



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



MANUAL DE LA ASIGNATURA PRÁCTICA DE MEDICINA Y ZOOTECNIA DE CRUSTÁCEOS

DIRECTORIO

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Rector

Dra. Patricia Dávila Aranda

Secretaria General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz

Secretaria de Desarrollo Institucional

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Dr. Carlos Guillermo Gutiérrez Aguilar

Director

Dr. Jorge Hernández Espinosa

Secretario General

L.C. Enrique López Martínez

Secretario Administrativo

MVZ Ernesto Alfonso Fentanes Otero

Jefe del Departamento de Comunicación

Dr. Enrique Jesús Delgado Suárez

Jefe del Departamento de Publicaciones

Directorio

Lugar donde se imparte la asignatura práctica:

FMVZ-UNAM, Circuito de la Investigación Científica s/n, Departamento de Medicina y Zootecnia de Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos, 3er Edificio 2do Nivel, Ciudad Universitaria, Colonia Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, C. P. 04510, CU, México.

UNAM-CAMPUS SISAL, Puerto de Abrigo s/n, C. P. 97356, Sisal, Yucatán, México.

Responsables

MVZ Angel García Hernández, DRA. Ariadne Hernández Pérez, Dra. Martha Gabriela Gaxiola Cortés, M. en A. Miguel Árevalo López, M. en C. Iveth Gabriela Palomino Albarrán, Téc. Patricia Margarita Balam Uc, Dr. Juan Carlos Maldonado Flores, Ing. Adriana Paredes Medina, M. en A. Manuel Angel Valenzuela Jiménez.

Departamento al que pertenece la asignatura

Medicina y Zootecnia: Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos (ACyOA)

Jefe de departamento

M. en C. Ricardo Anguiano Baez

Profesores que imparten la asignatura práctica

MVZ Angel García Hernández
DRA. Ariadne Hernández Pérez
Dra. Martha Gabriela Gaxiola Cortés
M. en A. Miguel Árevalo López
M. en C. Iveth Gabriela Palomino Albarrán
Téc. Patricia Margarita Balam Uc
Dr. Juan Carlos Maldonado Flores
Ing. Adriana Paredes Medina
M. en A. Manuel Angel Valenzuela Jiménez

Elaboró (abril 2024)	Revisó (abril 2024)	Autorizó (abril 2024)
MVZ Angel García Hernández	M. en C. Ricardo Anguiano Baez	

Índice

	Página
Lineamientos y observaciones	5
Introducción a la asignatura	5
Unidad 1: Identificación de la(s) especie(s)	6
Unidad 2: Identificación de las instalaciones y áreas	7
Unidad 3: Toma de variables biológicas, físicas y químicas del agua	10
Unidad 4: Toma de biometrías y registros	13
Unidad 5: Reproducción	15
Unidad 6: Alimentación	18
Unidad 7: Sistemas de Producción	20
Unidad 8: Crianza y desarrollo de la(s) especie(s)	21
Unidad 9: Bioseguridad de los organismos	26
Unidad 10: Informes Finales y recomendaciones	27
Referencias Bibliográficas	28

Lineamientos

- ❖ El alumno o la alumna entregará al coordinador de la práctica el primer día de la práctica los siguientes documentos:
 - Credencial actualizada
 - Carta compromiso COEPA firmada
 - Carta de presentación de estancia emitida por el coordinador
 - Certificado médico con grupo sanguíneo
 - Clave Única de Registro Poblacional (CURP)
 - Acta de nacimiento
 - Curriculum vitae con fotografía, redactando al final de éste, el motivo de trabajar con la especie y el lugar elegido.

- ❖ El alumno o la alumna no podrá asistir y permanecer en el lugar de la práctica en estado de ebriedad o bajo el influjo de alguna droga.

- ❖ El alumno o la alumna deberá cumplir con las disposiciones internas del lugar asignado para la práctica y las indicaciones de los profesores responsables de las prácticas, lo anterior con el fin de evitar accidentes que pongan en riesgo la salud y/o la vida de los asistentes.

- ❖ La FMVZ a través de la UNAM-CAMPUS SISAL proporcionará algunos de los materiales requeridos para la práctica, y el alumno deberá llevar aquellos que se encuentran enlistados en la página de Enseñanza Práctica de la FMVZ.

- ❖ El alumno o la alumna deberá demostrar cooperación y disposición durante el desarrollo de la práctica y para trabajar en equipo.

- ❖ El alumno o la alumna deberá asistir a las prácticas con puntualidad y cumplir con el horario establecido y con las actividades establecidas en el programa académico.

- ❖ El alumno o la alumna llenará la bitácora y hojas de actividades en presencia del profesor.

Observaciones

- Los alumnos o las alumnas recibirán al inicio del curso una exposición de los objetivos, actividades y la forma de evaluación.

- Las prácticas se realizarán en función del calendario, sin embargo, el orden de las mismas puede variar dependiendo de la programación de actividades de la FMVZ-UNAM o de UNAM-CAMPUS SISAL.

- Los alumnos o las alumnas podrán realizar otras actividades asignadas por el profesor responsable, aunque no se encuentren registradas en la hoja de actividades, con la finalidad de enriquecer las habilidades prácticas a obtener.

INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

Los crustáceos (del latín costra que significa “corteza”) son artrópodos que poseen un exoesqueleto articulado y su tamaño puede variar entre un milímetro hasta cuatro metros de longitud. Existen unas seis mil setecientas especies vivientes. Como todos los artrópodos, los crustáceos son animales invertebrados

La mayoría son especies acuáticas y pueden vivir en agua salada (como el krill), en agua dulce (como el cangrejo de río) o incluso pueden vivir en ambos tipos de agua (como el camarón)

En general, los crustáceos viven y se movilizan libremente

Los crustáceos poseen un exoesqueleto que cubre gran parte de su cuerpo y los protege tanto de los depredadores como de las condiciones climáticas extremas. Su fisionomía se divide en tres secciones:

- Cefalotórax. Abarca la cabeza y el tórax
- Abdomen. Está compuesto por segmentos articulados
- Telson. Parte final de la cola

Sin embargo, en algunas especies se reconocen cuatro secciones debido a la separación de la cabeza y del tórax. Poseen extremidades birrámeas (es decir, patas que se ramifican en dos), suelen tener cinco pares de patas y dos pares de antenas.

Los crustáceos poseen un aparato digestivo simple y un sistema de excreción a través de las “glándulas antenales” (apéndices ubicados debajo de las antenas), que recogen los residuos y los expulsan por los poros. Su sistema nervioso es complejo: funciona mediante ganglios que se fusionan con cada segmento del cuerpo. Su respiración es a través de branquias, por lo que necesitan vivir en lugares muy húmedos.

Los malacostraca son crustáceos que habitan en aguas dulces y saladas, con algunas excepciones de especies terrestres (que viven en costas tropicales). Tienen un caparazón semi-blando y pelos sensoriales que recubren sus patas. Son carnívoros y depredadores, que se alimentan de pequeños moluscos y peces.

La alimentación de los crustáceos varía según las diferentes especies. El tipo más simple de alimentación es por filtración (como los copépodos y los pequeños camarones). Otros son carroñeros y se alimentan de restos de criaturas, o son depredadores activos, como los cangrejos y las langostas que salen durante la noche a cazar.

Su aparato digestivo es sencillo. Suele estar conformado por un conducto recto y, a través de un órgano que funciona como triturador de la comida, realizan la digestión. En otros casos, suelen tener glándulas digestivas en forma de espiral que absorben los nutrientes.

Los crustáceos tienen un sistema reproductivo de tipo sexual y ovíparo (es decir, mediante la fecundación externa del huevo). Algunas especies presentan un desarrollo directo (nace un individuo ya formado a partir del huevo). Sin embargo, la mayoría de los crustáceos tiene un desarrollo indirecto (nacen como larvas y van evolucionando en su etapa de madurez).

La mayor parte de los crustáceos presentan sexos separados, aunque existen algunas pocas especies que son hermafroditas (es decir, que un mismo individuo posee ambos sexos: el femenino y el masculino), como los percebes. Otras especies cambian su sexo a medida que maduran¹.

Práctica 1

Identificación de la(s) especie(s)

Objetivo general

El alumno o la alumna reconocerá la(s) especie(s) presentes en la FMVZ-UNAM o en la UNAM-CAMPUS SISAL a través de sus características biológicas

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna reconocerá las características biológicas generales de los crustáceos presentes en la FMVZ-UNAM o en la UNAM-CAMPUS SISAL
2. El alumno o la alumna distinguirá la(s) especie(s) presente en la FMVZ-UNAM o en la UNAM-CAMPUS SISAL a través de sus características morfológicas
3. El alumno o la alumna clasificará a la(s) especie(s) de acuerdo al medio acuático en el que habita, a través de sus características morfológicas

Introducción

Los crustáceos (Crustacea; del latín crusta, 'costra' y aceum, 'relación o naturaleza de algo') son un extenso subfilo de artrópodos parafilético, con más de 67000 especies (probablemente, faltan por descubrir hasta cinco o diez veces este número). Incluyen varios grupos de animales comestibles, como las langostas, los cangrejos, los langostinos, los camarones y los percebes.

