de las nueve dietas debido a que en un periodo de 90 días las artemias de los bioensayos alimentadas con las dietas de guaje, chaya/guaje y pescado/ guaje no llegaron a la madurez sexual, por lo que se consideró que éste es ya un tiempo demasiado largo, para que las artemias alcancen su máximo crecimiento, por lo que se suspendió la adición de alimento y se

Tabla 7. Parámetros medidos para conocer el efecto producido por las dietas elaboradas sobre el crecimiento de las artemias de los bioensayos.

No. Dieta	Nauplios iniciales	Adultos finales	Hembras con saco ovigero	Adulto/ Nauplio	Hembras/ Adulto
1 A	430	242	100	0.56	0.41
B	550	324	48	0.59	0.15
C	338	246	96	0.73	0.39
2 A	62	90	42	†	†
B	102	140	48	†	†
C	490	214	26	0.44	0.12
5 A	140	140	40	1	0.29
B	144	140	40	0.97	0.29
C	152	100	40	0.66	0.4
7 A	80	80	36	†	†
B	114	184	48	†	†
C	264	204	16	0.77	0.08
8 A	214	202	50	0.94	0.25
B	432	202	34	0.47	0.17
C	374	312	58	0.83	0.19

No. Dieta	Talla hembras adulto (mm)	Talla machos adulto (mm)	Tiempo del crecimiento de los nauplios a adulto (días)
1	6.89±0.38	5.61±0.26	19-21
2	7.54±0.61	6.11±0.38	19-21
5	7.58±0.14	6.0±0.83	21-23
7	7.79±0.46	6.30±0.31	23-25
8	7.0±0.58	5.94±0.10	23-25

† Estos datos no se consideran por presentarse reproducción y no crecimiento.

consideró que dichas dietas no cumplían con los objetivos particulares propuestos para éste trabajo. La dieta a base de canavalia tampoco cumplió con lo que se requería, porque los nauplios alimentados con ella murieron al cuarto día de iniciado el bioensayo.

En la mencionada tabla, se muestran los factores que fueron medidos durante el experimento para observar los efectos producidos por las dietas 1(pescado), 2(chaya), 5(chaya/canavalia), 7(pescado/chaya) y 8(pescado/canavalia) sobre el crecimiento de las artemias de los bioensayos. Se registra el número de nauplios totales adicionados a cada acuario, y el número de adultos y hembras con saco ovífero obtenidos en un periodo de tiempo determinado al final de cada bioensayo. En éste experimento se consideró como final del bioensayo cuando se manifestaron los caracteres sexuales secundarios a la población de nauplios adicionados a cada acuario al iniciar el cultivo. Se proporciona la relación adulto/nauplio que indica la eficiencia en el crecimiento producida por las dietas, y la relación hembras con saco ovífero/adulto como eficiencia en la reproducción. Además se dan las tallas de las artemias adultas hembras y machos, y el periodo de crecimiento presentado por éste crustáceo desde su fase naupliar hasta su fase adulta. Con los valores que se obtuvieron de las relaciones adulto/nauplio y hembras/adulto se efectuaron los análisis de varianza correspondientes, para saber si se presentaron diferencias significativas entre las eficiencias en el crecimiento y reproducción producidas por cada una de las dietas experimentales.

Con los valores obtenidos de las relaciones adulto/nauplio y hembras/adulto se efectuaron los análisis de varianza correspondientes (ver tabla 8), para saber si se presentaron diferencias significativas entre las eficiencias en el crecimiento y reproducción producidas por cada una de las dietas experimentales. Como resultado de éstos análisis se calculó el valor de F de 4.076 y 9.375 respectivamente, que son mayores que la F reportada en tablas (3.48) para un 95% de confianza, indicando esto que si existen diferencias con significado estadístico entre los cinco tratamientos.

Después de éstos análisis se aplicó la prueba de Duncan a los valores de eficiencia con que se cuenta (ver tabla 7), ya que éste es un método de comparación entre las medias de los distintos tratamientos, con cuya ayuda se puede conocer cual de los alimentos provocó un mejor efecto sobre el crecimiento y reproducción de las artemias de los bioensayos. Con respecto a la relación adulto/nauplio, no se obtuvieron variaciones significativas entre los tratamientos; esto indica que estadísticamente las cinco dietas provocan un crecimiento similar en las artemias de los bioensayos, por lo que cualquiera puede utilizarse para su cultivo. Sin embargo, existen otros factores que pueden considerarse para elegir la dieta que se proporcionará.

La dieta 5, constituida por chaya y canavalia, sería la dieta de elección por los aspectos siguientes. La media de la eficiencia en el crecimiento (relación adulto/nauplio = 0.88) producida por ésta dieta es la más cercana a 1 (ver tabla 7); se considerará que la mejor eficiencia es la que tiene el valor de 1,

Tabla 8. Cuadros de ANOVA.

