

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO**



**Efectividad de Ácidos Fúlvicos de Leonardita en la Calidad del Camarón  
(*Penaeus vannamei*)**

**POR:**

**José Salvador Tinajero Aguiar**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Octubre de 2012.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**Efectividad de Ácidos Fúlvicos de Leonardita en la Calidad del Camarón**  
**(Penaeus vannamei)**

Por:

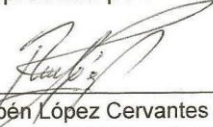
**José Salvador Tinajero Aguiar**

**TESIS**


Que somete a consideración del H. jurado examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

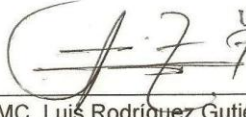
**Ingeniero Agrícola y Ambiental**

Aprobada por:

  
Dr. Rubén López Cervantes  
Presidente del H. jurado

  
Dr. Edmundo Peña Cervantes  
Sinodal

  
MC. Juan Manuel Cepeda Dovala  
Sinodal

  
MC. Luis Rodríguez Gutiérrez  
Coordinador de la División de Ingeniería

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Octubre de 2012.

Coordinación de  
Ingeniería

## ***AGRADECIMIENTOS***

*A Dios.*

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la vida y salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*A mi Alma Mater*

*La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que me abrió las puertas para poder terminar un sueño que inicio en agosto del 2007 y que hoy he alcanzado, por brindarme sus instalaciones y a una nueva familia, "Buitres por siempre".*

*A mis maestros.*

*Gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional, en especial: al Dr. Rubén López Cervantes, por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo, al Dr. Edmundo Peña Cervantes, por su apoyo ofrecido en mi trabajo de investigación; así como al MC. Juan Manuel Cepeda Dovala. A la MC. Alejandra Escobar Sánchez por su apoyo compartido y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional.*

*A mi familia y amigos*

*A todos mis tíos y tías que estuvieron al pendiente de mi estancia en la universidad y que creyeron en mí para lograr un sueño en mi vida, a todos los amigos (a) que con su ánimo, confianza, paciencia y consejos me mantuvieron en el camino para finalizar esta etapa de mi vida.*

## ***DEDICATORIAS***

### ***A ti Madre.***

*Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad.*

*¡Gracias por darme la vida!*

*¡Te quiero mucho!*

### ***A ti Padre.***

*A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional.*

### ***A mi familia***

*A ustedes como familia, no hay manera de representar ni de decir cuánto los quiero; Ni una sola palabra que pueda expresar el infinito respeto y cariño que tengo hacia ustedes por todo lo hermoso que me han dado, de igual manera para las personas que no están físicamente conmigo, pero que siempre están a mi lado para dirigir en cada paso el camino correcto.*

## INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
Agradecimientos.....	i
Dedicatorias .....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de cuadros .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	viii
INTRODUCCION .....	1
OBJETIVO.....	4
HIPOTESIS .....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Importancia del Camarón .....	5
Anatomía del Camarón.....	6
Origen y Etapas del Camarón .....	7
Sistemas de Producción.....	9
Sistema extensivo .....	9
Sistema semi-intensivo.....	10
Sistema intensivo .....	11
Sistema hiper-intensivo .....	12
Clasificación Ecológica de los Organismos del Agua.....	13
El plancton.....	14

El bentos .....	16
Zona litoral.....	16
La Alimentación del Camarón .....	17
Tablas de Alimentación .....	19
Condiciones Ambientales del Estanque .....	21
Enfermedades y Medidas de Control .....	23
Mancha blanca .....	23
Síndrome del Taura.....	24
Necrosis infecciosa hypodermal.....	24
Necrosis baculoviral de la glándula intestinal .....	25
Vibriosis.....	25
Las Substancias Húmicas .....	26
MATERIALES Y METODOS .....	32
Localización del área experimental .....	32
METODOLOGÍA.....	32
Determinación de color.....	37
Determinación de proteína .....	38
RESULTADOS.....	39
Análisis de varianza .....	44
DISCUSIÓN .....	54
CONCLUSIÓN .....	55
LITERATURA CITADA.....	56