Los primeros crustáceos conocidos en el registro fósil datan de mediados del Cámbrico, se trata de los géneros Canadaspis y Perspicaris hallados en el yacimiento de Burgess Shale. Numerosos restos fósiles pertenecientes a las clases Branchiopoda y Malacostraca aparecen a finales del Cámbrico. Cephalocarida es el único tipo de la que no se ha encontrado registro fósil.

Como casi todos los artrópodos, los crustáceos se caracterizan por poseer un exoesqueleto articulado, formado principalmente de quitina, un carbohidrato.

Una característica propia y definitoria del grupo es la presencia de la larva nauplio, provista de un ojo naupliano en alguna etapa de su vida, que puede ser sustituido más tarde por dos ojos compuestos. Son los únicos artrópodos con dos pares de antenas y apéndices birrámeos. Tienen al menos un par de maxilas y pasan por periodos de muda e intermuda para poder crecer. Todos, excepto los de la subclase Cirripedia, son de sexos separados².

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna desarrollará habilidades en la identificación morfológica de los crustáceos, y la destreza de interpretar y analizar los resultados obtenidos, de acuerdo con el reconocimiento y anatomía de la especie, así como la aplicación de medidas correctivas.

Protocolo

Material general

- ✓ Crustáceos para explicar la anatomía externa

Material por alumno(a)

- ✓ Libreta para anotar
- ✓ Bolígrafo

Actividades

1. Monitoreo y evaluación de variables físicas (temperatura del agua y ambiental, porcentaje de humedad)
2. Identificación de las áreas de ventilación, tipo de suelo, sustratos, fuentes de iluminación y calefacción
3. Análisis de datos
4. Implementación de medidas correctivas

Procedimiento

1. Visualización de las características externas del o los crustáceos en vivo y plática sobre su anatomía
2. Distinguir la(s) especie(s) identificando sus características morfológicas
3. Describir las características biológicas generales de la(s) especie(s) (hábitat, distribución, alimentación, comportamiento)
4. Clasificarla(s) de acuerdo con el medio acuático en el que habita reconociendo sus características morfológicas específicas

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades

Práctica 2

Identificación de las instalaciones y áreas

Objetivo general

El alumno o la alumna identificará las instalaciones donde mantienen a sus crustáceos la FMVZ-UNAM o la UNAM-CAMPUS SISAL a través de los recorridos de inspección para comprobar su operatividad e integridad de los crustáceos.

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna observará y analizará las instalaciones con las que se cuenta para mantener a los crustáceos.
2. El alumno o la alumna observará y analizará las áreas con las que se cuenta para mantener a los crustáceos.
3. El alumno o la alumna medirá las instalaciones en las que se mantienen a los crustáceos para posteriormente calcular el espacio vital o densidad de siembra de los organismos.
4. El alumno o la alumna verificará que existan áreas de ventilación en el área donde se encuentran los crustáceos.
5. El alumno o la alumna medirá la profundidad del agua del estanque, del acuario, de la pecera, del recipiente o del contenedor.
6. El alumno o la alumna propondrá medidas correctivas y las aplicará en los casos correspondientes.

Introducción

En la planeación de construcción de granjas siempre van a existir factores muy importantes a considerar tales como: las fuentes de agua que abastecerán, las comunicaciones que permitirán el acceso y salida de la institución o granja, el rápido traslado de desoves, nauplios, protozoos, mysis, post-larvas, juveniles y adultos a las instalaciones y la fácil salida del producto al mercado por ser un producto perecedero, el tipo y tamaño del terreno y sobre todo el factor monetario.

Otros aspectos sobresalientes por revisar son:

- La pendiente topográfica que sea de 0.5 a 1% lo que permite un fácil drenaje del agua
- El suelo debe ser arcilloso, en segundo lugar el limoso y finalmente se consideran los menos deseables al arenoso y al pedregoso
- La forma y tamaño de los estanques o acuarios
- La profundidad de los estanques o acuarios
- Toma de agua, que sea de fácil acceso y que permita la menor contaminación por medio de detergentes, heces, etc
- Canales que distribuyan el agua a toda la institución o granja, y que lo realicen de manera homogénea
- La presencia de diques, caminos o pasillos que permitan el paso ya sea de personas como de carretillas en caso de llegar a necesitarlas
- Salida de agua de la institución o granja

El tipo, tamaño y número de estanques o acuarios dependerá del tipo y tamaño del terreno, del dinero con el que se cuente para su construcción, la finalidad de la institución o granja y de la cantidad de agua disponible, principalmente.

Tipo de producción que presente la institución o granja dependerá de la especie que se quiera producir principalmente, y de acuerdo con su densidad se puede clasificar en Extensivo, Semi-Intensivo, Intensivo e Hiperintensivo.

Dependiendo de la finalidad de producción de la institución o granja se pueden encontrar diversos tipos de instalaciones, o bien de acuerdo al ciclo de vida que se quiera manejar en la institución o granja, ya que dependiendo de esto surgirán los tipos de instalaciones necesarias, por ejemplo si se trata de un cultivo total

(se tienen todas las fases de vida de los organismos), si es un cultivo parcial (se tienen individuos durante cierto período de su vida), si es semicultivo (se atienden animales sólo un tiempo, días o semanas), si es sólo para engorda (se lleva a cabo en ciclos cortos, semanas o meses para la venta), por lo tanto, como se puede observar, no en todas se requiere tener todo tipo de instalaciones; sin embargo para fines de este manual se mencionarán las principales.

Dentro de las instalaciones con las que debe de contar una institución o granja se encuentran:

- Área de cuarentena
- Área de aislamiento
- Área de reproducción (estanques de reproducción)
- Estanques de mantenimiento de reproductores
- Maternidades
- Estanques para nauplios
- Estanques para protozoos
- Estanques para mysis
- Estanques para post-larvas
- Estanques de engorda
- Estanques de juveniles

Dentro del equipo básico con el que debe de contar toda institución o granja de crustáceos se encuentra:

- Almacén de alimento
- Artes de pesca (chinchorro, atarraya, redes de cuchara, red de arrastre, etc.)
- Kits o equipo de medición de los parámetros físico-químicos del agua
- Filtros
- Aireadores
- Tinajas o contenedores
- Botas de hule
- Overoles
- Básculas
- Transportadores
- Alimentadores
- Planta de energía
- Medicamentos

Un aspecto importante para considerar dentro de las instalaciones es la densidad animal, ya que en muchas ocasiones la necesidad de producir grandes cantidades de crustáceos origina un desbalance en el número ideal de organismos dentro de un determinado volumen de agua, ocasionando graves problemas en la homeostasis del individuo. Por tanto, la importancia de calcular la densidad poblacional y el volumen de agua del contenedor para los crustáceos radica en mantener las condiciones óptimas para toda la población

Al calcular la densidad animal se evitarán diversos aspectos como:

- Competencia por espacio
 - Competencia por oxígeno
 - Competencia por alimento
 - Canibalismo
 - Agresiones entre individuos
- Y se mejorarán aspectos como:
- Calidad del agua
 - Ganancia diaria de peso
 - Conversión alimenticia

➤ Lotificación de crustáceos³

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna desarrollará habilidades en la identificación de las instalaciones y áreas con las que cuenta la FMVZ-UNAM o la UNAM-CAMPUS SISAL, y las destrezas en la interpretación y análisis de los resultados obtenidos, de acuerdo a las instalaciones y áreas, para la aplicación de medidas correctivas

Protocolo

Material general



✓ Instalaciones

✓ Áreas

✓ Crustáceos

Material por alumno(a)

✓ Libreta para anotar

✓ Bolígrafo

Actividades

1. Observar y analizar las instalaciones que se tienen para mantener a los crustáceos
2. Observar y analizar las áreas con las que se cuentan para mantener a los crustáceos
3. Medir las instalaciones en las que se mantienen a los crustáceos
4. Verificar que existan áreas de ventilación en donde se encuentran los crustáceos
5. Medir la profundidad del agua del estanque, del acuario, de la pecera, del recipiente o del contenedor
6. Análisis de datos
7. Implementación de medidas correctivas

Procedimiento

1. Visualización de las instalaciones que alojan a los crustáceos
2. Visualización de las áreas destinadas a la producción de los crustáceos
3. Medir las instalaciones y áreas que alojan a los crustáceos
4. Analizar los datos obtenidos para colocar a los ejemplares

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades

Práctica 3

Toma de variables biológicas, físicas y químicas del agua

Objetivo general

El alumno o la alumna identificará las variables biológicas, físicas y químicas de la FMVZ-UNAM o la UNAM-CAMPUS SISAL a través de los recorridos de inspección para comprobar que son los óptimos para los animales presentes

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna monitoreará diariamente la temperatura ambiental y del estanque, pecera, acuario o recipiente o contenedor donde están alojados los crustáceos así como el porcentaje de humedad ambiental
2. El alumno o la alumna evaluará el tipo de suelo, y la facilidad de limpieza del recinto o área
3. El alumno o la alumna analizará los datos registrados, propondrá medidas correctivas y las aplicará en los casos correspondientes

Introducción

El agua es el líquido más común de la tierra ya que las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por ella. Seguramente sin su presencia no existiría vida en nuestro planeta.