Cuadro 1. Para la relación adulto/nauplio de las artemias de los bioensayos

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Varianza	Grados de libertad
Tratamiento	1.194	0.298	4
Error	0.733	0.073	10
Total	6.151		14
Factor de corrección=4.224		F=4.076*	

Cuadro 2. Para la relación hembra/adulto de las artemias de los bioensayos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Varianza	Grados de libertad
Tratamiento	0.251	0.0628	4
Error	0.0673	0.00673	10
Total	0.8192		14
Factor de corrección=0.5005		F=9.339*	

Cuadro 3. Para las tallas de las artemias hembras de los bioensayos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Varianza	Grados de libertad
Tratamiento	1.873	0.468	4
Error	2.16	0.216	10
Total	816.871		14
Factor de corrección=812.838		F=2.168	

Cuadro 4. Para las tallas de las artemias macho de los bioensayos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Varianza	Grados de libertad
Tratamiento	0.778	0.194	4
Error	1.987	0.199	10
Total	541.565		14
Factor de corrección=538.801		F=0.975	

F (tablas $\alpha < 0.05$)=3.48

* significa que existe una diferencia significativa.

ya que la relación adulto/nauplio muestra el número de nauplios que han alcanzado el estado adulto y el mejor de los casos sería el que todos los nauplios iniciales alcanzaran el estado adulto. Otro factor importante es la disponibilidad y el costo de las materias primas utilizadas, en base a éste criterio también la dieta 5 sería la mejor, ya que la chaya es una planta que por ser consumida comunmente en la región del sureste tiene una amplia disponibilidad; además de que puede ser cultivada durante todo el año sin requerir grandes cuidados y una de sus variedades crece de forma silvestre también en todo el año, esta disponibilidad hace que su costo no sea elevado en comparación de cualquier otro alimento de consumo humano. Por lo que respecta a la canavalia, es una semilla cuyo cultivo se empieza a implementar y que se desea ampliar en todo el estado, por lo que existen facilidades por parte de algunas instituciones para fomentar su cultivo y poder integrarlo a la economía de la región.

Analizando ahora los resultados obtenidos con la prueba de Duncan (ver tabla 9) aplicada a los valores de eficiencia de reproducción (relación hembra/adulto), vemos que también la dieta 5 es la mejor opción. Ya que en éste caso la mejor eficiencia será la que tienda a 0.5, porque se tiene como referencia bibliográfica que en una población de artemias adultas se mantiene una proporción 1:1 de hembras y machos (Ivleva, 1969; Versichele y Sorgeloos, 1980). Por lo tanto la mejor eficiencia en reproducción será la que tenga un mayor número de hembras ovígeras, ya que ésto implica que existirá también un mayor número de nauplios en las siguientes generaciones; como ya se

Tabla 9. Cuadros Prueba de Duncan.

Cuadro 1. Para la relación adulto/nauplio de las artemias de los bioensayos

No. de medias	2	3	4	5
t múltiple $\alpha=0.05$	3.15	3.30	3.37	3.43
L.S. entre promedios	0.491	0.515	0.526	0.535

Tratamiento:	2	1	8	7	5
media:	0.44	0.63	0.75	0.77	0.88

Diferencias entre las medias de los tratamientos.	L.S. entre promedios
5-2 = 0.88-0.44 = 0.44	0.535
5-1 = 0.88-0.63 = 0.25	0.526
5-8 = 0.88-0.75 = 0.13	0.515
5-7 = 0.88-0.77 = 0.11	0.494
7-2 = 0.77-0.44 = 0.33	0.526
7-1 = 0.77-0.63 = 0.14	0.515
7-8 = 0.77-0.75 = 0.02	0.494
8-2 = 0.75-0.44 = 0.31	0.515
8-1 = 0.75-0.63 = 0.12	0.494
1-2 = 0.63-0.44 = 0.19	0.494

Cuadro 2. Para la relación hembra/adulto para las artemias de los bioensayos.

No. de medias	2	3	4	5
t múltiples $\alpha=0.05$	3.15	3.30	3.37	3.43
L.S. Entre promedios	0.148	0.155	0.158	0.161

Tratamiento:	7	2	8	1	5
media:	0.08	0.12	0.20	0.22	0.33

Diferencias entre las medias de los tratamientos.	L.S. entre promedios
5-7 = 0.33-0.08 = 0.25*	0.161
5-2 = 0.33-0.12 = 0.21*	0.158
5-8 = 0.33-0.20 = 0.13	0.155
5-1 = 0.33-0.22 = 0.11	0.148
1-7 = 0.22-0.08 = 0.14	0.158
1-2 = 0.22-0.12 = 0.10	0.155
1-8 = 0.22-0.20 = 0.02	0.148
8-7 = 0.20-0.08 = 0.12	0.155
8-2 = 0.20-0.12 = 0.08	0.148
2-7 = 0.12-0.08 = 0.04	0.148

* Significa que existe diferencia significativa.

mencionó, la eficiencia más cercana a 0.5 es la de la dieta 5 cuya relación hembras/adulto es igual a 0.33 (ver tabla 7).

