



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA REPRODUCCIÓN DEL  
*MACROBRACHIUM AMERICANUM* EN AMBIENTE CONTROLADO.

CALERO BRAVO JAZMANY FABRICIO  
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA REPRODUCCIÓN DEL  
*MACROBRACHIUM AMERICANUM* EN AMBIENTE  
CONTROLADO.

CALERO BRAVO JAZMANY FABRICIO  
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA REPRODUCCIÓN DEL *MACROBRACHIUM AMERICANUM* EN AMBIENTE CONTROLADO.

CALERO BRAVO JAZMANY FABRICIO  
INGENIERO ACUÍCULTOR

CUN JARAMILLO MILTON LUIS

MACHALA, 29 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA  
29 de agosto de 2022

# TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA REPRODUCCIÓN DEL MACROBRACHIUM AMERICANUM BT 1868 EN AMBIENTE CONTROLADO

*por* Jasmany Fabricio Calero Bravo

---

**Fecha de entrega:** 15-ago-2022 09:29p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1883028356

**Nombre del archivo:** COMPLEXIVO\_JAZMANY-CALERO.docx (2.62M)

**Total de palabras:** 3894

**Total de caracteres:** 20835

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CALERO BRAVO JAZMANY FABRICIO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Técnicas utilizadas en la reproducción del *Macrobrachium americanum* en ambiente controlado., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 29 de agosto de 2022



CALERO BRAVO JAZMANY FABRICIO  
0706862737

## RESUMEN

El presente trabajo se enfocó en la recopilación de información en técnicas de reproducción del crustáceo dulce acuícola *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) especie consideradas de gran interés económico en nuestro país, por tener tallas de 260 mm y un peso superior a 500 g considerándola un potencial para la acuicultura en agua dulce, en estas técnicas se determinan la madurez sexual de la especie, la comprenderá a su longitud total que fluctúa entre 140 a 180 mm a una talla mínima de 85 mm; otra técnica que se debe tener en cuenta es la relación hembra/macho 2 hembras por cada macho o incluso 10 hembras por cada 2 machos, pero siempre en mayor proporción las hembras; también es un manejo el realizar de manera diaria las buenas prácticas de manejo los recambios de agua, donde se extraen material extraño que se originan en el mesocosmo; los parámetros físico/químicos son parte importantes de una técnica de reproducción ya que si los mismos no se encuentran en los rangos óptimos que los reproductores necesitan van a interrumpir el proceso. Para aplicar las técnicas en estudio es necesario conocer las características generales de la especie, su fisiología reproductiva, alimentación y etc. En conclusión, se puede establecer que a pesar que faltan estudios enfocados en técnicas de reproducción de *M. americanum*, mediante el presente trabajo ya se podría realizar la reproducción de la especie aplicando las técnicas recopiladas en el presente trabajo.

**Palabras clave:** Técnicas, reproducción, parámetros, fisiología, especie.

## ABSTRACT

The present work focused on the compilation of information on reproduction techniques of the freshwater crustacean *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868), a species considered of great economic interest in our country, for having sizes of 260 mm and a weight greater than 500 g, considering it a potential for freshwater aquaculture, in these techniques the sexual maturity of the species is determined, which will include its total length that fluctuates between 140 to 180 mm to a minimum size of 85 mm; Another technique that should be taken into account is the female/male ratio, 2 females for every male or even 10 females for every 2 males, but always in greater proportion the females; it is also a management to perform daily good management practices, water changes, where foreign material that originate in the mesocosm is extracted; the physical/chemical parameters are an important part of a reproduction technique because if they are not in the optimal ranges that the reproducers need, they will interrupt the process. In order to apply the techniques under study, it is necessary to know the general characteristics of the species, its reproductive physiology, feeding and so on. In conclusion, it can be established that although there is a lack of studies focused on reproduction techniques of *M. americanum*, by means of the present work the reproduction of the species could be carried out by applying the techniques compiled in the present work.

**Keywords:** Techniques, reproduction, parameters, physiology, species.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. DESARROLLO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Importancia en acuicultura.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Desarrollo y hábitat de la especie. ....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Técnicas usadas en la reproducción de <i>M. americanum</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.1 Maduración sexual.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.2. Relación macho hembra .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.3. Etapa fisiológica del organismo. ....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.4. Parámetros de control para la reproducción .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.4.1. Oxígeno disuelto .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.4.2. Salinidad.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.4.3. pH.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.4.4. Temperatura .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.4.4.1. Evaluación de tres temperaturas en la reproducción de <i>M. americanum</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.5. Nitritos.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.4. Nutrición de los reproductores .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.6.1. Evaluación de alimento fresco para la reproducción de <i>M. americanum</i>.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.6.1. Evaluación de alimento fresco (tilapia) y peletizado .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.7. Ablación del pedúnculo ocular .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.8. Manejo del tanque de reproducción.....</b>	<b>19</b>
<b>3. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>4. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>22</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Proporción de sexos por intervalo de tamaño de <i>M. americanum</i> .....	<b>8</b>
<b>Figura 2.</b> Reproductor macho de <i>M. americanum</i> maduro sexualmente.....	<b>9</b>
<b>Figura 3.</b> Relación macho/hembra de <i>M. americanum</i> macho adulto (izquierda) y hembras (derecha).....	<b>10</b>
<b>Figura 4.</b> Manejo de reproductores de <i>M. americanum</i> (A) tanques de mantenimiento y (B) cajas de malla de refugio en relación hembra/macho.....	<b>10</b>
<b>Figura 5.</b> Cortejo de reproductores de <i>M. americanum</i> .....	<b>11</b>
<b>Figura 6.</b> Aparato reproductor del macho <i>M. americanum</i> .....	<b>12</b>
<b>Figura 7.</b> A) Espermátforo de macho de <i>M. americanum</i> . B) Hembra con espermátforo <i>M. americanum</i> .....	<b>13</b>
<b>Figura 8.</b> A) Niveles adecuados de pH para reproductores de <i>M. americanum</i> .....	<b>14</b>
<b>Figura 9.</b> A) Niveles adecuados de temperatura para reproductores de <i>M. americanum</i> .....	<b>15</b>
<b>Figura 10.</b> A) Niveles adecuados de nitritos para reproductores de <i>M. americanum</i> .....	<b>16</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Variables físico-químicas del agua para la reproducción de <i>M. americanum</i> .....	<b>13</b>
---	-----------