En acuicultura el agua es el elemento indispensable para su óptimo desarrollo ya que constituye el medio en el cual se desarrollarán los organismos heterótrofos (bacterias y animales acuáticos), y para los cuales es necesario el mantenimiento de la estabilidad de las variables conocidas como parámetros físico-químicos del agua. Cada especie tiene un perfil idóneo de parámetros de calidad de agua, de manera que cuando los niveles de concentración estén fuera del rango tolerable sufrirán estrés y probablemente serán incapaces de sobrevivir. Por lo tanto la valoración de los parámetros físico-químicos del agua es de gran importancia para evaluar el estado de salud de un sistema acuático.

Parámetros físicos

Temperatura

Los crustáceos no regulan la temperatura de su cuerpo, por lo que son totalmente dependientes de la temperatura presente en el agua. Si esta temperatura varía de manera brusca, ya sea que aumente o disminuya de los parámetros ideales por especie, los organismos sufrirán de estrés y en la mayoría de los casos morirán al no poder igualar rápidamente su temperatura con la del medio.

La estratificación de la columna de agua también influye en la temperatura pues influirá la presencia de fitoplancton o materia orgánica que permita el paso de rayos solares o del viento, lo cual puede modificar la temperatura de los estratos. La parte superficial es conocida como pelágica, la del fondo como bentónica y la intermedia entre ambas como abisal, esta última se considera como la que más fluctúa la temperatura³.

Parámetros químicos

Oxígeno

El oxígeno es el gas más abundante disuelto en el agua después del nitrógeno y a su vez es indispensable para cualquier organismo heterótrofo por más insignificante que parezca, pues requiere oxígeno para sobrevivir. Por tal motivo, en acuicultura la presencia de oxígeno disuelto en el agua es considerado el principal parámetro a medir. Las principales fuentes de oxígeno disuelto es la fotosíntesis de las plantas y la difusión desde la atmósfera.

En acuicultura una disminución de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua provocará en los animales una deficiencia en la captación de este elemento tan importante, con lo cual observaremos en los crustáceos que subirán a la superficie o bien notaremos el agrupamiento de los crustáceos junto al aireador, por otro lado un exceso en la cantidad de oxígeno disuelto provocará la enfermedad conocida como “De la burbuja”, la cual se caracteriza por la formación de burbujas.

Este parámetro está correlacionado con la temperatura ya que a mayor temperatura menor cantidad de Oxígeno Disuelto (OD) habrá y viceversa³.

pH

El pH es conocido como el logaritmo negativo de la concentración de ion hidrógeno por virtud del cual se expresa el grado de acidez o alcalinidad. Esta acidez o alcalinidad se mide por medio de una escala universal graduada de 0 a 14, siendo 7 el valor dado a la neutralidad, mientras que los valores inferiores a 7 indican una acidez cada vez mayor y los valores superiores a 7 indican alcalinidad también cada vez mayor. En acuicultura el pH puede ser consecuencia de muchos fenómenos físicos y químicos, como por ejemplo: el pH alcalino es responsable de que un porcentaje de amonio no ionizado esté presente en el agua, a su vez un pH alcalino puede ser resultante de la presencia abundante de fitoplancton, así como también la presencia de bicarbonatos quienes representan la mayor parte de la alcalinidad. En cambio, un pH ácido está representado principalmente por el dióxido de carbono no combinado y en menor cantidad por ácidos minerales y ácidos orgánicos tales como tánicos, húmicos y urónicos³.

Amoniaco

El amoniaco es el principal componente nitrogenado, producto de los desechos de los organismos acuáticos, resultante del catabolismo de las proteínas, así como por la descomposición de la materia orgánica.

El amoniaco en su forma no ionizada (NH_3), se considera la más tóxica para los organismos acuáticos ya que causa lesiones a nivel branquial ocasionando hiperplasia a ese tejido y por consiguiente la reducción en la capacidad de captar el oxígeno disuelto en el agua. En el caso de encontrarse en concentraciones muy elevadas, el amoniaco puede causar cambios histológicos en algunos tejidos.

Los niveles de amoniaco pueden variar dependiendo de los niveles de pH, a un pH más alcalino; la concentración de NH_3 aumentará, en el caso del oxígeno y la temperatura, si estos disminuyen por debajo de los niveles óptimos de la especie, la concentración de NH_3 aumentará.

Por lo tanto, el amoniaco es un compuesto no deseado en la acuicultura, por lo que de manera natural el amonio excretado por los organismos acuáticos es oxidado a nitritos y nitratos por acción de las bacterias quimioautotróficas conocidas con el nombre de *Nitrosomonas sp.* y *Nitrobacter*, respectivamente, las cuales actúan en el conocido Ciclo del Nitrógeno.

Nitritos

En sistemas de acuicultura los nitritos se consideran un compuesto intermediario del proceso de nitrificación, en el que el amonio es oxidado por bacterias *Nitrosomonas sp.*³.

Los nitritos se consideran altamente tóxicos ya que actúan a nivel de hemoglobina, convirtiéndola en metahemoglobina, la cual es incapaz de transportar el oxígeno a través de la sangre, ocasionando la muerte de los peces por hipoxia.

Nitratos

Los nitratos se consideran no tóxicos para los organismos acuáticos y es el producto final de la oxidación del amonio dada por la acción de las bacterias *Nitrobacter*. Sin embargo, hay que recordar que los nitratos son utilizados por las plantas (macroscópicas y microscópicas) como fuente de nutrientes, y que las plantas en el medio acuático son proveedoras de oxígeno por acción del proceso de fotosíntesis.

CO₂

Este gas se da como resultado de la respiración de los peces, plantas y otros organismos, otros orígenes de este gas son por difusión de la atmósfera, descomposición de materia orgánica o bien por incorporación de aguas subterráneas, principalmente si el agua viene de pozos.

Los niveles elevados de CO_2 pueden provocar pH ácido, interferir en la captación de O_2 y nefrocalcinosis. Hay que recordar que los valores de CO_2 variarán dependiendo de la hora del día en que sean monitoreados³.

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna desarrollará habilidades en la medición de las variables biológicas, físicas y químicas

del agua donde se encuentran los crustáceos y las destrezas en interpretar y analizar los resultados obtenidos, de acuerdo a las variables, así como en la aplicación de medidas correctivas.

Protocolo

Material general

- ✓ Termómetro interno para acuarios
- ✓ Estanques, peceras, acuarios, recipientes

Material por alumno(a)

- ✓ Flexómetro
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Libreta para anotar
- ✓ Lápiz o bolígrafo
- ✓ Calculadora
- ✓ Botas de hule
- ✓ Filipina

Actividades

1. Monitoreo y evaluación de variables físicas (temperatura del agua y ambiental)
3. Identificación de las áreas de ventilación, tipo de suelo, sustratos, fuentes de iluminación y calefacción
4. Análisis de datos
5. Implementación de medidas correctivas

Procedimiento

1. Observar las instalaciones en donde se mantienen a los crustáceos
2. Reconocer las áreas que integran el/los recinto(s)
3. Medir con el flexómetro las dimensiones de las instalaciones; con los datos obtenidos, calcular el área de las instalaciones donde se encuentran los crustáceos
4. Medir la temperatura ambiental, y registrar los datos observados. Realizar el monitoreo diariamente y registrar las mediciones
5. Medir con un termómetro interno la temperatura del estanque, manteniéndolo sumergido durante 1 min, anotar el dato obtenido. Realizar un monitoreo diario y registrar los datos obtenidos
6. Medir con el flexómetro la profundidad del agua del estanque y registrar el dato obtenido
7. Identificar las fuentes y equipo que proveen de iluminación y calefacción al recinto
8. Observar el tipo de suelo y sustrato del área donde se encuentran los crustáceos
9. Analizar los datos obtenidos y evaluar si las instalaciones, áreas de ventilación y descanso, sustratos, y requerimientos ambientales son adecuados para los crustáceos
10. Proponer medidas correctivas y en su caso aplicarlas

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades

Práctica 4

Toma de biometrías y registros

Objetivo general

El alumno o la alumna conocerá cuales son las biometrías y registros que se toman en los crustáceos de la FMVZ-UNAM o la UNAM-CAMPUS SISAL.

El alumno realizará manejos de captura, sujeción, manipulación y mediciones, en los animales vivos mediante el uso de equipo e instrumentos específicos para llevar a cabo la lotificación de los crustáceos.