Se quisiera hacer incapié en los valores de las artemias adultas que fueron omitidos (ver tabla 7), esto fue debido a que se produjo en estos casos una reproducción de artemias fuera de control, por lo que las eficiencias obtenidas no fueron debidas a los efectos de las dietas. Por esta razón es necesario realizar un mayor número de réplicas que permitan medir más detalladamente el crecimiento y reproducción de las artemias alimentadas con las cinco dietas de la tabla 5, así como para obtener un mejor margen de confianza en los cálculos estadísticos.

Haciendo referencia a las tallas que presentaron las artemias de los bioensayos, y que se muestran también en la tabla 5, se nota que tanto las obtenidas para las hembras como para los machos caen dentro de los rangos dados por Ivleva (1969). En esta referencia se relaciona la talla de la especie con la salinidad: con 35% se reporta para las hembras tallas de 6.75-7.60 mm y para los machos 6.27-7.25; a 40% para las hembras se da 5.42-6.25 mm y los machos 5.51-6.25 mm. En la tabla 7, se observa que las tallas de machos y hembras (hembras: 6.89-7.79 mm, machos: 5.61-6.30 mm) se encuentran dentro de los intervalos dados, no observándose en éste caso la influencia de la salinidad, ya que se trabajó en un sólo rango (110-120%) pues hay que recordar que el objetivo se centró en la influencia del alimento con respecto al crecimiento y reproducción de la artemia. En cuanto a los efectos provocados por las dietas 1, 2, 5, 7 y 8 se observó, mediante un análisis de varianza, que no existen diferencias

significativas con valor estadístico (ver tabla 9), ya que las F calculadas para las tallas de hembras y machos (2.168 y 0.975 respectivamente) son menores que las F de tablas para 95 y 99% de confianza. Por lo tanto, se puede concluir que para obtener las tallas reportadas de artemia se puede proporcionar cualquiera de las cinco dietas elaboradas.

Referente a los periodos de crecimiento que presentó este crustáceo (ver tabla 7), desde su fase naupliar hasta la adulta en la que se manifiestan los caracteres sexuales secundarios, se observó que todos caen dentro de los reportados, de 15-35 días (Ivleva, 1969), por lo que ha este respecto también puede utilizarse cualquiera de las cinco dietas.

El efecto provocado por las dietas ya mencionadas (1,2,5,7 y 8), en el contenido proximal de las artemias adultas de los bioensayos se dan en la figura 8. Se observó que la respuesta obtenida respecto al contenido de proteínas fue positiva, ya que se produjo un aumento en las artemias de los bioensayos en comparación con las silvestres, y aún con las reportadas en la bibliografía. Los aumentos oscilaron entre un 18 a 23% con respecto a los organismos silvestres, y de un 23 a 28% con los señalados en la bibliografía. En cuanto a las otras determinaciones, se presentaron aumentos para los porcentajes de grasa y ceniza, pero sólo con respecto a los valores de las artemias silvestres, entre un 3.7 a 9% y 0.6 a 3.11 respectivamente; los valores de carbohidratos fueron menores, comparandolos tanto con los porcentajes bibliográficos como los silvestres.

En cuanto a las diferencias existentes entre los valores proximales bibliográficos y los obtenidos para las artemias silvestres, se toma en cuenta que la composición bioquímica de las artemias cambia según la región geográfica de donde son originarias, ya que cada lugar posee diferentes parámetros bióticos y abióticos, característicos de cada zona, que influyen en la fisiología y crecimiento de los organismos (Persoone y Sorgeloos, 1980). Por esta razón, la comparación con los datos bibliográficos con los silvestres nos da sólo una referencia de como se encuentran los valores proximales de las artemias de la región del litoral con respecto a los valores de la revisión bibliográfica con que se cuenta. La apreciación más significativa es la que muestra el aumento de proteínas producido en las artemias de los bioensayos con respecto a las silvestres.

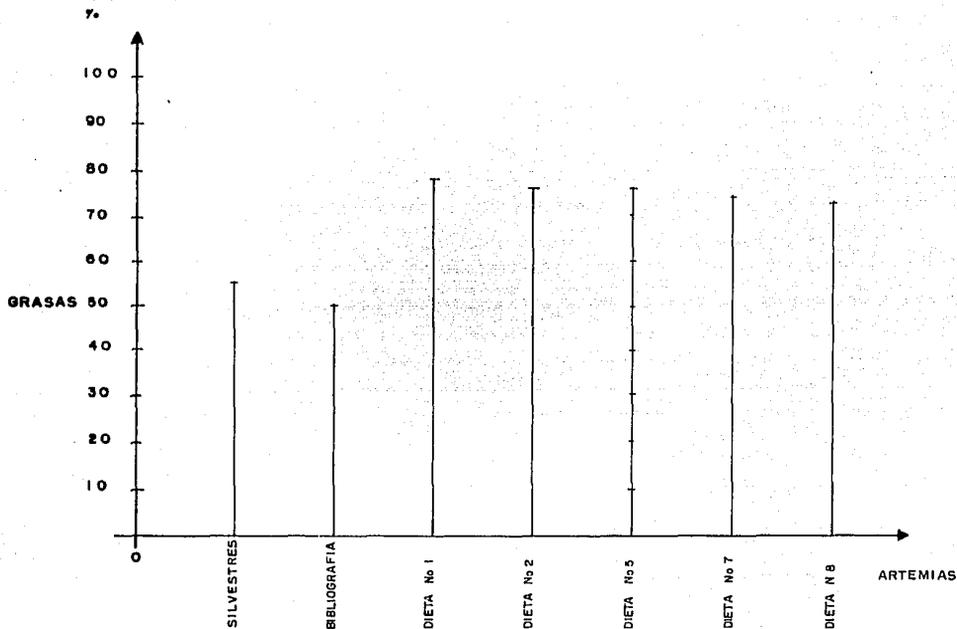
En la figura B (histograma 1), se observa que la diferencia entre los porcentajes de proteínas de las artemias de los bioensayos alimentadas con las cinco dietas no es muy grande (entre un 3-4%), por lo que ha este respecto cualquiera de ellas puede utilizarse para el cultivo de artemia. Por tanto, todas las artemias de los bioensayos muestran una mejor calidad nutricional que las silvestres, aumentando también su utilidad acuacultural y alimenticia por constituir una muy buena fuente de proteínas.