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo agropecuario en nuestro país Ecuador es diverso constituido en el sector agrícola, veterinario y el acuícola este último es amplio y no diverso, donde la especie acuícola explotada es el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), el presente trabajo se enfocó en la recopilación de información, en conocer nuevas alternativas técnicas de reproducción en cautiverio de la especie que se encuentra en peligro de extinción como lo es la langosta de agua dulce (*Macrobrachium americanum*), estudios consideran que es importante valorar especies endémicas para conocer técnicas desarrolladas en su reproducción que benefician en el desarrollo alimentario, de trabajo y en el ambiente evitando la extinción de la especie (García et al., 2022).

*M. americanum* es considerado un organismo animal de mucho valor en nuestro país, que cumple funciones ecológica y económica, su manejo depende de su biología para poder reproducirla. En los últimos años se ha podido conocer mediante estudios que el *M. americanum* tiene la ventaja por ser la especie que se adapta a las condiciones ambientales de nuestro medio para su cultivo y reproducción, no requiere de mucho capital y es apetecida por los consumidores.

Esta especie es de ambientes dulceacuícola y salobres en varias etapas del desarrollo, es uno de los langostinos de mayor tamaño, alcanzando las tallas más altas en cuanto al género de *Macrobrachium*, su cultivo lo desarrollan en varias partes del mundo donde sus ambientes son favorables. Aunque la zootecnia de esta práctica no ha alcanzado el nivel de avance técnico, siendo una industria prometedora, pero una de las mayores limitaciones para el desarrollo del cultivo de estos organismos es la reproducción, la obtención de las larvas en la actualidad se cuenta con poca información y experimentos en las técnicas reproductivas de la especie en relación a los parámetros físicos, químico, biológicos, tipo de alimentación y su fisiología reproductiva para lograr una reproducción exitosa en un ambiente controlado. La explotación de la especie en ríos y lagunas costeras de América Latina es descontrolada, como también la contaminación excesiva y la destrucción del hábitat que provocan graves descensos en las poblaciones de *M. americanum* que podría contribuir a la pérdida dentro del ecosistema. En la actualidad se desconoce sus poblaciones en la mayoría del ecosistema dulce acuícola. Todo esto me ha generado interés por conocer técnicas reproductivas de la especie

en estudio, donde su objetivo del presente trabajo es el apoyo de fuentes bibliográficas de información científica enfocada en las técnicas utilizadas en la reproducción del *M. americanum* en ambiente controlado como medida de conservación, repoblación y cultivo de la especie.

## 2. DESARROLLO

La recopilación de información de este trabajo tiene el fin de conocer las diferentes técnicas aplicadas para la reproducción del *Macrobrachium americanum* en ambientes controlados como se indica a continuación.

### 2.1. Importancia en acuicultura

Es necesario conocer las técnicas de reproducción de los langostinos de *M. americanum* tienen su potencial para la acuicultura de agua dulce, la que está distribuida a lo largo de los ríos de la costa y tiene demanda como producto gastronómico en los mercados locales, desconociendo técnicas para su cultivo y reproducción que no está establecida lo indica (Pérez et al., 2018). Estudio realizado por Parra (2020) expone que *M. americanum* en su etapa adulta habitan en agua dulce y migran hacia las aguas salobres para realizar su proceso reproductivo, se la encuentra en Costa Rica, México, Panamá, El Salvador y Colombia considerándola por su tamaño como un gran potencial acuícola para su estudio dentro del género *Macrobrachium*.

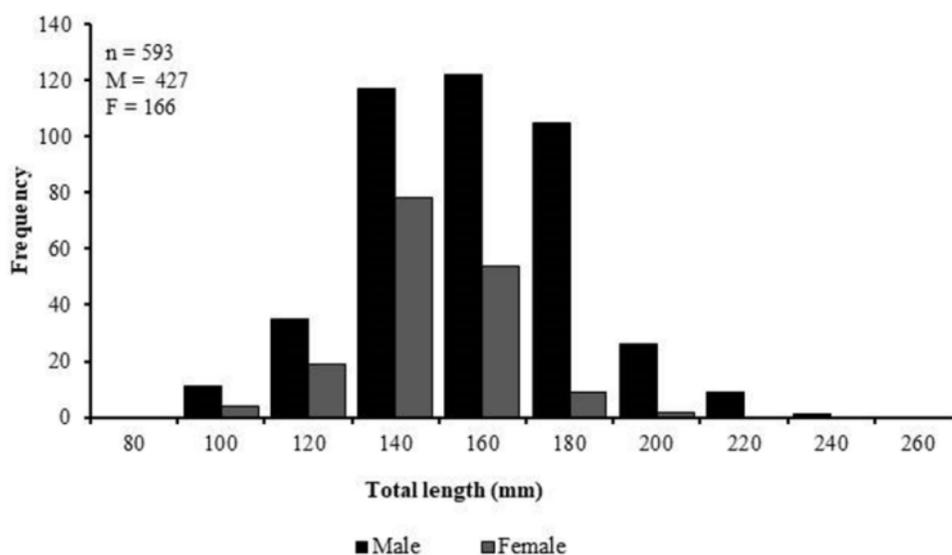
### 2.2. Desarrollo y hábitat de la especie.