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Rangos aceptables de concentración de minerales disueltos en el agua para estanques de producción de camarón. ....	22
Cuadro 2. Distribución de los tratamientos.....	35
Cuadro 3. Salinidad y sodicidad de los suelos de los estanques, empleados en la producción de camarón y adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	40
Cuadro 4. Características físicas del suelo de los estanques de camarón con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	41
Cuadro 5. Contenido de elementos nutrimentales en el suelo de los estanques con camarón, al adicionar ácidos fúlvicos de leonardita. ....	43
Cuadro 6. Salinidad y sodicidad del agua de los estanques, empleados en la producción de camarón con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.....	44
Cuadro 7. Color del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.....	45
Cuadro 8. Análisis de varianza del peso de camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.....	45
Cuadro 9. Análisis de varianza de la longitud del cuerpo de camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	47
Cuadro 10. Análisis de varianza de la longitud de la cabeza de camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	49
Cuadro 11. Análisis de varianza del porcentaje de Nitrógeno en camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	51
Cuadro 12. Análisis de varianza del porcentaje de Proteína en camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	52

## INDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Ciclo de producción del camarón ( <i>Penaeus vannamei</i> ). .....	8
Figura 2. Comunidades Presentes en el Agua .....	14
Figura 3. Localización de la Zona Experimental. ....	33
Figura 4. Aclimatación de la larva. ....	34
Figura 5. Estanque y compuertas de producción. ....	33
Figura 6. Panorámica de producción y aplicación de tratamientos. ....	35
Figura 7. Comparación de tratamientos. ....	36
Figura 8. Diagrama del sistema de notación de color L, a, b, cromaticidad (Croma) y ángulo de matiz (°Hue) (MINOLTA, 1993). ....	37
Figura 9. Comparación de medias del peso del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita. ....	46
Figura 10. Valores medios del peso del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	46
Figura 11. Comparación de medias de la longitud del cuerpo del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita. ....	47
Figura 12. Valores medios de la longitud del cuerpo del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	48
Figura 13. Comparación de medias de la longitud de la cabeza del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita. ....	49
Figura 14. Valores medios de la longitud de la cabeza del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	50



Figura 15. Comparación de medias del porcentaje de Nitrógeno del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita. ....	51
Figura 16. Valores medios del porcentaje de Nitrógeno del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	52
Figura 17. Comparación de medias del porcentaje de Proteína del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita. ....	53
Figura 18. Valores medios del porcentaje de Proteína del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita. ....	53

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar la efectividad de un ácido fúlvico de leonardita, en la calidad de camarón de granja, en el “Valle de La Urraca”, municipio de Acaponeta, Nayarit, México, se construyeron tres estanques de 100 m de largo, 10 m de ancho y 2 m de alto; en uno se aplicaron 1.5 ml.litro<sup>-1</sup> de agua de mar de ácidos fúlvicos de leonardita (AF 1.5 L), en otro 3 ml.litro<sup>-1</sup> de agua (AF 3 L) y el tercero como testigo (solo con agua de mar) (TA). Los tratamientos, fueron para 1000 m<sup>3</sup> de agua de mar con 8,000 larvas de camarón. A muestras del suelo de los estanques, colectadas antes de aplicar los tratamientos y al final del experimento, se les determinaron: textura, densidad aparente (Da), materia orgánica (MO), carbonatos totales (CO<sub>3</sub>), conductividad eléctrica (CE), pH, calcio (Ca<sup>++</sup>), magnesio (Mg<sup>++</sup>), sodio (Na<sup>+</sup>), potasio (K<sup>+</sup>), bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>), cloruros (Cl<sup>-</sup>) y la razón de absorción de sodio (RAS). Al agua se le midió pH, CE, Na, Ca, Mg, Fe y K. Al camarón se le midió el peso (PC), longitud total (LT), longitud de la cabeza (LC), nitrógeno total (NT), proteínas (P) y el color. Se encontró que la textura dominante del suelo es arenosa y franca, la Da es alta, los contenidos de MO muy bajos, dominaron los sulfatos sobre los carbonatos, los bicarbonatos y los cloruros. La CE del suelo, varió de 2.87 a 4.22. El Ca<sup>++</sup>, el Na<sup>+</sup> y el K<sup>+</sup> disminuyeron, mientras que el Mg<sup>++</sup> permaneció constante. El contenido de Na en el agua, disminuyó con AF 1.5L. El color del camarón fue gris más oscuro y el PC, la LT y la LC sobrepasaron en 14, 10 y 6 %, respectivamente al TA; mientras que en el contenido de nitrógeno y proteínas no lo efectuaron.