Se hará referencia ahora al porque sólo se han interpretado resultados de cinco dietas, y no de nueve que fueron las elaboradas para este experimento. Ya se ha mencionado, que los nauplios iniciales de las artemias de los bioensayos, alimentados con las dietas 3, 6 y 9 no alcanzaron el periodo de madurez sexual después de un tiempo de observación de 90 días. Este lapso es

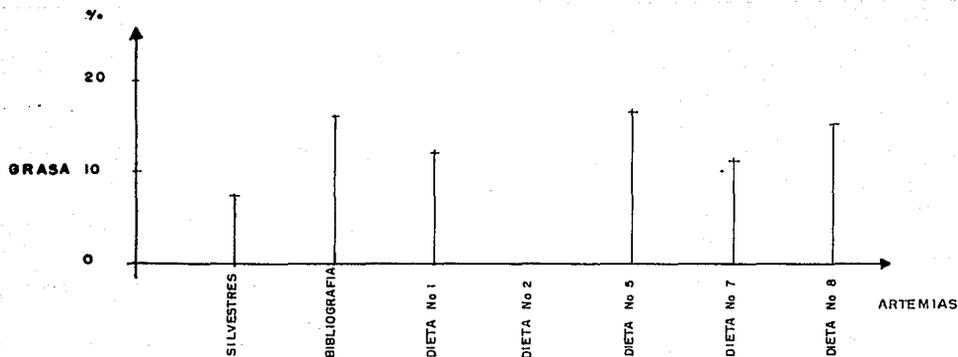
Figura No. 8

ANALISIS PROXIMALES DE LAS ARTEMIAS DE LOS BIOENSAYOS.
(BASE SECA)