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna realizará y obtendrá las biometrías importantes de los crustáceos
2. El alumno o la alumna realizará, obtendrá y analizará los registros de los crustáceos
3. El alumno o la alumna propondrá medidas correctivas y las aplicará en los casos correspondientes

Introducción

Las biometrías también llamados datos merísticos son las medidas corporales que se utilizan para determinadas ciertas características de una especie que son usuales y de gran importancia con fines de clasificación taxonómica como para evaluar el crecimiento de los crustáceos⁴

Captura de los crustáceos

Es importante que al realizar la captura de los crustáceos esta se haga con instrumentos que permitan la comodidad del animal así como del manejador o manipulador, esto se logra mediante las llamadas “artes de pesca” de las cuales se encuentran:

- Red de cuchara
- Chinchorro
- Atarraya
- Red de arrastre

El tipo de arte de pesca que se utilice dependerá del número de organismos que se vayan a manipular y del tipo de estanque o acuario en el que se encuentren los crustáceos.

Sujeción de los crustáceos

Los crustáceos sufren de estrés desde el momento de ser capturados y no obstante durante el manejo, sobre todo si este es prolongado. El ocasionar estrés en los organismos conllevará a la predisposición de enfermedades por agentes oportunistas, lo cual es necesario evitar.

Por lo tanto, la sujeción debe ser rápida y firme para evitar que el crustáceo caiga al piso al intentar escapar de la manipulación ocasionándole traumatismos innecesarios, así como también sujetarlos con redes o bien con las manos limpias y sin repelentes obloqueadores, para evitar ocasionarle algún daño⁴.

Peso

Para su medición se requiere una báscula la cual determinará el peso del crustáceo ya sea en kilogramos, gramos o libras. Esta medida indicará la ganancia diaria de peso de los crustáceos, para lo cual es indispensable generar registros y con ello establecer si los crustáceos están siendo bien alimentados o no. Lo cual implica tomar los datos del peso de los crustáceos para calcular la tasa de crecimiento desde la última vez que fueron pesados. El pesaje se puede realizar de manera individual o en grupo. El resultado de los pesos tomados de manera individual o en grupo dará como resultado la biomasa⁴.

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna desarrollará habilidades en la toma de las biometrías y los registros de los crustáceos y las destrezas en interpretar y analizar los resultados obtenidos, de acuerdo con las biometrías y registros, así

como en la aplicación de medidas correctivas.

Protocolo

Material general

- ✓ Estanques, peceras, acuarios, recipientes
- ✓ Redes de cuchara
- ✓ Crustáceos

Material por alumno(a)

- ✓ Flexómetro
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Libreta para anotar
- ✓ Lápiz o bolígrafo
- ✓ Calculadora
- ✓ Botas de hule
- ✓ Filipina

Actividades

1. Tomará las biometrías de los crustáceos
2. Tomará los datos importantes para los registros de los crustáceos
3. Análisis de datos
4. Implementación de medidas correctivas

Procedimiento

1. Medir al crustáceo para tomar las biometrías correspondientes
2. Llenará los registros de los crustáceos
3. Analizar los datos obtenidos de las biometrías y registros de los crustáceos
- 4 Proponer medidas correctivas y en su caso aplicarlas

Ejemplos:

Hoja de Registros de Parámetros del Agua

Parámetro Medido	Resultado(s) Obtenido(s)

Hoja de Registro de Biometrías

Número	Peso

Registro de Datos por Estanque, Acuario o Pecera

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades.

Práctica 5

Reproducción

Objetivo general

El alumno o la alumna obtendrá el conocimiento, la identificación y la realización del sexado, de la ablación y de los estadios larvarios por los que pasan los crustáceos.

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna conocerá, identificará y realizará el sexado, la ablación y comprobará los diferentes estadios larvarios de los crustáceos que se tiene en la FMVZ-UNAM o en la UNAM-CAMPUS SISAL
2. El alumno o la alumna evaluará y analizará la aplicación de la técnica de sexado, ablación y estadios larvarios realizada en los crustáceos de la FMVZ-UNAM o en la UNAM-CAMPUS SISAL
3. El alumno o la alumna sujetará y sexará a los crustáceos de la FMVZ-UNAM o en la UNAM-CAMPUS SISAL

Introducción

En los crustáceos la interacción entre muda y reproducción determinan los complejos mecanismos de control endócrino de acuerdo al patrón reproductivo observado en los distintos taxa de crustáceos. En los crustáceos el crecimiento somático y el gonadal se producen simultáneamente, de allí la importancia de un balance óptimo entre estos dos procesos. En las especies de tético abierto, la muda de la hembra es seguida por el desarrollo ovárico y posterior desove antes de la próxima muda; esta secuencia sugiere que la frecuencia de muda sería uno de los factores que controlan el desove. El conocimiento de los procesos fisiológicos que involucran el desarrollo ovárico, la cópula y el desove, como así también de los mecanismos de control endócrino, es de relevante importancia para controlar la reproducción de los crustáceos.

Algunas variables ambientales tienen un efecto significativo en la reproducción de los camarones en cautiverio, actuando sinérgicamente o en forma individual, siendo las más importantes el fotoperíodo, la intensidad lumínica, ruidos, color y tamaño del estanque, calidad del agua, temperatura y salinidad⁵.

Muda

El hecho importante que relaciona la muda con el crecimiento es que cuando el animal pierde su viejo esqueleto, inmediatamente comienza a absorber agua aumentando su volumen con lo cual la nueva cutícula se expande; luego el volumen ocupado por el agua es reemplazado por tejidos y en esa forma el camarón crece.

El período de muda es crítico, el camarón se encuentra desprotegido, es fácil presa de predadores, siendo ésta la etapa en la cual se observa una mayor mortalidad. Existen problemas de regulación iónica, debido a la toma de agua y a los cambios en la permeabilidad de las membranas.

Drach en 1939, determinó los estadios de muda de Crustáceos Decápodos Braquiuros, sobre la base de cambios tegumentarios, extendiendo este trabajo a todos los decápodos en 1944⁵.

Estadios de Muda de los Crustáceos

Post-muda	Período de turgencia debido a la absorción de agua; los animales no se alimentan
Intermuda	Período de actividad secretora de la epidermis, crecimiento de los tejidos, el animal se alimenta
Premuda	Se inicia la reabsorción del antiguo exoesqueleto y comienza a formarse una nueva cutícula, el animal no se alimenta
Exuviación o ecdisis	Pérdida del viejo esqueleto

En general los animales más pequeños tienen un ciclo de muda más breve por el cortamiento del período de intermuda, se ha observado la existencia de una menor tasa de muda para los animales de mayor tamaño, es decir un alargamiento del período de intermuda con la edad. Este fenómeno ha sido mencionado también para

otras especies de crustáceos y relacionado no sólo con factores internos, sino también con factores ambientales como la temperatura y el fotoperiodo⁵.

Maduración

Es el proceso por medio del cual las hembras y los machos desarrollan sus órganos genitales.

Maduración en Hembras (Ovarios)

Estadio I

Gónadas invisibles a través del exoesqueleto, de aspecto filiforme, muy pequeñas comparadas con los demás órganos y confinadas al abdomen, muy flácidas y de color blanco translúcido.

Estadio II

Gónadas invisibles a través del exoesqueleto, con aspecto filiforme pero con un esbozo de desarrollo del lóbulo anterior, transparentes y con muy poco cromatóforos.

Estadio III

Gónadas invisibles a través del exoesqueleto, hay un alargamiento importante, reconociéndose un lóbulo anterior con lobulaciones digitiformes que cubren el hepatopáncreas y la región abdominal más engrosada y bien diferenciada del intestino. Son transparentes y con muchos cromatóforos.

Estadio IV

Ovarios visibles a través del exoesqueleto, se diferencian tres regiones: una anterior con dos lóbulos, media con varias lobulaciones y posterior que se continúa hasta el telson. El color es verde pálido.

Estadio V

Ovarios visibles a través del tegumento, de color verde oliva con cromatóforos. La región anterior compuesta por dos lóbulos doblados en forma de gancho que llegan al extremo de la región cefálica, la región media con 6 lobulaciones laterales digitiformes y una región posterior abdominal que se extiende hasta el telson.

Estadio VI

Las mismas características externas del estadio V, pero la consistencia es muy flácida y cremosa, deshaciéndose al tratar de removerlo, de color verde rojizo. Son los ovarios desovados⁵.

Maduración en Machos (Testículos)

Se visualiza externamente porque las coxas del 5° par de pereopodos presentan una fuerte coloración verde, debido a la presencia de los espermatozoides maduros. También pueden observarse en aquellos ejemplares ya desprovistos de sus espermatozoides, el petasma deteriorado⁵.

Factores que Regulan la Maduración

La maduración se encuentra regulada por dos tipos de factores ambientales y hormonales.

Factores Ambientales

- a) Temperatura
- b) Luz y fotoperiodo

Control Hormonal de la Maduración

En los crustáceos los pedúnculos oculares contienen una variedad de hormonas que actúan sobre diversas funciones tales como crecimiento, metabolismo en general, muda, equilibrio osmótico, etc. Las hormonas son producidas por células nerviosas (neurosecretoras) que se encuentran en los pedúnculos oculares y cerebro. Las secreciones son transportadas a lo largo de los axones a la glándula del seno hasta que por un estímulo son descargadas en la hemolinfa.