**Palabras claves:** ácido fúlvico, camarón

## INTRODUCCION

La acuacultura es una forma de producir alimentos a gran escala (marketing), por medio de la utilización de tecnologías, aplicadas en espacios fijos y controlados. Además, genera divisas, empleos y por supuesto desarrollo regional. En México los primeros trabajos destinados propiamente al cultivo de camarón datan de la década de los setentas. En el año 1972 se construyeron los primeros estanques experimentales en la Ensenada de Los Carros, esto en la Laguna de Huizache localizada al sur del estado de Sinaloa. Un año después, el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS), inició estudios tendientes al cultivo de camarón en Puerto Peñasco, Sonora; sin embargo, las operaciones formales se iniciaron hasta 1978. Inicialmente, los trabajos se desarrollaron en coordinación con la Universidad Norteamericana de Arizona y con financiamiento parcial de la empresa Coca-Cola.

Al iniciarse la década de los ochentas, un grupo de técnicos de instituciones gubernamentales, entusiasmado por lo que había visto o leído acerca de la experiencia Ecuatoriana, impulsó la construcción de granjas experimentales en Nayarit. Estas sirvieron para conocer la actividad de manera práctica, así como para motivar a los cooperativistas a participar en la construcción y operación de granjas comerciales. Definitivamente fue en el año de 1983, en “Las Grullas”, margen derecha del municipio de Ahome, Sinaloa, donde la Sociedad “Acuacultores del Norte de Sinaloa” S.C.L., logró obtener las primeras cosechas de camarón a nivel comercial. La granja se construyó en terrenos ejidales con una superficie total de 400 hectáreas, incluyendo 250 hectáreas de estanquería de engorda.

A nivel nacional el estado de Sinaloa, es donde más se ha difundido la actividad camaronícola y sobre todo el sistema semi-intensivo de cultivo, (al año de 1990 le correspondían 4,841 hectáreas de un total de 7,565 hectáreas construidas). Ello se explica más que por la existencia de una política tecnológica deliberadamente dirigida al desarrollo de ese sistema, a las circunstancias geográficas y culturales que llevaron a que los técnicos nacionales, se formaran básicamente en el manejo del cultivo semi-intensivo. Otros factores que facilitaron la adopción de esa tecnología, fueron el hecho

de que sea compatible con las características de los recursos naturales de que se dispone; así como, porque la escala de capitales requeridos para invertir en la actividad es accesible a los interesados en ella.

La acuicultura en México ha sido atendida por diversas dependencias de la Administración Pública Federal, distinguiéndose siete organizaciones: 1) Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio; 1853 a 1917. 2) Secretaria de Agricultura y Fomento, de 1917 a 1935, cambiando a ser Departamento Forestal, caza y pesca de la misma secretaria de 1935 a 1937. 3) Departamento de Marina Nacional de 1939 a 1940, cambiando a Secretaria de Marina de 1940 a 1958. 4) Secretaria de Industria y Comercio de 1958 a 1976. 5) Departamento de Pesca de 1976 a 1982 que cambió a Secretaría de Pesca de 1982 a 1994. 6) Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de 1995 a 2000. 7) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación a partir del año 2001 hasta la actualidad año 2012.

La actividad camaronícola, se ha distinguido porque es una fuente de ingresos muy importante y gran parte de su desarrollo, radica en la alimentación del camarón; ésta es basada en dos grandes tipos: la primera es la alimentación natural, que consiste en micro flora y micro fauna, y la segunda que está constituida principalmente de minerales quelatados, ácidos grasos y aminoácidos.