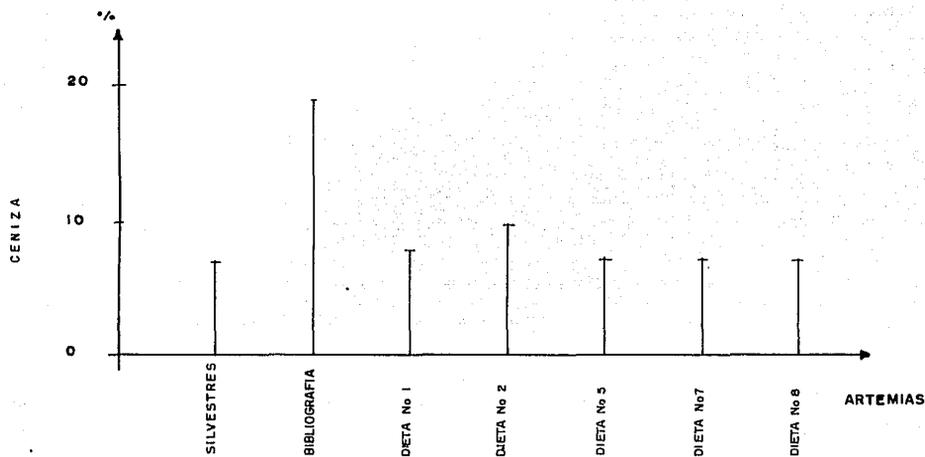
HISTOGRAMA 1: PORCENTAJE DE PROTEINAS



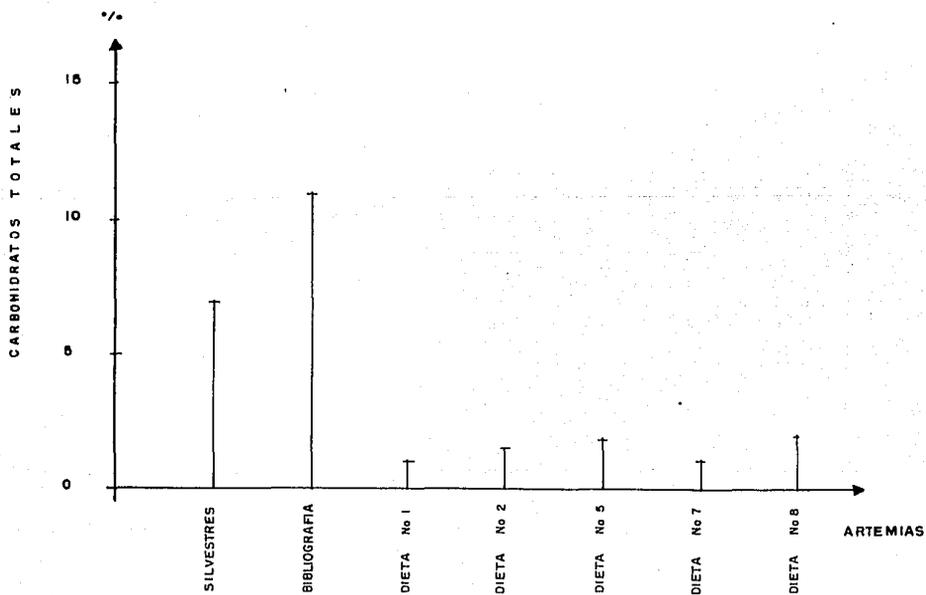
HISTOGRAMA 2: PORCENTAJE DE GRASA



HISTOGRAMA 3: PORCENTAJE DE CENIZA



HISTOGRAMA 4: PORCENTAJE DE CARBOHIDRATOS TOTALES



demasiado largo para que se cumplan los objetivos de reproducción propuestos, ya que hay que tomar en cuenta que las artemias normalmente alcanzan su fase adulta y de reproducción en 15 a 35 días; por esta razón se suspendió la adición de alimento y no se realizó ya ninguna otra medición que la del número de nauplios iniciales/litro, ya que aunque los otros parámetros medidos durante los bioensayos fueran favorables lo que se quiere obtener son buenos resultados con un crecimiento y reproducción de artemia en el menor tiempo posible. Estas tres dietas mencionadas se encuentran constituidas por guaje, por lo que se piensa que la escasa eficiencia observada pueda deberse a la presencia de la mimosina, aminoácido tóxico que posiblemente no se eliminó durante la cocción efectuada durante el procesamiento de la materia prima. Aunque se tenían referencias de la toxicidad de la mimosina, y de la dificultad de eliminarla, se quizá probar como alimento para artemia para observar los efectos que producía sobre éste crustáceo, ya que se cuenta con reportes que indican que utilizada en dietas para peces el guaje produce un muy buen efecto en el crecimiento (Pound, 1985).

Respecto a la dieta 4, constituida exclusivamente por canavalia, se observó que con éste alimento los nauplios destinados a este bioensayo se murieron al cuarto día. Esta mortalidad puede ser debida a algunos factores tóxicos que posee la canavalia (Ellis, 1985), que ya han sido estudiados y que se ha observado que no siempre se consiguen eliminar por la cocción. Sin embargo, se tiene referencia de un cultivo de artemia en el cual fueron alimentadas con canavalia, sobreviviendo y

alcanzando su fase de reproducción (comunicación personal Olguín, P.M.); al parecer la única diferencia, observable a simple vista, entre éste bioensayo y el realizado en éste trabajo es la coloración del agua de cultivo. El agua de cultivo utilizada en los bioensayos aquí realizados fue la misma en todos los casos y todas desarrollaron una coloración rosada-verdosa, a excepción de la que fue utilizada para los bioensayos de artemias alimentadas con canavalia; en los casos de las dietas constituidas por chaya y guaje la coloración predominante fue verde debido a la clorofila de éstas. En el bioensayo realizado por Olguín, P.M. la coloración del agua era verde, parece ser que debido a la presencia de microalgas halófilas características del habitat de las artemias silvestres. Esta es la única diferencia apreciable que quizá pudiera explicar porque en las dietas B y S, que también contienen canavalia, si se presentó un buen desarrollo; y probablemente esto pueda ser porque el agua de cultivo utilizada para los bioensayos provino de las charcas de donde son originarias las artemias silvestres, razón por la cual posiblemente se encontraran presentes algunas microalgas en el agua de cultivo de los bioensayos (menos en el 4) que probablemente puedan degradar o modificar los factores tóxicos de la canavalia y facilitar su utilización por las artemias. Estas microalgas halófilas que se mencionan no han sido clasificadas, pero si pueden observarse macro y microscópicamente, esto se supone por referencias que se tienen de otros habitats en los que se encuentran presentes algunos tipos específicos de microalgas (Ivleva, 1969).

Este análisis de la canavalia puede ser sujeto a estudios posteriores enfocados a descubrir o confirmar los puntos de vista descritos, estos aspectos se están tomando en cuenta en la realización de otra tesis, sobre nutrición de artemia, en la que se utilizará canavalia en las dietas con que se trabajará.

CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES.

a) Se formularon cinco dietas (harina de pescado, harina de chaya, harina chaya-canavalia, harina pescado-canavalia, harina pescado-chaya) que mostraron una respuesta positiva en el crecimiento y reproducción de Artemia salina, según el periodo reportado en la bibliografía.

b) La harina de chaya-canavalia, chaya-pescado y pescado-canavalia pueden ser un buen sustituto de la harina de pescado en los bioensayos llevados a cabo.

c) La Canavalia ensiformis sola no funcionó como alimento, pero mezclada con chaya y con pescado produjo eficiencias mejores en el crecimiento que la harina de pescado.

d) Con ninguna de las dietas constituida por Leucaena leucocephala las artemias de los bioensayos alcanzaron la madurez sexual en un periodo de 90 días.

e) Con la harina chaya-canavalia se obtuvo la mayor eficiencia en el crecimiento y reproducción de las artemias de los bioensayos.

f) Con las dietas de pescado, chaya, chaya-canavalia, chaya-pescado y pescado-canavalia las artemias de los bioensayos tuvieron una composición proximal más alta en porcentaje con respecto a las silvestres, a excepción del contenido de carbohidratos en donde estas últimas presentaron un valor mayor en un 5 a 7%.

g) Con las cuatro dietas, mencionadas en el inciso anterior, las artemias de los bioensayos obtuvieron un contenido proteico mayor (en un 18-23%) que las artemias silvestres.

h) El contenido de proteínas que presentaron las artemias de los bioensayos, en base seca, osciló entre un 73.14-78.14%.

i) El aumento en la composición proximal de las artemias de los bioensayos confirma que el tipo de dietas proporcionadas puede mejorar la calidad nutricional de ésta especie y por tanto su valor acuacultural.

j) El efecto de las cinco dietas, mencionadas en el inciso (f), sobre la talla de las artemias de los bioensayos fue el mismo.

k) La talla que presentaron las artemias de los bioensayos fueron: hembras entre 6.89-7.79 mm y machos 5.61-6.30 mm.

l) El período de crecimiento de las artemias de los bioensayos varió para las cuatro dietas, obteniéndose un rango de 19 a 25 días, siendo con la dieta de chaya y pescado con la que se obtuvo el tiempo más corto (19-21 días).

RESUMEN

6. RESUMEN.

El siguiente trabajo consistió en la elaboración de dietas para Artemia salina, elaboradas con ingredientes no tradicionales de la región yucateca. Esta idea de formular dietas con ingredientes no tradicionales, que sustituyan el valor nutricional de los materiales convencionales, se debe principalmente, a que en la región donde se lleva a cabo el cultivo de artemia, existe un número significativo de fuentes potenciales para la extracción y utilización de los elementos nutricionales que fundamentalmente conformarían la proporción adecuada de cualquier dieta para acuacultura.

La intención de ésta investigación se basa en la repercusión para cooperativas campesinas de las zonas salineras del litoral yucateco, en las que actualmente se está tratando de lograr que el cultivo de artemia sea una fuente productiva para tales comunidades, ya que éste crustáceo es una especie nativa de las charcas salineras.

La importancia comercial de éste cultivo radica, en el alto valor proteico que posee la artemia, así como la variabilidad de aminoácidos y ácidos grasos esenciales que la hacen ampliamente utilizada en sus diferentes estadios (quiste, nauplio y adulto) en la elaboración de dietas y como alimento vivo para varios organismos que tienen un papel relevante dentro de la acuacultura. Existen también ya investigaciones orientadas a evaluar el valor nutritivo de biomásas de adultos para la alimentación de animales domésticos y ganadería, además de que hay poca información sobre la posibilidad de utilización de la artemia como materia prima en la elaboración de productos alimenticios para consumo humano.

En éste trabajo se logró formular cinco dietas (harina de pescado, harina de chaya, harina chaya-canavalia, harina chaya-pescado, harina pescado-canavalia) que mostraron una respuesta positiva en el crecimiento y reproducción de artemia. Las cinco dietas provocaron un similar efecto sobre la talla, composición proximal y período de crecimiento de las artemias de los bioensayos; pero en lo referente a la eficiencia de crecimiento y eficiencia de reproducción, la mejor dieta resultó ser la constituida por chaya-canavalia.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía.

1. Amat, F. 1980. Antecedentes, estado actual y perspectivas del empleo de Artemia salina en acuicultura, Inf.Tecn. Int. Inv. Pesq., Vol(75), pp. 3-22
2. Amat, F.; Hontoria, F y Navarro J.C.1985. Valor nutritivo de nauplios de artemia como alimento de larvas de peces y crustáceos, Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, Ribera de Cabanes Castellón, pp.1-20
3. Andrews, W.J.; Sick, V.L. y Baptist,J.C. 1972. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp, Aquaculture Vol(1), pp.341-347
4. Belmar, R.; Ellis, N. y Laviada, F. 1985. Utilización del grano de Canavalia ensiformis en dietas para aves. En: Memorias de la Primera Reunión sobre la Producción y Utilización del Grano de Canavalia ensiformis en Sistemas Pecuarios de Yucatán, Fac. Med. Vet. Zootec., Universidad Autónoma de Yucatán.
5. Bossuyt, T. and Sorgeloos, P. Technological aspects of the batch culturing of artemia in high densities. In: The Brine shrimp artemia, Vol (3), Persoone G. et al. (Eds.), Universa Press, Wetterem Belgium, pp.133-151
6. Bowen, T.S. 1963. The Genetics of Artemia salina I. White eye, a sex-linked mutation, Reprinted from Biological, Bolletin(124), pp.117-123