En el pedúnculo ocular se encuentra el complejo órgano X-glándula del seno que produce una variedad de hormonas, una de las cuales inhibe el desarrollo de las glándulas sexuales (Ovarios y Testículos) y otra (MIH) que es inhibidora de la muda. Existe además otro par de glándulas que se encuentran en la proximidad de las mandíbulas (glándula Y) que segregan una sustancia responsable de la iniciación del proceso de muda, si se sacan estas glándulas el animal es incapaz de mudar. Existe una glándula androgénica cuya secreción determina los caracteres primarios y secundarios de las hembras y los machos, cuyas hormonas determinan los caracteres sexuales de las hembras y los machos.

Como es de imaginar si a un crustáceo se le extirpa el pedúnculo ocular se produce un aumento en la frecuencia de la muda y un incremento en la vitelogénesis, es decir maduración⁵.

Se debe destacar que la **ablación** promueve maduración, pero para completarla es necesaria la presencia de machos ya que en la mayoría de las especies el estadio de maduración total se alcanza luego que las hembras han sido fecundadas.

En especies de télico abierto como *P. vannamei* también el último estadio de maduración se alcanza cuando el espermatóforo se encuentra adherido a la parte ventral del cefalotórax de la hembra

El desove se produce entre 3–5 días a 3 semanas luego de la ablación. La ablación se realiza mediante distintas técnicas:

- a. apretando el pedúnculo ocular con dos dedos
- b. cortando el pedúnculo ocular con tijeras
- c. punzando el lóbulo ocular con un alfiler o aguja

En muchos casos se utilizan antibióticos y cauterización de la lastimadura producida para evitar infecciones posteriores⁷.

Ablación

La **ablación** peduncular unilateral, que provoca una disminución del nivel de hormona inhibidora del desarrollo gonadal circulante en hemolinfa, induce picos de maduración y desoves, optimizando la producción comercial de larvas. Ese incremento en el potencial reproductivo se corresponde con un gran aumento de las demandas bioenergéticas de las hembras desovantes, con requerimientos nutricionales adicionales. Uno de los métodos de estudio del desarrollo gonadal es el examen de los cambios en la relación entre el tamaño de la gónada y el peso del cuerpo (índice gonadosomático)⁵.

Estadios

Diferentes Estadios larvales de los Crustáceos⁵:

Estadios
Huevo
Nauplios
Protozoa ó Zoea
Mysis
Postlarvas

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna adquirirá la habilidad del conocimiento, la identificación y la realización del sexado, de la ablación y de la comprensión de los estadios larvales por los que pasan los crustáceos, y generará la destreza sobre todos los procesos por los que todo crustáceo pasa durante su desarrollo para reproducirse.

Protocolo

Material general

- ✓ Estanques, peceras, acuarios, recipientes

- ✓ Redes de cuchara
- ✓ Crustáceos

Material por alumno(a)

- ✓ Libreta para anotar
- ✓ Lápiz o bolígrafo
- ✓ Botas de hule
- ✓ Filipina

Actividades

1. Reconocimiento de la(s) especie(s) de acuerdo a su(s) hábito(s) reproductivo(s)
2. Selección de crustáceos para identificación de su sexo
3. Realización de la ablación en algunos crustáceos
4. Reconocimiento y revisión y observación de los diferentes estadios larvarios por los que pasan los crustáceos

Procedimiento

1. Obtención previamente sobre el tipo de reproducción que tienen estos crustáceos
2. Seleccionar a los crustáceos para sexarlos
3. Elegir a los crustáceos que se les realizara la ablación
4. Observación y revisión de los estadios larvarios presentes en los crustáceos

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades

Práctica 6

Alimentación

Objetivo general

El alumno o la alumna participará en la forma de alimentar a los crustáceos presentes elaborando y administrando la(s) dieta(s) para el mantenimiento de los animales.

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna conocerá y seleccionará los ingredientes para elaborar dietas de acuerdo a los hábitos alimenticios de los crustáceos.
2. El alumno o la alumna elaborará y administrará diferentes dietas para los crustáceos.

Introducción

Biomasa

Se le llama biomasa a la suma de todos los pesos de los crustáceos medidos, esto puede ser realizado de manera individual o bien en grupo.

Al obtener la suma de todos los pesos es posible realizar el cálculo de la cantidad de alimento a administrar a los crustáceos lo cual evitará que se subalimente o se sobrealimente a los organismos.

Esta es importante debido a la necesidad de administrar en muchas ocasiones medicamentos, hormonas o pigmentos en el alimento y si no se cuenta con la biomasa exacta con la que se trabajará se corre el riesgo de no obtener los resultados esperados, además del elevado costo que implica la compra del medicamento, hormonas o pigmentos.

Cálculo de alimento

El cálculo de alimento es una actividad indispensable de realizar. Recordando que el mayor porcentaje de gastos en cualquier producción pecuaria está dado por el alimento, las granjas acuícolas no son la excepción, por lo que es de gran importancia evitar su desperdicio.

Las ventajas de calcular la cantidad exacta de alimento son que no se desperdicia el alimento, los animales consumen lo necesario para obtener su ganancia diaria de peso, no compiten por el alimento, no surgirán problemas por canibalismo. Además, una sobrealimentación puede conducir a la acumulación de materia en descomposición, provocando altos niveles de amoníaco y nitritos que son tóxicos para los crustáceos⁶.

Estadios	Alimentación Principal
Huevo	
Nauplios	Sus propias reservas
Protozoa o Zoea	Fitoplancton
Mysis	Zooplancton
Post-larvas	Zooplancton y posteriormente alimentación omnívora

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna adquirirá la habilidad de identificar aquellos ingredientes que se requieren para elaborar las dietas en los crustáceos, y generará la destreza en la elaboración de dietas considerando los nutrientes necesarios acordes a cada etapa de vida y hábitos alimenticios de los crustáceos.

Protocolo

Material general

- ✓ Báscula
- ✓ Ingredientes para dietas

- ✓ Alimento comercial balanceado

Material por alumno(a)

- ✓ Libreta para anotar
- ✓ Lápiz o Bolígrafo
- ✓ Botas de hule
- ✓ Filipina
- ✓ Guantes

Actividades

1. Reconocimiento de la(s) especie(s) de acuerdo a sus hábitos alimenticios
2. Selección de ingredientes para elaborar las diferentes dietas
3. Elaboración de dietas para los crustáceos, considerando el porcentaje de inclusión de los ingredientes seleccionados
4. Calculo de las raciones a administrar a los crustáceos
5. Administración de las diferentes dietas elaboradas para los crustáceos, observando el comportamiento de los animales durante su alimentación

Procedimiento

1. Con los datos obtenidos previamente de la biomasa de todos los animales, calcular las raciones de las dietas considerando su hábito alimenticio
2. Seleccionar los ingredientes y porcentaje de inclusión en la(s) diferente(s) dieta(s)
3. Elaborar la(s) dieta(s) para los crustáceos
4. Elaborar la(s) dieta(s) específicas para cada crustáceo según el caso
5. Elegir la presentación para administrar las diferentes dietas (viva, seca, fresca, congelada, mixta, con grenetina, etc)
6. Administrar la(s) dieta(s) para los crustáceos tomando en cuenta los días y horario en que son alimentados

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades.

Práctica 7

Sistemas de Producción

Objetivo general

El alumno o la alumna participará en la forma de alimentar a los crustáceos presentes elaborando y administrando la(s) dieta(s) para el mantenimiento de los animales.

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna conocerá y seleccionará los ingredientes para elaborar dietas de acuerdo a los hábitos alimenticios de los crustáceos.
2. El alumno o la alumna elaborará y administrará diferentes dietas para los crustáceos.

Introducción

Acuicultura extensiva

Como en cualquier sistema de producción agropecuaria, existen diferentes tipos de cultivos, según la intensidad y tecnificación del cultivo.

Son sistemas de cultivo de baja intensidad y tecnología, en los que se aprovechan condiciones naturales favorables.

Los sistemas extensivos son bastante utilizados en la producción de fitoplancton y zooplancton en climas cálidos, con grandes dosis de radiación solar. Balsas de agua enriquecidas con nutrientes minerales se utilizan para la producción de microalgas como Chlorella o Spirulina, destinadas a alimentación humana, cosmética o herbodietética, o como alimento de un segundo cultivo extensivo de zooplancton, como *Daphnia* o *Artemia*, utilizado posteriormente en alimentación larvaria de peces y crustáceos.

Acuicultura semi intensiva e intensiva

Sistemas de cultivo más controlados y de mayor rendimiento, en los que el grado de tecnología e intervención es mucho mayor a los extensivos.

El agua es la del medio, sin ningún sistema de bombeo, pero se aportan alimentos y se realiza un mínimo control del cultivo. También son sistemas semi-intensivos los cultivos en estanques y canales en circuito abierto o semiabierto, aprovechando aguas corrientes⁷.