La especie en su etapa de juvenil y adulto son bentónicas, se ubican en cuevas, raíces de árboles o se incrustan bajo piedras, son omnívoros, se alimentan de detritus, restos de animales muertos, zooplancton, algas, macro invertebrados acuáticos. Sin embargo, hábito del alimento es de origen animal, el organismo puede llegar a un peso de 450 g los machos y 225 g las hembras lo indica (Parra, 2020) y Soberanes (2020) señala que una hembra de *M. americanum* produce entre 200.000-500.000 huevos según el tamaño de la misma. Los huevos al inicio son de color naranja brillante y ligeramente ovalados, poseen un diámetro de 0.44-0.67 mm, los que sufren cambios de color a medida que avanza el desarrollo embrionario hasta llegar a un gris aceituna durante su metamorfosis dentro del huevo y Diarte et al., (2021) en estudios realizados pudo observar un total de 7 etapas de desarrollo embrionario.

## 2.3. Técnicas usadas en la reproducción de *M. americanum*

### 2.3.1. Maduración sexual

La especie de *M. americanum* se caracteriza por presentar un dimorfismo sexual muy marcado, generalmente las hembras de menor tamaño que los machos (Soberanes, 2020). Donde Diarte et al., (2021) establece que la distribución de frecuencias de tallas mostró un comportamiento bimodal para ambos sexos, midiendo la mayoría entre 140 a 180 mm de longitud total con una talla mínima de 85 mm, una máxima de 230 mm y una media de  $14,82 \pm 0,09$  cm de longitud total (LT), la LT de las hembras de *M. americanum* osciló entre 60 y 85 mm con una media de  $153,7 \pm 13,1$  y un peso total de  $72,38 \pm 3,65$  g.



**Figura 1.** Proporción de sexos por intervalo de tamaño de *M. americanum*

**Fuente:** Diarte et al., (2021)

La relación longitud/peso en la mayoría de los casos puede estar asociada al sexo, a la especie, a los factores ambientales y puede variar en dependencia de la edad del organismo, donde describe el crecimiento relativo de los organismos de tipo isométrico (aumento corporal proporcionado) o alométrico (aumento corporal desproporcionado) en poblaciones de *M. americanum* y como patrón de crecimiento en base al sexo, se tiene un crecimiento alométrico positivo en los machos ( $b > 3$ ) y alométrico negativo para las hembras ( $b < 3$ ) (Soberanes, 2020).



**Figura 2.** Reproductor macho de *M. americanum* maduro sexualmente

**Fuente:** Soberanes (2020).

En labores de investigaciones dan a conocer que las hembras reproductoras con 130 mm de LT presentaron fecundidades parciales (Pf) promedio de 62, 678 huevos, mientras que las hembras mayores de 180 mm de LT presentaron una Pf promedio de 342, 372 huevos. La diferencia entre la longitud total y el número de huevos fue significativa, siendo la fecundidad relativa promedio para *M. americanum*  $37, 132 \pm 5, 162$  huevos/g estable (Diarte et al., 2021), con experimental realizado por Pérez et al., (2019), determina la consideración que el espécimen reproductor de *M. americanum* más pequeño de 8 cm de longitud total y 15 g de peso total, donde presenta un espermatóforo no definiéndolo como un cortejo reproductivo en relacionado a la capacidad de los procesos de cortejo y apareamiento con la hembra.

### **2.3.2. Relación macho hembra**

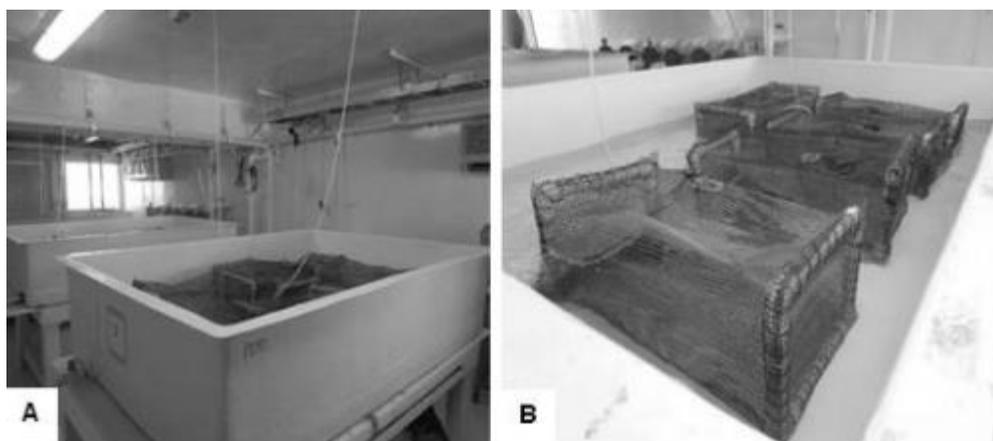
Para las técnicas reproductivas de las especies en análisis indican varios autores que la distribución en un mesocosmos debe contener una proporción de dos hembras por macho y así evitar la agresividad entre machos. (Echeverría, 2012). Investigaciones realizadas por Liera, (2017) determina el colocar los reproductores de *M. americanum* en una relación de 6 hembras por 1 macho en tinas de 1000 L y trabajo realizado por Aguiñaga et al., (2012) que la densidad de organismos por contenedor fue de 12, con 2 machos y 10 hembras en recipientes de 500 L de agua.