7. Brewbaker, J.L. 1980. Giant *Leucaena* (Koa Haole) energy tree form, Hawaii Natural Energy Institute, pp.80-90
8. Cabrera, S.S. 1979. El Uaxin (*Leucaena leucocephala*) como posible alimento para peces de ornato, Tesis, Fac. de Ing. Quím. Universidad Autónoma de Yucatán, pp.10-30
9. Colvin, L.B. and Brand, C.W. 1977. The protein requeriment of penaid shrimp at varios life-cycle stages in controlled enviroment systems, Proc.WMS, Vol(8),pp.821-840
10. Corripio, C.E. 1985. Fauna de acompañaamiento del camarón y su aprovechamiento en la plataforma continental de taulipas, Golfo de México, Cap. 16, pp.677-692. En: Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del camarón. Y. A. (Ed.). Progr. Univ. de Alim., Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesc., Universidad Autónoma de México, 748 pp.
11. Cuzón, G.; Michel, J.M.; Griessinger, J.L.; Martin, J.; Calvas y Le Bitoux J.F. 1976. Resultats Experimentaux sur *Penaeus japonicus* specificate des Besoins en proteines, importance des acides gras, FAO, Vol(76), pp.1-5
12. Chel, G.L.; Castellanos, R.A. 1984.El Valor Nutritivo de la Harina de Hojas de *Leucaena* en Dietas para Ratras, Producción Animal, Vol(9), pp.307-313
13. Dees, T.L. 1961. Brine shrimp fishery, Fishery Leaflet 527, September, Reimpresión agosto 1961, pp. 1 a 5.

14. Díaz, B.J. 1974. La chaya, planta maravillosa. Area maya. Mérida, Yucatán. Publicada por el Gobierno de Quintana Roo, pp.1-15
15. Ellis, N.Y. y Belmar, R.C. 1985. La composición química del grano de Canavalia ensiformis: su valor nutritivo y sus factores tóxicos. En: Memorias de la Primera Reunión sobre la Producción y Utilización del grano de Canavalia ensiformis en Sistemas Pecuarios de Yucatán, Fac. Med. Vet. Zotec., Universidad Autónoma de Yucatán.
16. Engel, D. and Angelovic, J.W. 1968. The influence of salinity and temperature upon the respiration of brine shrimp nauplii. Comp. Biochem. Physiol., Pergamon Press Printed in Great Britain, Vol(26), pp. 749-752
17. FAO, 1985. Servicio de Recursos Acuáticos Continentales y Acuicultura, Dirección de Ambientes y Recursos Pesqueros, Estudio de metodologías para pronosticar el desarrollo de la acuicultura. FAO Doc. Tec. Pesca, Vol(248), pp.1-3, 18-28
18. Forster, J.R. 1976. Studies on the development of compounded dietary for prawns, Proc. First. IMT Conf. Aquac. Nutrition. Oct, pp.1-20
19. Fraga, J.E.; Tavera, C. y Gomez, H. 1986. La industria de pescado en Celestún, Tesis, Fac. de Cien. Antrop. Universidad Autónoma de Yucatán, pp.67-73
20. González, M.E. 1977. Estudio de las propiedades

- alimenticias de la Cnidoscopus acontifolius (Chaya),
Tesis, Fac. Ing. Quím. Universidad Autónoma de Yucatán, pp.1-30
21. Heip, J.; Chaffoy, D; Mettrie, L; Moens, L.; Slegers, H; Swennen, L.; Van Broekhoven, A. y Kondo M, L. 1976. Biochemical aspects of development of the brine shrimp, Artemia salina(L). Report on an informal workshop heldo on December 20, at the "Universitaire Instellig Antwerpun", Belgium, pp.19-36.
22. Ivleva, I.V. 1969. Bases biológicas y métodos alimentarios para cultivos masivos de invertebrados. Ed. "Ciencia", Moscú, pp.40-56. En ruso.
23. Kanazawa, A.; Teshima, S. y Tokima, S. 1977. Requeriments of Penaeid, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish, Vol(43), pp.849-856
24. Kassler, Ch. 1985. Canavalia ensiformis: Introducción a la planta y comportamiento agronómico en Yucatán. En: Memorias de la Primera Reunión sobre la Producción y Utilización del Grano de Canavalia ensiformis en Sistemas Pecuarios de Yucatán, Fac. Med. Vet. Zootec., Universidad Autónoma de Yucatán.
25. Koshida, Y. and Hiroki, M. 1980. Artemia as multipurpose biomaterial for biology education. In: The brine shrimp artemia, Vol(3), Persoone G. (Eds.). Universa Press, Wetteren, Belgium, pp.456
26. Léger, P.; Vanhaecke, P. y Sorgeloos, P. 1983. International study on artemia XXIV. Cold storage of live artemia nauplii from

various geographical sources: Potentials and limits in aquaculture, Aquacultural Engineering, Vol(2), pp.69-78