Los cultivos intensivos se realizan normalmente en instalaciones separadas del medio natural, en tanques o piscinas aisladas con sistemas técnicos de captación y recirculación de agua, y con un control total del medio y de los individuos. Son mucho más caros que los procesos menos tecnificados, pero el aumento de rendimiento o la necesidad de un mayor control de la producción es determinante. Estudios y experiencias concretas demuestran el potencial productivo y rentabilidad de estos emprendimientos⁷.

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna adquirirá la habilidad de conocer e identificar los diferentes sistemas de producción en los crustáceos, y generará la destreza en la forma de producir crustáceos.

Protocolo

Material general

- ✓ Crustáceos

Material por alumno(a)

- ✓ Libreta para anotar
- ✓ Lápiz o Bolígrafo
- ✓ Botas de hule

✓ Filipina

Actividades

1. Reconocimiento de la(s) especie(s) y la forma de producción

Procedimiento

1. Conocer y comprender las diferentes formas de producción de crustáceos
2. Conocer y comprender las ventajas entre una y otra forma de producción con la misma especie(s)
3. Conocer y comprender las desventajas entre una y otra forma de producción con la misma especie(s)

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades

Práctica 8

Crianza y desarrollo de la(s) especie(s)

Objetivo general

El alumno o la alumna participará en el conocimiento de la forma de criar y desarrollar a la(s) especie(s) de crustáceos.

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna conocerá la forma de criar a la(s) especie(s) de crustáceos
2. El alumno o la alumna conocerá forma de desarrollo que presenta la(s) especie(s) de crustáceos

Introducción

El **cultivo de algas** o **alguicultura** es una forma de acuicultura que se preocupa del cultivo de especies de algas. La mayoría de las algas cultivadas caen dentro de la categoría de microalgas, entre la que se encuentran el fitoplancton, las micrófitas, etc.

Historia y usos de las algas

Presumiblemente, el primer uso de las algas fue como comida. Un ejemplo es la envoltura del sushi. Otras especies también son comestibles, tal como la spirulina y la dulce (*Palmaria palmata*). La dulce es un alga roja comercializada particularmente en Irlanda y Canadá atlántico. Se come cruda, fresca, seca o cocinada como espinaca⁸.

La Spirulina es un alga cianófito con una gran historia como fuente de alimentos en África Oriental y México precolonial. Debido a su alto contenido en proteínas y otros nutrientes, se usa comúnmente como suplemento alimenticio y como tratamiento para la desnutrición⁸.

La Chlorella, otra microalga popular, tiene una composición nutricional similar a la de la Spirulina, pero es única por ser la fuente del "factor de crecimiento de la Chlorella", un fitoquímico potente que ha mostrado el aumentar el crecimiento en animales y niños, y una pared celular con afinidad para los metales pesados y venenos, particularmente Mercurio (elemento). La pared celular se une a la toxina y la remueve del cuerpo. La Chlorella es muy popular en Japón y es uno de los suplementos más prescritos en el país. Desde el punto de vista ambiental y ecológico, el cultivo de algas marinas sirve de sustrato y refugio a muchas especies de peces e invertebrados que cumplen parte de su ciclo de vida, las algas además generan oxígeno disuelto aumentando la productividad primaria.

Además, es una de las actividades que causa poco impacto ambiental, por lo que no se ha encontrado ningún inconveniente en su desarrollo, además de que se trata de una fuente de trabajo, tampoco afecta al suelo o al agua, ya que no compite por un suelo fértil, sin embargo, la producción de algas requiere un clima templado, para que las algas puedan crecer⁸.

La **producción de algas** es una actividad que ha tomado relevancia en la actualidad, se trata además de actividad joven, las algas son utilizadas en las industrias de alimentos, como fuente de hidrocoloides, alginato, agar, carragenina, entre otros usos que se le pueden dar.

Por lo que el impulso a esta actividad puede ser benéfico para los países que así lo deseen, su crecimiento es lento, pero necesita tanta paciencia como sea necesaria. El alimento del futuro, como algunos han considerado a las algas, es una fuente importante desde el área alimentaria, pasando por la cosmetología y también en la elaboración de medicamentos que son de gran utilidad para el tratamiento de enfermedades y padecimientos como sobrepeso, estrés, hipotiroidismo, hipertensión y muchos más.

La producción de algas debe ir en aumento, ya que son muchos los beneficios económicos y sociales que se pueden obtener de este organismo marino y por ende la demanda para el consumo humano o para la elaboración de diferentes productos industriales, como algunos medicamentos, cosméticos, pinturas, productos textiles, etc., se ha intensificado en los últimos años, llegando la producción mundial en 1985 a 3 583 000 toneladas⁸.

Las algas han sido utilizadas como alimento desde tiempo inmemorial en los países orientales como Japón y en algunos países americanos como México; es probable que las tradiciones y gustos mantengan este consumo y posiblemente puedan sustituir a algunas hortalizas como la lechuga y el apio, por su contenido nutricional y porque sus precios pueden ser más bajos. Su principal valor nutritivo radica en las vitaminas y minerales que contienen, entre las que se encuentran la A, la B₂ y la B₁₂, además de hierro y yodo.

En los últimos tiempos se han realizado muchas investigaciones sobre las posibilidades de obtener proteínas de algas unicelulares, en especial, las algas verdeazules y las algas verdes, que son vegetales microscópicos cuyo cuerpo está formado por una célula como la especie *Spirulina maxima*, que es un alga verde, las cuales contienen hasta un 50% de su peso formado por proteínas.

La creciente demanda de algas ha estimulado que los científicos y técnicos hayan iniciado los programas para cultivarlas, especialmente de aquellas que se utilizan para el consumo humano. En algunos países como Japón y China, el cultivo de las algas representa una industria que se encuentra en expansión y en otras partes del mundo se está trabajando intensamente para lograr cultivarlas tanto con fines alimenticios como industriales⁸.

Los cultivos deben localizarse en áreas protegidas, con características fisicoquímicas y biológicas adecuadas, según la especie que se trabaje, y que no tengan contaminación; asimismo las algas se tienen que proteger de los depredadores, como algunos peces, erizos de mar, y de parásitos; el manejo de los vegetales jóvenes debe hacerse con gran cuidado; y la recolección tiene que organizarse de manera de sostener la máxima productividad. Además, es indispensable conocer la biología del organismo, en especial su reproducción y desarrollo.

El cultivo de algas microscópicas como las de agua dulce de los géneros *Chlorella* y *Scenedesmas*.

Artemia

La **producción de artemia** requiere de ciertos parámetros a considerar como:

Temperatura

La temperatura deberá mantenerse en el intervalo de 25–30°C. A temperatura por debajo de 25°C la eclosión es más lenta y por encima de 30°C el metabolismo de los quistes se detiene irreversiblemente. Es mejor mantener una temperatura constante en el medio de eclosión (usando calentadores y termostatos) para obtener una producción máxima de nauplios en estado I, asegurando unos resultados de eclosión constantes, independientemente de las fluctuaciones estacionales de la temperatura⁸.

Salinidad y pH

Por razones de conveniencia práctica, se usa el agua de mar para la eclosión de los quistes. Sin embargo, a una salinidad de 5% aumenta la tasa de eclosión y se han registrados eficiencias de eclosión más elevadas para algunas cepas de quistes, teniendo los nauplios un mayor contenido energético. Se aconseja utilizar agua de mar natural diluida con agua dulce hasta 5%, complementándola con 2 g por L de NaHCO₃ industrial para preparar una solución de eclosión a base de sales industriales y agua.

La salinidad de los medios de eclosión puede ser fácilmente controlada con la ayuda de un densímetro o de un refractómetro.

Oxígeno

A fin de lograr una eclosión máxima (tanto en tasa como en eficiencia), se recomienda mantener unos niveles de oxígeno por encima de 2 mg/L. Las tasas óptimas de aireación han sido controladas localmente en función del tamaño del estanque y de la densidad de quistes incubados; para lograr una eclosión máxima de 100 g de quistes en un recipiente de 20 L se debe mantener una tasa de aireación de 7 L de aire/estanque.

La tasa de aireación se puede determinar fácilmente midiendo el volumen de agua desplazado por las burbujas de aire en una probeta invertida durante un período de tiempo prefijado (10 segundos).

Cuando no es vital alcanzar los niveles aceptables de O_2 , no se recomienda el uso de piedras de aireación, ya que puede inducir la formación de espuma que podría atrapar los nauplios. La formación de espuma no será un problema si los quistes han sido lavados, después de tenerlos una hora en remojo, o si han sido previamente⁸.

Densidad de quistes

En vista de los problemas técnicos encontrados en el mantenimiento de altos niveles de oxígeno sin formación de espuma o sin daños mecánicos a los nauplios eclosionados, se recomienda no sobrepasar densidades de 5 g de quistes/L, especialmente cuando se trabaja con grandes cantidades.

La presencia de una espuma persistente se puede reducir añadiendo unas gotas de algún agente antiespumante no tóxico (silicona antiespumante del tipo usado en las cervecerías).