**Figura 3.** Relación macho/hembra de *M. americanum* macho adulto (izquierda) y hembras (derecha)

**Fuente:** Santos et al., (2021).

Trabajos efectuados en el mantenimiento de reproductores de *M. americanum* a escala de laboratorio, se utilizó un tanque con capacidad de 1500 L los que fueron colocados en cajas cubiertas con malla en relación una hembra y un macho, el agua utilizada fue filtrada y se suministró alimento fresco (Méndez, 2017). Para el apareamiento y la fertilización de estos crustáceos Sainz et al., (2016) ubico dos machos y ocho hembras en un tanque de 1000 L, donde los organismos permanecieron durante el proceso de reproducción en recipientes individuales de 40 L.



**Figura 4.** Manejo de reproductores de *M. americanum* (A) tanques de mantenimiento y (B) cajas de malla de refugio en relación hembra/macho

**Fuente:** Méndez (2017).

### 2.3.3. Etapa fisiológica del organismo.

Dentro de la etapa fisiológica comprende la nutrición de los procesos químicos donde el organismo asimila los alimentos y los líquidos necesarios para el crecimiento y mantenimiento de sus funciones vitales (Méndez, 2017). Estudios efectuados por Echeverría (2012) consideran que la muda es el proceso inicial de la etapa de reproducción de estos crustáceos, proceso que tarda 3-6 horas hasta que el exoesqueleto recupera su dureza, siendo la temperatura un parámetro necesario para la respuesta fisiológica que influyen en el comportamiento de los reproductores de *M. americanum*.

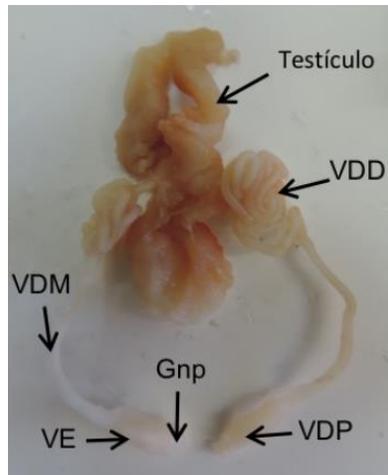
También lo define Santos et al., (2021) que el apareamiento se inicia luego de la ecdisis de las hembras, donde su exoesqueleto es blando y da la facilidad para transferir el espermatóforo o saco de esperma, donde macho inicia el cortejo (el proceso del cortejo inicia con un comportamiento de señales químicas (feromonas) que se identifica a distancia por quimiorrecepción o ya sea por contacto táctil) y continúa durante 10-30 min sujetando a la hembra con sus extremidades más grandes realizando la limpieza de la región ventral del tórax con sus demás apéndices y a los siguientes segundos se realiza la cópula. El macho en el proceso de apareamiento le transfiere una masa gelatinosa color blanco a la hembra, la misma que contiene los espermatozoides fijando en la parte ventral del tórax de la reproductora de *M. americanum* (Soberanes, 2020).



**Figura 5.** Cortejo de reproductores de *M. americanum*

**Fuente:** Echeverría (2012).

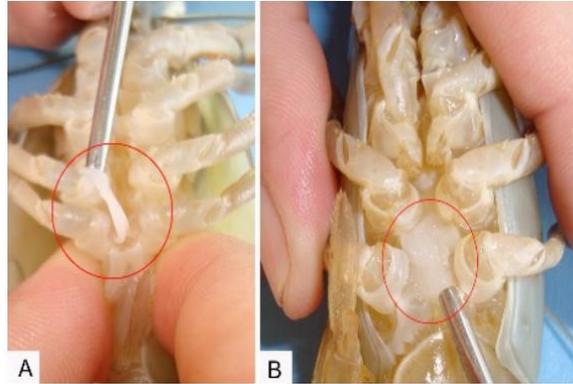
Estudios indican que las hembras de *M. americanum* puede producir hasta 900.000 óvulos por frecuencia a diferencia de espermatozoides por espermatóforo fue de  $13 \times 10^6$ . Como referencia, el mínimo de espermatozoides por espermatóforo en experimento es de 2.240.000, más alto que el número de ovocitos que producen las hembras. Por lo tanto, esto hace más viable que se fertilizan durante la transferencia de espermátóforos durante el proceso de reproducción lo establece (Pérez et al., 2019).



**Figura 6.** Aparato reproductor del macho *M. americanum*

**Fuente:** Soberanes (2020).

En la especie el sistema reproductor está posicionado dorsalmente con respecto al hepatopáncreas el que consta de testículos pareados que pueden estar fusionados y conductos genitales que conducen a los gonoporos. Cada conducto genital consiste en un túbulo colector, un conducto deferente y un conducto eyaculador que se expande y se produce una acumulación de espermatozoides denomina vesícula seminal o ampolla terminal que tienen forma muy comunes ovaladas o alargadas presentándose en decápodos de forma de V o en forma de H lo indica (Soberanes, 2020).



**Figura 7.** A) Espermatóforo de macho de *M. americanum*. B) Hembra con espermatóforo *M. americanum*  
**Fuente:** Soberanes (2020).