27. Léger, F.; Bengston, D.A.; Simpson, K.L. and Sorgeloos, P. 1985. The use and nutritional value of Artemia as a food source. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., Vol(24), pp.521-623

28. Morrissey, M.T. 1985. El uso de la fauna de acompañamiento del camarón para alimentos humanos, Cap. 15, pp.645-676. En: Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camaron. Yañez-Arencibia, A. (Ed.). Progr. Univ. de Alim., Inst. Cienc. del Mar y Limn., Inst. Nal. de Pesca. Universidad Autónoma de México, 748 p.

29. Nagy, S.; Nordby, H.E. y Telek, L. 1978. Lipid distributions in green leaf protein concentrates from four tropical leaves. J. Agric. Food Chem, Vol(26), No.3, pp.701-706

30. Nash, C.E. 1973. Automated mass-production of Artemia salina nauplii for hatcheries, Aquaculture, Vol.(2), pp.289-298

31. Olguín, P.M. 1986. Cultivo de Artemia salina utilizando alimento no convencional. En: Memorias del 1er. Simposium sobre aprovechamiento de recursos naturales, Instituto Tecnológico de Mérida.

32. Persoone, G. and Sorgeloos, P. 1980. General aspects of the ecology and biogeography of artemia. In: The brine shrimp artemia, Vol.(3), Persoone, G. et al. (Eds.) Universsa Press, Wettere, Belgium pp.3-24

33. Pound, B. y Martínez, L.C. 1985. Leucaena, su cultivo y utilización, Ed. Corripio, pp. 205-220
34. Reish, D.J. and Oshid P.S. 1986. Manual in aquatic environment research. Part 10 short-term static bioassays, FAO Fish. Tech. Pap., Vol(247), pp.5-20
35. Rivas, B.J. 1985. Obtención de un concentrado proteico de hojas de chaya (Cnidioscolus chayamansa), Tesis, Centro de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional pp.30-54
36. Sasso, Y.L. 1980. Cultivo intensivo de Artemia salina (L). Una propuesta para su explotación y uso en acuicultura. En: Memorias del Segundo Simposium Latinoamericano de Acuicultura. Tomo III. Departamento de Pesca México, pp.2161-2190
37. Sevilla, M.L. 1981. Introducción a la acuicultura. Compañía Editorial Continental S.A. México, pp.9-30
38. Smith, T.I.J.; Hopkins, J.S. and Sandifer, P.A. 1978. Development of a large-scale artemia hatching system utilizing recirculated water. In: Proc. 9th. Ann. Meeting World Maricult. Soc., pp.701-714
39. Sorgeloos, P. and Persoone, G. 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, Vol(6), pp.303-317

40. Sorgeloos, P. 1976. The brine shrimp Artemia salina : A Bottleneck in mariculture, FAO, Conf. Aquac. pp.112-115
41. Sorgeloos, P y Villalobos, A. 1982. Recopilación de trabajos presentados dentro del curso sobre Artemia sp por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana, pp.1-39
42. Sotelo, A. Leguminosas silvestres, reserva de proteínas para la alimentación del futuro. Información Científica y Tecnológica, Vol.(3), pp.28-32
43. Tacon, A.G.J. 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed fish and shrimp -A Training Manual, 2. Nutrient Sources and Composition, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), PP.50-51
44. Van Baller, E. and Sorgeloos, P. 1985. Preliminary results on the nutritional evaluation of W3-HUFA enriched artemia nauplii for larvae of the bass. Dicentrarchus labrax, Aquaculture, Vol. (49) pp.223-229
45. Van haecke, P. and Sorgelos, P. 1983. Hatching data for ten commercial sources of brine shrimp cysts and re-evaluation of the "hatching efficiency" concept, Aquaculture, Vol.(30) pp.43-52
46. Versichele, D. and Sorgeloos, P. 1980. Controlled production of artemia cysts in batch cultures. In: The brine shrimp artemia. Vol. (3), Persoone, G. et al. (Eds.),

Universssa, Press, Wetteren Belgium, pp.231-245

47. Watanabe, T.; Arakawa, T.; Kitajima, C; Fukusho, K. and Fujita, S. 1978b. Nutritional Quality of brine, Artemia salina, as living feed from the viewpoint of essential fatty acids for fish, Bull. Jap.Soc.Scient.Fish., Vol.(44), pp.1223-1227

48. Watanabe, T.; Tamiya, T.; Oka, A.; Hirata, M.; Kitajima, C. and Fujita, S. 1983. Nutritional values of live organisms used in Japon for mass propagation of fish: a review, Aquaculture, Vol.(34), pp.115-143

49. Wheaton, L. y Fredrick W. 1982. Acuacultura. Ed. AGT.Editor S.A., México, pp.1-20