Iluminación

La iluminación de los quistes, al menos durante las primeras horas tras su hidratación, es esencial para lograr una eclosión máxima. Teniendo en cuenta las diferencias que se observan entre las cepas de *Artemia*, es aconsejable para obtener resultados óptimos, mantener una iluminación de aproximadamente unos 2000 lux en la superficie del agua. Este nivel de iluminación se logra, principalmente, durante el día en estanques transparentes puestos a la sombra en el exterior. Sin embargo y con el fin de independizarse de las fluctuaciones estacionales, es mejor situar los estanques de eclosión en el interior proporcionándoles iluminación artificial, con tubos fluorescentes instalados cerca de la superficie del agua⁸.

Desinfección de los quistes

Como puede verse la superficie externa de la cáscara de los quistes puede estar cubierta con esporas de bacterias y hongos o estar contaminada con impurezas orgánicas. Es evidente que a una densidad elevada de quistes en el medio de eclosión a una temperatura alta, el desarrollo bacteriano puede ser considerable, lo que ocasiona que el medio de eclosión se ponga turbio dando como resultado, eventualmente, una malaeclosión. Por otro lado existen bacterias, que pueden ser per judiciales para las larvas del predador y que pueden ser introducidas en el medio de cultivo de esas larvas junto con los nauplios de *Artemia* recién eclosionados (cuando estos no han sido adecuadamente lavados⁸).

Con esta finalidad es muy recomendable aplicar unos métodos rutinarios de desinfección:

Introducir los quistes durante 1 ó 2 hrs en una solución de 20 ppm de hipoclorito en agua dulce, 285 mg de polvo blanqueador industrial ($Ca(OCl)_2$) en 10 l de agua dulce para 0.5 kg de quistes; o 4 ml de lejía (con un 5% de producto activo para uso doméstico) en 10 l de agua dulce para 0.5 kg de quistes; mantener una aireación o agitación fuerte para exponer todos los quistes a la solución desinfectante; el tiempo de desinfección se puede reducir a unos 20 minutos usando mayores concentraciones de desinfectante (200 ppm). Tras este tratamiento, los quistes serán lavados con agua dulce sobre un tamiz y posteriormente puestos a eclosionar, completar la eliminación del corion de los quistes por decapsulación con hipoclorito⁸.

Montaje práctico para la eclosión

Los mejores resultados de eclosión, con altas densidades de quistes, se pueden conseguir en recipientes transparentes con base en forma de embudo y que están aireados desde el fondo. Nosotros usamos en general sacos plásticos cerrados al calor y con un volumen de hasta 20 L si están fabricados en polietileno, o hasta 75 L si están hechos en PVC. En realidad, podría servir cualquier recipiente con base en forma de embudo (preferentemente transparente).

Los recipientes de eclosión están iluminados a una distancia de 20 cm por 2 (sacos de 20 l) ó 4 (estanques de 75 l) tubos fluorescentes de 60 W.

La aireación desde el fondo del estanque de eclosión permite mantener todos los quistes en suspensión en un agua suficientemente oxigenada: a una densidad de 5 g/l la tasa óptima de aireación es de 7 l de aire/min en los sacos de eclosión de 20 l, y de 20 l/min en los estanques de eclosión de 75 l. La temperatura de la solución eclosionadora se mantendrá constante en el intervalo de 25 a 30°C tanto por la instalación del dispositivo completo en una habitación climatizada o bien usando calentadores sumergibles conectados con termostatos de acuario. Dado que la forma más económica de usar los quistes de Artemia es la incubación de estos bajo unas condiciones constantes durante un período de tiempo específico, para así poder recoger el máximo número de nauplios en estado I, se debería considerar la estandarización de los parámetros y eventualmente su automatización.

La incubación de quistes en un tiempo predeterminado (elegido en relación con el momento más conveniente para la cosecha de los nauplios) se puede lograr automáticamente con un bombeo, controlado por un temporizador, del agua de mar en el estanque de eclosión que ya contiene los quistes secos⁸.

Técnicas de cosechado

La recogida de los nauplios de Artemia, más o menos libres de cáscaras vacías y de quistes sin eclosionar, se hace tras detener la aireación durante 5 a 10 min: las cáscaras vacías flotan en la superficie mientras que los nauplios se concentran en la parte inferior del embudo.

El sifonamiento se iniciará desde la parte más inferior del embudo, con el fin de eliminar primero los desechos y quistes llenos no eclosionados que se habrán acumulado justo por debajo de los nauplios. Dado que la mayoría de los nauplios tienen fototactismo positivo, pueden ser concentrados más rápidamente oscureciendo la parte superior del recipiente de eclosión, con un plástico negro que permita que la luz llegue únicamente a la parte más baja del embudo. Una segunda cosecha de nauplios se puede hacer dejando transcurrir 5 a 10 min, tras la primera recogida.

La flotación de las cáscaras de los quistes se puede favorecer aumentando la salinidad, poco antes de la cosecha, con la adición de salmuera saturada o sal bruta. El brusco cambio de salinidad no es perjudicial para los nauplios de Artemia, mientras permanezcan en el primer estado de nauplio (estado I).

Con aquellas cepas que tienen una pobre sincronía de eclosión se puede hacer una primera recogida algunas horas antes de que se alcance la máxima eficiencia de eclosión, con el fin de asegurar un uso óptimo de los nauplios producidos (en su estado I) y algunas cepas de artemia pueden ser difícilmente separadas siguiendo las técnicas descritas anteriormente. Con estas cepas y dado que cualquier contaminación con cáscaras vacías debe ser evitada, se deben utilizar quistes decapsulados⁸.

Distribución de los nauplios a las larvas en cultivo

Con el fin de prevenir la contaminación de los estanques de cultivo con glicerol, metabolitos de eclosión y bacterias los nauplios de Artemia cosechados se lavarán sobre un tamiz de 125 micras antes de transferirlos a los estanques de cultivo larvario.

Dado que el estado I de los nauplios se desarrolla enteramente a base de sus reservas energéticas, se los debería cosechar y alimentar con ellos a las larvas de crustáceos en su forma más energética, es decir tan pronto como sea posible después de la eclosión. La práctica generalizada de mantener los nauplios en agua salada aireada a la temperatura ambiente (principalmente al exterior) produce una pérdida continua del contenido energético al no poderse todavía alimentar.

La cría comercial de crustáceos comprende tres divisiones productivas: laboratorios de maduración,

laboratorios de larvicultura y engorde en las granjas.

En la maduración, se llevan a cabo los cruces y desoves de reproductores con el fin de producir **nauplios**. Los **nauplios** son transportados a Laboratorios de larvicultura para realizar la cría larvaria desde **nauplio I** hasta post-larva 10 (PL10-PL13 o semilla).

Finalmente, las semillas son trasladadas a fincas donde se mantienen hasta que alcancen el tamaño comercial (16 g aprox.).

En los laboratorios de larvicultura de camarón, la sobrevivencia de las larvas es un resultado esencial para el éxito de dicha actividad. En general, esta sobrevivencia se calcula a partir del número de **nauplios** sembrados en los estanques y se considera como normal cuando su valor promedio es del orden del 50 %, entre **nauplios** y post-larvas de tamaño comercial.

Sin embargo, se observa siempre una amplia variación en los porcentajes de sobrevivencia entre estanques de un mismo laboratorio y en la misma época del año, así como entre laboratorios diferentes en una misma época o entre diferentes épocas del año⁸.

En algunos casos, estas variaciones de la sobrevivencia corresponden a cambios ambientales que se producen estacionalmente y que raramente han sido explicados científicamente.

Las causas de mortalidad son muy difíciles de identificar. La escasez de semilla de camarón puede representar pérdidas graves tanto para los laboratorios como para las granjas.

Solucionar estos problemas en forma inmediata es casi imposible, pero es fundamental lograr identificar esta(s) causa(s) con el fin de aplicar las medidas preventivas pertinentes. Por lo tanto es importante diferenciar entre la influencia de la calidad de los **nauplios** y de la calidad de las condiciones de manejo en larvicultura en la sobrevivencia final.

En efecto, si el problema proviene de los **nauplios**, de nada sirve intentar buscar soluciones en el proceso de larvicultura. Estas pueden conducir a modificaciones indiscriminadas de los protocolos de producción, desestabilizando el manejo del sistema de producción.

Al contrario, si la calidad de los **nauplios** no puede explicar ciertos problemas sufridos, la búsqueda de causas y soluciones debe enfocarse de inmediato hacia las condiciones de manejo en la larvicultura⁸.

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna adquirirá la habilidad de conocer e identificar la forma de criar y desarrollar a los crustáceos, y generará la destreza en la crianza y desarrollo de los crustáceos.

Protocolo

Material general

- ✓ Crustáceos

Material por alumno(a)

- ✓ Libreta para anotar
- ✓ Lápiz o Bolígrafo
- ✓ Botas de hule
- ✓ Filipina
- ✓ Guantes

Actividades

1. Reconocimiento de la crianza de la(s) especie(s) de crustáceos
2. Reconocimiento del desarrollo de la(s) especie(s) de crustáceos

Procedimiento

1. Con el conocimiento obtener y diseñar la mejor forma o manera de criar a los crustáceos
2. Con el conocimiento obtener y diseñar la mejor forma o manera de desarrollar con los crustáceos

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades

Práctica 9

Bioseguridad de los organismos

Objetivo general

El alumno o la alumna participará en la forma de garantizar la bioseguridad en los crustáceos elaborando un plan de acción para evitar la propagación y/o diseminación de enfermedades.