En los últimos 20 años, en México, con el auge de la agricultura sostenible y/o sustentable, el uso de sustancias húmicas (SH) va en aumento; las sustancias húmicas en el suelo han sido ampliamente consideradas en la nutrición vegetal. Este efecto se atribuye principalmente a las propiedades quelatantes de las SH que pueden modificar la solubilidad de metales ( $Fe^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ) por ejemplo: prevenir que precipiten y cristalicen los metales, también forman complejos solubles con los micronutrientes, porque que facilitan su absorción por medio de las raíces, (Veranini y Pinton 2000).

Dentro de algunos sistemas de producción de camarón, como el intensivo, se practica la fertilización para elevar la productividad del estanque y se aplican alimentos elaborados para suplementar la alimentación de los organismos. Sin embargo, no existen estudios que indiquen el tipo y manejo de la fertilización, así como la calidad y

cantidad de alimentos que hay que suministrar a los sistemas para diversas calidades del agua, suelo, densidades de organismos en cultivo y estados de los organismos. Con el fin de optimizar al máximo el sistema de cultivo y reducir costos; el alimento y la alimentación, son importantes porque representan entre 30 y 40 por ciento del total de costos operativos de la actividad y además constituye la principal fuente de deterioro de la calidad del agua, lo cual repercute en una pobre respuesta productiva de los organismos en cultivo y en la rentabilidad económica del mismo.

En pruebas realizadas en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se han obtenido algunos resultados de interés, usando ácidos fúlvicos adicionadas en el agua de los bebederos de algunos animales como cabras, gallinas y pollo de engorda. Para el caso de las cabras, después de que se deja de amamantar a las crías, siguen produciendo altas cantidades de leche por un determinado tiempo; en cuanto a las gallinas, se observó que el cascaron de huevo es más grueso y en el caso de los pollos mayor peso en menos tiempo, estos resultados fueron obtenidos en pruebas no formales pero actualmente se están realizando trabajos de investigación (comunicación personal, García, 2012). Estos resultados han motivado a la realización de este trabajo buscando mejorar la calidad del camarón y hacer más eficiente el uso de los nutrimentos naturales y los suministrados, mediante la aplicación de ácidos fúlvicos de leonardita.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la efectividad del ácido fúlvicos de leonardita, en la calidad del camarón de granja.

### **Objetivo Especifico**

Establecer la dosis optima de ácidos fúlvicos de leonardita, que aumente la calidad del camarón de granja.

## **HIPOTESIS**

Al menos una dosis de los ácidos fúlvicos de leonardita, aumenta la calidad del camarón de granja.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Importancia del Camarón

La acuicultura se ha convertido en la actividad de producción de alimentos con mayor crecimiento a nivel mundial. La importancia de cubrir las necesidades alimentarias de la población aumenta rápidamente y con ello, la necesidad de hacerlo de una manera sustentable. En el ámbito económico, la acuicultura representa una actividad de gran importancia, ya que constituye una fuente de empleo, una fuente de divisas y además disminuye el gasto en importación de productos acuícolas. En México, la principal industria acuícola es el cultivo de camarón que produce actualmente cerca de 150,000 toneladas, producción que sin embargo está sujeta a la variación tanto por amenazas en la producción por la incidencia de enfermedades (por ejemplo, virus de la mancha blanca) como en la comercialización por una competencia con el camarón de origen asiático. En estos contextos es importante la alianza de los sectores productivos, del gobierno y del académico para mitigar el problema de las enfermedades en el cultivo de camarón así como plantear esquemas de certificación para producción ecoeficiente y lograr así, una mayor competitividad del mercado.

(<http://www.cibnor.mx/es/investigacion/acuicultura>).

En México, la pesquería del camarón es una de las más importantes y su volumen de captura en el 2007 fue de 184, 695 toneladas, siendo el 39.47% por captura y el restante 60.53% por acuicultura (SAGARPA, 2008). La región noroeste del país es donde se encuentran el 97% de las granjas de camarón, considerándose como una de las zonas productoras de camarón más importantes de Latinoamérica (Páez-Osuna *et al.*, 2003).