#### 2.3.4. Parámetros de control para la reproducción

Al tener pocos estudios en cautiverio del desarrollo reproductivo de la especie, es necesario verificar técnicas de reproducción de esta especie en relación a los parámetros físico-químicos, donde los reproductores se los debe mantener en rangos adecuados dentro del tanque de reproducción lo define (Echeverría, 2012). Por otra parte, trabajo realizado por Díaz & Rodríguez, (2001), da a conocer que la reproducción se obtiene mediante una buena calidad del agua cumpliendo condiciones físico-químicas como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1.** Variables físico-químicas del agua para la reproducción de *M. americanum*  
**Fuente:** Díaz & Rodríguez, (2001)

Parámetro	Rangos Optimos
Temperatura	26 - 32 °C
Salinidad	13 PPM
Oxígeno disuelto	6 mg/l
PH	7.5 – 8.5
Amoníaco	0.5 PPM.
Nitritos	0.1 PPM.

### 2.3.4.1. Oxígeno disuelto

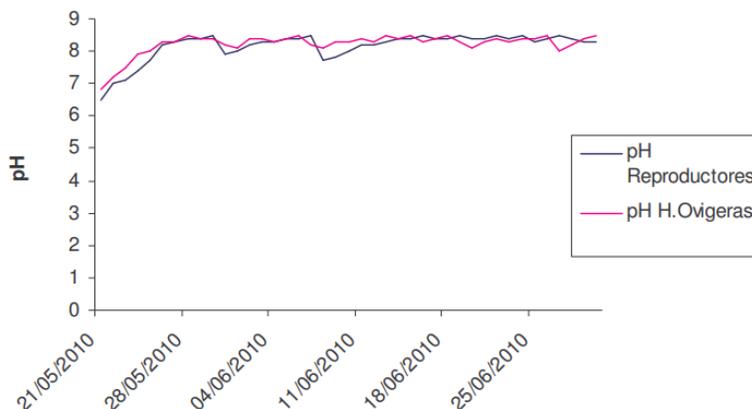
Es un parámetro indispensable en las aguas para mantener un nivel ideal de oxígeno disuelto para la supervivencia, crecimiento y reproducción de esta especie, con una concentración del oxígeno mayor a 2 mg/L, niveles iguales o inferiores a de este parámetro pueden originar estrés o la muerte de la especie como lo indica (Echeverría, 2012). Otros estudios realizados por Aguiñaga et al., (2012), determinan que el consumo de oxígeno de manera individual con 6 reproductores, el oxígeno de saturación fue 6 mg/L y la concentración de oxígeno mínima no debe disminuir de los 2 mg/L para una adecuada reproducción.

### 2.3.4.2. Salinidad

La salinidad es otro parámetro necesario de controlar para la reproducción, donde interviene en el desarrollo embriológico de *M. americanum*, conociendo que las salinidades óptimas para el desarrollo, sobrevivencia y reproducción de la especie en cuestión, es manteniendo el agua entre 10-15‰ lo establece (Echeverría, 2012).

### 2.3.4.3. pH

El pH es otro parámetro para obtener su reproducción su rango ideal es de 6.5-8.5 ppt, en cultivos de reproducción en cautiverio llegan hasta 8.5 ppt, el aumento en este parámetro es considerado un indicador de estrés o pérdida de los reproductores (Echeverría, 2012).

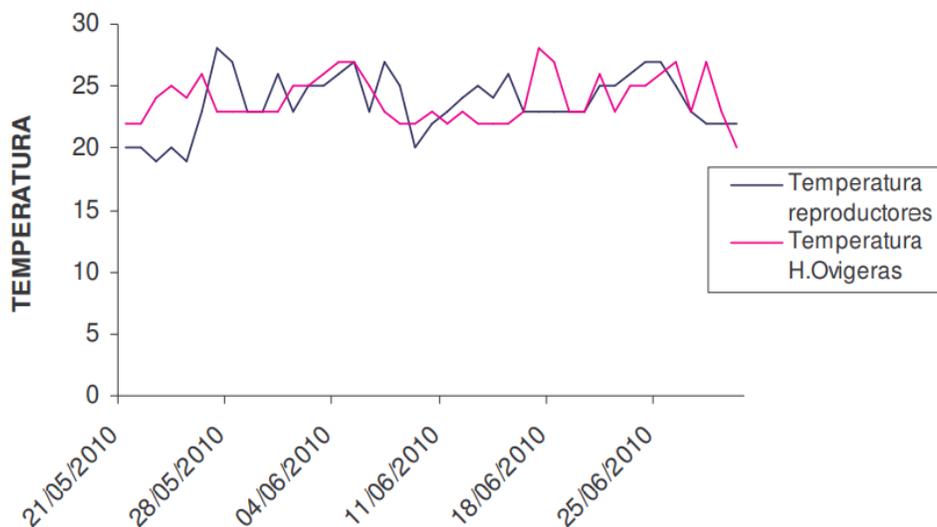


**Figura 8.** A) Niveles adecuados de pH para reproductores de *M. americanum*

**Fuente:** Echeverría (2012)

#### 2.3.4.4. Temperatura

La variación en este parámetro influye directa en la tasa metabólica de *M. americanum*, su crecimiento, sobrevivencia y reproducción a pesar de que son organismos poiquiloterms, la temperatura debe mantenerse entre 26°C -32°C para que se realice el proceso reproductivo (Echeverría, 2012).