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna conocerá y seleccionará la(s) estrategia(s) a seguir para asegurar la bioseguridad en la
2. El alumno o la alumna conocerá y seleccionará la(s) metodología implementada para conservar la bioseguridad.

Introducción

Como sabemos el ciclo de producción del cultivo del camarón consta de cuatro elementos: maduración larvicultura, pre-cría y engorde. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), cada uno de estos elementos requeriría agua no contaminada, instalaciones de cultivo limpias, alimento balanceado no contaminado, protocolos de higiene, prácticas de secado y ciclos de descanso.

Los tratamientos para las enfermedades de los camarones no son fáciles. Con frecuencia son más complejos que su prevención. No existe una solución única que resuelva todos los problemas, pero sí existen medidas preventivas que evitan que los patógenos se filtren a través de los estanques y que mantienen a los camarones sanos. La FAO recomienda las siguientes buenas prácticas para el cultivo de camarones:

- Seleccionar la mejora genética del camarón: Es decir, libres de patógenos específicos (SPF, por sus siglas en inglés) y de alto desempeño para equipos de alta bioseguridad. Una mejor bioseguridad en la producción de camarones comienza con reproductores sanos que suministren huevos y nauplios para los criaderos. Los reproductores, ya sean SPF o no SPF, deben ser cuidadosamente adquiridos y certificados. Esta es la primera y más importante medida a tomar, ya que podría evitar que los portadores de enfermedades ingresen al sistema de cultivo, ya sea por selección fenotípica en base a criterios de mejor crecimiento o mejor sobrevivencia⁹.
- Mantener los patógenos fuera: Secar las instalaciones con frecuencia, desinfectar el estanque y realizar recambios de agua; controlar la calidad del alimento balanceado; y prevenir la contaminación por aire y por microgotas.
- Implementar un programa de bioseguridad: Restringir al mínimo el número de visitantes (como vehículos, personas, aves y otros transportistas). Y fomentar la higiene a través de la instalación de estaciones de lavado de manos, lavabotas y lavados o arcos sanitarios para vehículos. Además, colocar letreros de advertencia, desinfectar el calzado antes de ingresar a las instalaciones y usar botas⁹.

Habilidades y destrezas por adquirir

El alumno o la alumna adquirirá la habilidad de identificar la forma de entrada de enfermedades, y generará la destreza en la elaboración de planes y/o programas de acción metodológicos que permitan asegurar la bioseguridad de los crustáceos en la producción.

Protocolo

Material general

- ✓ Crustáceos

Material por alumno(a)

- ✓ Libreta para anotar
- ✓ Lápiz o Bolígrafo
- ✓ Botas de hule
- ✓ Filipina
- ✓ Guantes

Actividades

1. Selección de estrategias para asegurar la bioseguridad en los crustáceos
2. Selección de la metodología implementada para conservar la bioseguridad en los crustáceos
3. Selección de la programación de un plan de acción para la bioseguridad en los crustáceos

Procedimiento

1. Elaborar un conjunto de estrategias que permitan la bioseguridad de los crustáceos
2. Elaborar la metodología para conservar la bioseguridad de los crustáceos
2. Elaborar e implementar un programa o plan de acción que asegure la bioseguridad de los crustáceos todo el ciclo de producción

Evaluación

Realización de actividades, integración de conocimientos teórico-prácticos, informe escrito, adquisición de habilidades.

Práctica 10

Informes Finales escritos, y recomendaciones

Objetivo general

1. El alumno o la alumna obtendrá la metodología para entregar el informe final por escrito sobre los temas abordados en la semana y las recomendaciones pertinentes.

Objetivos específicos

1. El alumno o la alumna aplicará la metodología dirigida demostrando las habilidades y destrezas adquiridas para entregar los reportes finales semanales con los temas vistos manifestando las recomendaciones.

Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno o la alumna adquirirá la habilidad de entregar de forma correcta un informe de actividades por escrito, y la destreza de llevar a cabo la metodología para entregar un reporte escrito.

Protocolo

Material general

- ✓ Internet
- ✓ Libros
- ✓ Artículos
- ✓ Tinta
- ✓ Hojas

Material por alumno(a)

- ✓ 2 Reportes

Actividades

1. Desarrollar la investigación del tema o de los diferentes temas revisado(s) en esa semana.

Procedimiento

1. El alumno o la alumna entregará los dos informes escritos en físico los días viernes al terminar su práctica y después deberá de enviar sus reportes en PDF al correo de sus profesores teniendo como tiempo límite hasta las 10:00 pm, estos deben de tener una **Carátula**: con esos datos: Nombre de la Institución, Nombre de la Facultad, Nombre de la Asignatura, Profesor(es) Titular(es), Grupo, Nombre del Alumno o Alumna, Fecha de entrega, Calificación obtenida, además llevara una **Introducción** es realizando una revisión extensa del tema, mencionando las referencias estrictamente pertinentes, numeradas consecutivamente en superíndice, siguiendo el orden en el que se mencionan por primera vez en el texto (REVISTA VETERINARIA MÉXICO OA del año en curso), debe tener los **Objetivos: General(es)** y los **Específico(s)** donde su planteamiento deberá responder a quién, qué, cómo y para qué ejemplo El alumno (quién), medirá los parámetros físico-químicos del agua (qué) a través de kits colorimétricos (como) para evaluar y corroborar que cumpla con las necesidades específicas de los peces (para qué), tendrá un desarrollo de las actividades realizadas, **Material y métodos** donde desarrollo de las actividades tal y como se realizaron, mencionando los materiales con lo que se trabajaron, y describir el protocolo de la forma de realizarlas, poner los **Resultados** obtenidos, **Conclusión o conclusiones** y esta es de acuerdo a lo desarrollado por ti y es libre, debe de englobar todo el trabajo realizado desde la introducción hasta los resultados obtenidos, y si debe o no participar el MVZ en esta(s) especie(s), deberá tener **Recomendaciones** para que sea funcional, y debe tener las **Referencias Bibliográficas** en donde cada tema debe de tener mínimo 3 referencias del 2021 a la fecha, estas 3 referencias van de acuerdo a la realización de la práctica por día también, y deben llevar los datos del libro, artículo, página web como lo establece el instructivo para los autores en REVISTA VETERINARIA MÉXICO OA del año.

Evaluación

Realización de los dos reportes semanales, donde incluyen el informe final por escrito de todas las actividades realizadas por semana, demostrando los conocimientos teóricos sobre el delfín o los delfines y las habilidades prácticas de la especie(s).

Referencias bibliográficas

1. Crustáceos-Wikipedia, la enciclopedia libre. es.wikipedia.org/wiki/Crustáceos
2. Enciclopedia Concepto. Crustáceos. 2013
<https://concepto.de/crustaceos/#:~:text=Los%20crust%C3%A1ceos%20%28del%20lat%C3%ADn%20cos tra%20que%20significa%20%E2%80%9Ccorteza%E2%80%9D%29,todos%20los%20artr%C3%B3podos%2C%20los%20crust%C3%A1ceos%20son%20animales%20invertebrados>
3. Álvarez NF, Rodríguez AGA, editores. Crustáceos de México: estado actual de su conocimiento. Monterrey, Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León, Dirección de Publicaciones: Biblioteca Universitaria Raúl Frías, 2008
4. Hernández AJL, et al, Editores. Camarones, langostas y cangrejos de la Costa Este de México. Shrips, lobsters and crabs of the Eastern Coast of Mexico. México: Estudio y Conservación de la Naturaleza; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2005
5. Martínez CLR. Camaronicultura: avances y tendencias. Distrito Federal, México: AGT Editor, 2002
6. Blis de. The biology of crustacea. New York: Academic, 1982
7. Acuicultura-Wikipedia, la enciclopedia libre es.wikipedia.org/wiki/Acuicultura
8. Lee Do. Crustacean farming. New York (Halsted), 1992
9. ¿Cómo prevenir las enfermedades más comunes en los camarones? Alltech>es-mx>blog>como-prevenir-las-enfermedades-m
10. Navarrete RR. Manual sobre las enfermedades virales de los camarones peneidos, medidas sanitarias de control: estudio recapitulativo (tesis licenciatura). Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1996
11. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. [Página principal de Internet]. c2011-2013 [Actualizada 2013; citada 25 Ene 2013. Disponible en: http://www.fao.org/index_es.htm
12. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL [Página de Internet] Código Sanitario para los Animales Acuáticos c2011-2013. [Actualizado 2012; citado enero 24 del 2013]. OIE Código Sanitario para los Animales Acuáticos. Disponible en: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-acuatico/acceso-en-linea>
13. SAGARPA. [Página de Internet]. México: Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca c2011-2013 [Actualizado 2012; citado enero 24 del 2013]. Disponible en: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_inicio