Para que el cultivo de camarones sea rentable y sostenible es necesario el desarrollo de “alimentos amigables” de alto valor nutricional con ingredientes de bajo precio, considerando que en los sistemas intensivos de producción de camarones peneidos el alimento artificial es la fuente exclusiva de nutrimentos y representa el mayor costo de operación (superior al 60%) en las granjas (Tan y Dominy, 1997; Kureshy y

Davis, 2002). En el año 2000 se produjeron 1.5 millones de toneladas de alimento para camarón representando el 12% de la producción de alimentos para acuicultura (Hardy, 2006) (<http://cultivodecamaron.blogspot.mx/2010/10/importancia-del-camaron.html>).

Este camarón se clasifica:

Phylum : Arthropoda

Clase: Malacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendobranchiata

Superfamilia: Penaeoidea

Familia: Penaeidae

Género: Litopenaeus

Especie: vannamei

(Pérez-Farfante y Kensley, 1997) (<http://es.scribd.com/doc/51120517/Taxonomia-del-langostino>).

### **Anatomía del Camarón**

Como su nombre lo indica, todos los decápodos tienen diez patas; son los últimos cinco de los ocho pares de apéndices torácicos característicos de los crustáceos. Los tres primeros pares funcionan como piezas bucales, denominándose maxilípedos al resto de pereopodos. En muchos decápodos, sin embargo, un par de patas tienen pinzas alargadas; la pinza se llama quela, por lo que esas patas pueden llamarse quelípedos. Otros apéndices se encuentran en el pleon o abdomen, donde cada segmento posee un par de pleópodos birrámeos, de los cuales los últimos forman parte de la cola (junto con el telson) y son llamados urópodos (Brock, J. and K.L. Main. 1995).



## Origen y Etapas del Camarón

El camarón blanco (*Penaeus vannamei*) es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. El camarón (*Penaeus vannamei*) se encuentra en hábitats marinos tropicales.

En la primera etapa, la larva, denominada nauplio, nada intermitentemente y es fototáctica positiva. Los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria. Las siguientes etapas larvarias (protozoa, mysis y postlarva temprana respectivamente) continúan siendo planctónicas por algún tiempo, se alimentan del fitoplancton y del zooplancton, y son transportados a la costa por las corrientes mareales. Las postlarvas (PL) cambian sus hábitos planctónicos unos 5 días después de su metamorfosis a PL, se trasladan a la costa y empiezan a alimentarse de detritos bénticos, gusanos, bivalubos y crustáceos.

Existen tres fuentes de abasto de progenitores de *P. vannamei*:

- En donde existen en el medio silvestre, los reproductores se capturan en el mar, (generalmente de un año de edad, con un peso superior a los 40 g) para inducir posteriormente su desove.
- De las cosechas de camarón cultivado en estanques (tras cuatro o cinco meses, con un peso de entre 15 y 25 g), se continúan cultivando durante 2 ó 3 meses y posteriormente se transfieren a instalaciones de maduración hasta alcanzar una edad superior a los 7 meses, cuando alcanzan un peso de entre 30 y 35 g.
- Los reproductores libres y resistentes a patógenos específicos (SPF/SPR por sus siglas en inglés) cultivados y producidos en tanques se adquieren de Estados Unidos de Norteamérica, (con una edad de entre 7 y 8 meses y un peso de entre 30 y 40 g).

Los reproductores se conservan en tanques de maduración en salas interiores oscuras, con agua de mar limpia y filtrada. El alimento que se suministra es una mezcla de

alimentos frescos y balanceados. Se procede a la ablación de un pedúnculo ocular a cada hembra, lo cual lleva a repetidos ciclos de maduración y desove.