**Figura 9.** A) Niveles adecuados de temperatura para reproductores de *M. americanum*

**Fuente:** Echeverría (2012).

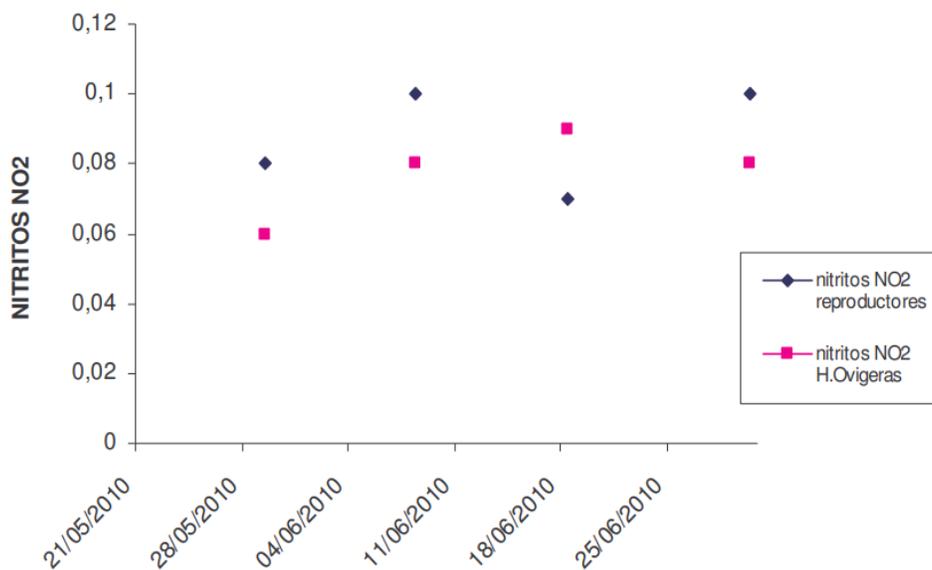
El periodo de reproducción se presenta a lo largo del año, todo depende de las condiciones del ambiente y la temperatura, la cual se debe mantener entre los 23°C -32 °C, obteniendo la reproducción y varios desoves al año por hembra, el rango de temperatura óptima para el mantenimiento de reproductores es de 25°C -28°C, siendo 25 °C la menor temperatura en términos de costo energético y consumo de proteínas lo considera (Soberanes, 2020). Además, establece que existe una correlación directa entre el aumento de la temperatura y el consumo de oxígeno, pero solo entre 19°C -26°C lo considera (Santos et al., 2021). Otros experimentos realizados por Aguiñaga et al., (2012), logró incentivar a la reproducción mediante luz/oscuridad de 14 h/10 h y la temperatura de 29°C ± 3 °C.

#### 2.3.4.4.1. Evaluación de tres temperaturas en la reproducción de *M. americanum*

A través de un trabajo realizado en México, experimentaron la reproducción de *M. americanum* en acuarios de 40 L, con reproductores adultos (hembra y macho) de  $85 \pm 15$  g, los mismos que fueron evaluados con tres temperaturas diferentes de 26, 29 y 33 °C. Con todas las condiciones y variables descritas en este trabajo se pudo obtener la reproducción de la especie, por lo tanto, las temperaturas en estudio son adecuadas para que se produzca el cortejo entre reproductores de *M. americanum* (Sainz et al., 2016).

#### 2.3.5. Nitritos

Los parámetros químicos determinan la calidad del agua que tienen su influencia en el metabolismo de *M. americanum* los nitritos y nitratos para esta especie los valores pueden mantenerse entre 0.1-0.6 mg/L para nitritos y para nitratos entre 0.08-1.6 mg/L, siendo estos los rangos adecuados para que se lleve a cabo la reproducción (Echeverría, 2012).



**Figura 10.** A) Niveles adecuados de nitritos para reproductores de *M. americanum*

**Fuente:** Echeverría (2012).

#### 2.3.4. Nutrición de los reproductores

La nutrición es el principal parámetros que influye en la reproducción sexual de la especie, donde promueve el desarrollo de las gónadas que influye en el estado morfológico y fisiológico de los gametos, para mantener una excelente calidad reproductiva de ambos progenitores Cortés & Pérez, (2017). Por otra parte, Harlıoğlu et al., (2018) establecen que una buena alimentación es considerada como técnica esencial en el proceso reproductivo, una dieta para alimentar a reproductores de *M. americanum* en condiciones controladas se incluye alimento fresco combinando o no dietas balanceadas. El uso exclusivo de pellets genera bajo desarrollo gonadal provocando poca fertilización, producción de espermátforo en comparación con la maduración gonadal utilizando dietas con alimento fresco es mejor, donde la calidad del espermatozoide se determina entre vivos/muertos, su morfología espermática normal/anormal) factores que afectan la eficiencia reproductiva en los reproductores machos, control utilizado para determinar la salud y su reproducción.

Una nutrición ideal está compuesta de lípidos, proteínas, minerales, carbohidratos y vitaminas, los que no deben faltar en un alimento para reproductores y con una buena dieta compuesta por aminoácidos esenciales establece Méndez (2017) también estudios por Soberanes (2020) indican que aplicar dietas con fuente de lípidos (triglicéridos y fosfolípidos) juegan un papel muy importante en la maduración de los ovocitos ya que son constituyentes del citoplasma y membranas celulares, mientras que los triglicéridos constituyen la mayor fuente de reserva energética para la hembra reproductora de *M. americanum* y donde los esteroides que intervienen en la formación de hormonas y la membrana.

El alimento fresco para lograr una maduración y calidad espermática óptimas se obtuvo en los langostinos macho, demostrando el mismo efecto con el langostino de río *M. americanum*. La baja inversión masculina en la producción de gametos podría estar relacionado a el efecto de la dieta en la producción de gametos, la mayor parte del contenido energético de la dieta se utilizó para el cortejo y protección de la hembra durante el apareamiento, los machos de *M. americanum* invierten la mayor parte de su energía en el comportamiento reproductivo, mientras que las hembras invertir principalmente en la biomasa de las gónadas lo indica (Harlıoğlu et al., 2018). También Aguiñaga et al., (2012),

indica que los reproductores al ser alimentados diariamente durante 15 días con una mezcla del 80% de alimento fresco *Oreochromis niloticus* y 20% pellets de camarón (Purina TM35% proteína) logrando obtener el proceso reproductivo.

#### **2.3.6.1. Evaluación de alimento fresco para la reproducción de *M. americanum***

De acuerdo a un experimento se evaluó la alimentación a reproductores de *M. americanum* donde se emplearon dietas que fueron 100% alimentos frescos, 50% músculo de sardina del Pacífico (*Sardinops sagax*) y 50% carne de calamar gigante (*Dosidicus gigasy*); Dieta 100% comercial (Camaronina 35% proteína cruda, Purina®); y una mezcla de alimentos frescos (50%) y la dieta comercial (50%), las mismas que se suministraron dos veces al día (9:00 y 18:00 horas) proporcionando una cantidad inicial de alimento gránulos del 5 % de la biomasa total de langostinos y luego se ajustó a 4% según el consumo diario. Para el caso del alimento fresco se calculó el equivalente al 5% del alimento peletizado considerando que cada 1.000 g de alimento húmedo equivale a 200 g de la dieta, aquí se demostró que los alimentos frescos no producen una calidad de espermatozoides o pesos de espermatozoides significativamente mejores que los alimentos granulados (Pérez et al., 2019).

#### **2.3.6.1. Evaluación de alimento fresco (tilapia) y peletizado**

En el trabajo realizado en México se evaluar experimentalmente alimento fresco y peletizado, los reproductores de *M. americanum* fueron alimentados al 5% de su biomasa, utilizando alimento fresco como tilapia (*Oreochromis niloticus*) fileteada (80%) y alimento peletizado para camarón al 20% (Purina ® México, 35% proteína), donde se comprobó que el alimento fresco junto con el peletizado consiste en un excelente alimento para realizar la reproducción de la especie en estudio (Sainz et al., 2016).

#### **2.3.7. Ablación del pedúnculo ocular**

La ablación del pedúnculo ocular en reproductoras de *M. americanum* para su reproducción y con el propósito de disminuir los periodos de muda y alargar el tiempo de reproducción para conseguir aumento de desoves por cada hembra. Se utilizaron dos grupos de organismos:

los primeros ablacionados (EA) con 20 reproductoras y los segundos no ablacionados (NA) con 17 respectivamente. En el primer grupo (NA) todas las 20 hembras empleadas presentaron muda y posteriormente en la segunda ocasión solo cinco mudaron. De forma parecida, en el segundo grupo (EA) de 17 seleccionadas, todas presentaron muda la primera vez, en la segunda solo 11 mudaron, en la tercera se presentó en 5 y la cuarta solo una mudo (Aguñaga et al., 2012).

La ablación es una práctica que consiste en inducir la maduración de los ovarios de varias especies de gambas hembra con téticum cerrado con complicaciones de desovar, esta práctica la utilizan para aumentar la reproducción de *M. americanum* ya que estas especies al contar con téticum cerrado deben arrojar la exuvia para su reproducción y así el téticum queda expuesto para el apareamiento. La ablación ocular permite la maduración de las gónadas, esto se debe a que la vitelogénesis controlada por la hormona inhibidora de la vitelogénesis (VIH), originada por el complejo XOSG en el pedúnculo ocular permite comprobar que la ablación no ayuda a aumentar el proceso de reproducción, debido a que el periodo de muda no logró disminuirse y se consiguió la maduración gonádica, ésta no tuvo sincronización con la muda, originando un desbalance en las hembras que limitan su reproducción lo considera (Aguñaga et al., 2012).

### **2.3.8. Manejo del tanque de reproducción**

En el mesocosmos se utilizaron tres tanques de 600 L para mantener los 29 langostinos, uno para cada tipo de dieta (dos tanques con diez langostinos y un tanque con nueve). Cada organismo se mantuvo solo en una jaula rectangular (50 × 30 × 18 cm) y se le proporcionó una tubería de PVC (de 10 cm de diámetro × 15 cm de largo) como refugio para evitar el canibalismo después de la muda, todos los tanques tenían aireación constante, cada día se debe renovar aproximadamente entre un 30% y un 40% del volumen total de agua del tanque (Pérez et al., 2019) trabajo realizado por Sainz et al., (2016) establece que los acuarios diseñados con un sistema de filtrado individual donde el agua junto a las materia orgánica (MO) son impulsadas por un filtro para el acuario de fibra y carbón, diariamente el alimento no consumido junto con las heces se extraer con un recambio el 50% del agua en un periodo de cuatro días.

Dentro del recipiente de reproducción se generan ciertos productos que deben ser eliminados, entre los que están los alimentos no ingeridos y las heces principalmente, que se deben extraer todos los días mediante un sifón por gravedad. La temperatura, el pH, la conductividad, los sólidos disueltos y la salinidad del agua deben ser registrados diariamente utilizando un dispositivo portátil multiparamétrico para monitorear la calidad del agua, las temperaturas de laboratorio durante el período experimental variaron estacionalmente entre 25 y 29 °C y en un periodo 244 días. Los machos como reproductores en cultivo no deben exceder los 115 días el peso del espermátforo disminuye. Por lo que, es recomendable reemplazar reproductores machos de esta especie después de 115 días para mantener pesos de espermátforos aceptables (Pérez et al., 2019).

### 3. CONCLUSIÓN

- Una de las técnicas para su reproducción es la relación macho/hembra, de acuerdo a lo que establecen varios autores que se deben colocar más hembras que machos en el acuario o tanque de reproducción y así evitar que exista competencia entre machos y por ende el proceso se interrumpa.
- Otra técnica de control son los parámetros físico/químicos donde los niveles adecuados que necesitan los reproductores para llevar a cabo el cortejo y su reproducción es: temperatura (25-28°C), oxígeno disuelto (>2 mg/L), pH (6.5-8.5), nitritos (0.1-0.6 mg/L) y salinidad de (10-15 ppm) son necesarios para cumplir los procesos fisiológicos y reproducción de los organismos.
- En relación a la técnica del alimento indican que se debe enfocar en dar una alimentación adecuada en cuanto a su dosificación y contenido nutricional, utilizando alimento fresco como pescado o calamar y podría complementarse con alimento peletizado.
- Hay que tener en cuenta que las técnicas establecidas le deben proporcionar a la especie las mejores condiciones para su reproducción la que es complementada con buenas prácticas acuícolas de manejo del acuario o tanque.
- La ablación del pedúnculo ocular es una nueva alternativa, aunque todavía falta información para una mejor aplicación en esta especie ya que su aplicabilidad existe en el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Aguñaga, J., Sainz, J., Fierro, J., & Diarte, P. (2012). The Effects of Eyestalk Ablation on the Reproductive and Immune Function of Female *Macrobrachium americanum*. *Journal of Aquaculture*, (3), 8. Doi: 10.4172/2155-9546.1000156
- Cortés, E. & Pérez, J. (2017). Biología reproductiva (calidad espermática y en la regeneración del espermátforo) del langostino de río *Macrobrachium americanum* alimentado con diferentes dietas. ResearchGate. Doi: 10.13140/RG.2.2.11143.91042
- Diarte, G., Escamilla, R., Granados, S., Luna, A. (2021). Ratio de sexo, fecundidad y morfometría de los huevos de langostinos de agua dulce *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) en el Río Petatlán, Sinaloa, México. *Revista croata de pesca*, (79), 1-14. Doi: 10.2478 / cjf-2021-0001
- Diaz, P., & Rodríguez, L. (2001). “Producción larval de camarón de río nativo, *Macrobrachium americanum*, en laboratorio”. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA.
- Echeverría, P. (2012). Evaluación de reproducción y desarrollo larval de camarón de río *Macrobrachium americanum* (bate, 1868) en condiciones de laboratorio. Buenaventura, Valle del Cauca. Universidad del Valle. Trabajo de Grado presentado como Requisito para optar al Título de Bióloga con Mención en Marina.
- García, M., Avilés, N., Lizárraga, G., Herrera, H., Valdez, D., & Hernández, P. (2022). Temperatura crítica máxima y consumo de oxígeno durante la termorregulación en camarones adultos *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868). *Revista Latinoamericana de la Investigación Acuática*. (50), 2.
- Harlioğlu, M., Farhadi, A., & Gür, S. (2018). Determinación de espermatozoides calidad en crustáceos decápodos. *Acuicultura*, 490, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.02.031>
- Liera, J. (2017). Monitoreo y acondicionamiento de variables fisicoquímicas y nutricionales en la larvicultura del langostino *Macrobrachium americanum*. Tesis para obtener el grado de maestría en recursos naturales y medio ambiente. Centro Interdisciplinario de Investigación Para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa.

- Méndez, Y. (2017). Requerimientos de proteína y energía en juveniles de langostino de río *Macrobrachium americanum* (bate, 1868). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias.
- Parra, M. (2020). Estudio del crecimiento, preferencia alimentaria y digestibilidad de ingredientes vegetales y animales del langostino *Macrobrachium americanum* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae). Tesis para la obtención del grado de Doctora en Ciencias en el Área de Ciencias Pesqueras. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Pérez, J., Gómez, J., López, L., Cortés, E. (2019). Producción de espermátóforos y calidad espermática del camarón de río *Macrobrachium americanum* Spence Bate, 1868 alimentado con diferentes dietas. *Investigación Acuícola*, (50).  
Doi:10.1111/are.14265
- Pérez, J., Yamasaki, S., Ulises, M., Martínez, M., & Méndez, Y. (2018). Growth and survival of juvenile cauque river prawn *Macrobrachium americanum* fed with diets containing different protein levels. *Latin American Journal Aquatic Research* 46 (3): 534-542.  
Doi: 10.3856/vol46-issue3-fulltext-6
- Sainz, J., Fierro, J., Aguiñaga, J., García, L., Barraza, J., Santamaría, A., Apún, J., & Castro, C. (2016). Effect of temperature on the morphometric development of eggs in the prawn (*Macrobrachium americanum*) (Caridea: Palaemonidae) and larval success under experimental conditions. *Invertebrate Reproduction & Development*, 1–7. Doi:10.1080/07924259.2016.1186753
- Santos, R., Vega, F., Cortes, E., & García, M. (2021). El potencial de cultivo y los problemas de manejo de los langostinos de agua dulce (*Macrobrachium americanum* y *Macrobrachium tenellum*) en sus áreas nativas: el caso de México. *Revista Latinoamericana de investigación acuícola*. (49), 3.  
<http://dx.doi.org/10.3856/vol49-issue3-fulltext-2625>
- Soberanes, M. (2020). Calidad reproductiva del langostino de río *Macrobrachium americanum* de Coyuca de Benítez, Guerrero y San Pedro de la Presa, La Paz B.C.S. Tesis para: Doctorado en Ciencias Ambientales. ResearchGate.