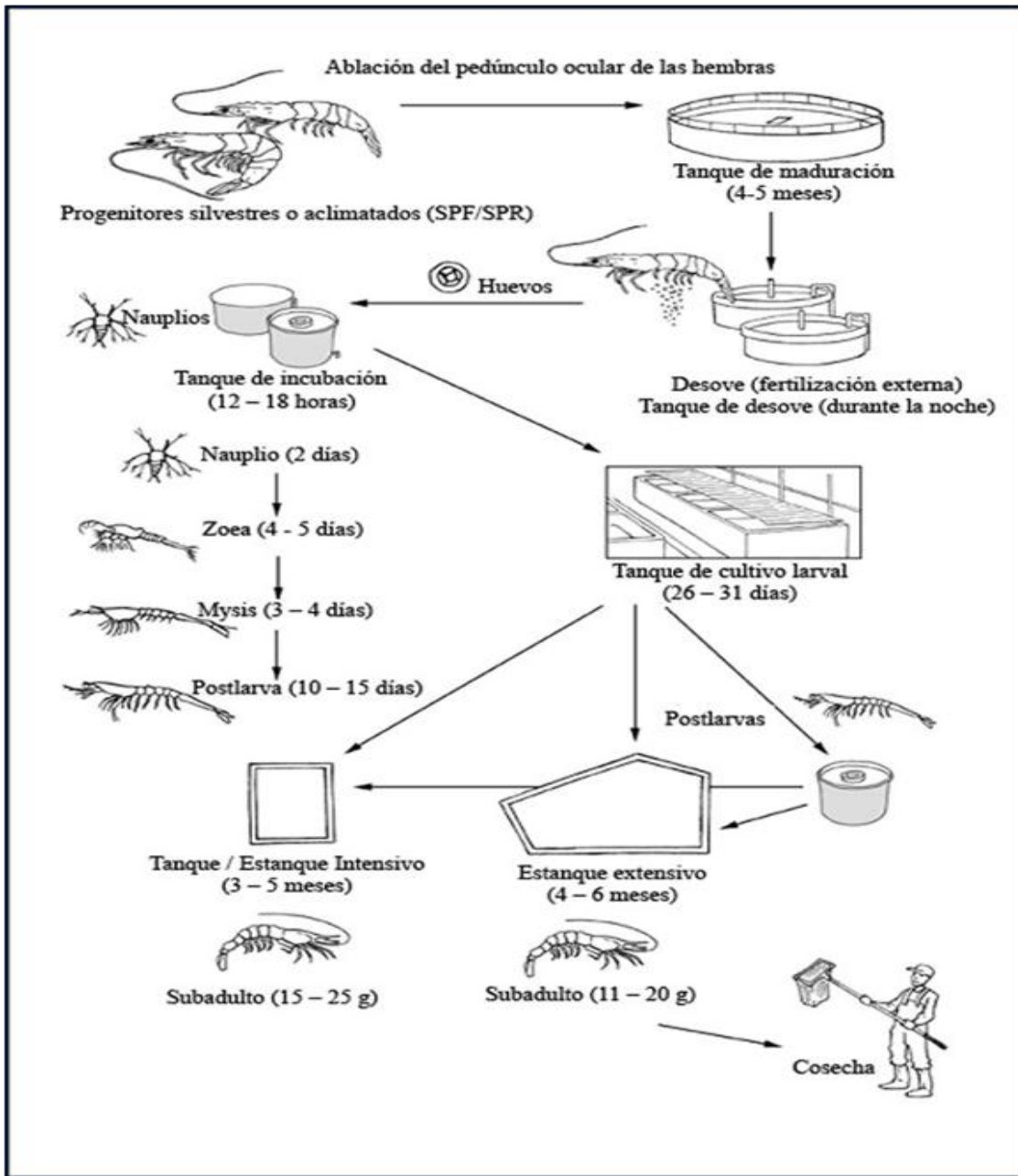


Figura. 1 Ciclo de producción del camarón (*Penaeus vannamei*).

## Sistemas de Producción

Los sistemas de cultivo en producción acuícola al igual que en las demás producciones, están determinados por la densidad de organismos por metro cuadrado o cúbico, tipo de alimentación (natural o artificial), flujo de agua, tecnología empleada, capital a invertir, especie acuática a producir, etc.

Según el grado de tecnificación que se utiliza para la producción de organismos acuáticos (moluscos, crustáceos y peces) los podemos dividir en sistemas extensivos, semi-intensivo, intensivos e incluso en producción de camarón, tilapia y trucha existe el sistema hiper-intensivo.

### Sistema Extensivo

Se realizan principalmente para resiembra en embalses (presas, jagüeyes, lagos, lagunas e incluso ríos) o en estanques rústicos de tierra, su manejo se centra únicamente en la siembra y cosecha de organismos, con una densidad de 3 camarones/m<sup>2</sup>; el alimento está dado por la producción natural del agua que forma la cadena alimenticia (fitoplancton, zooplancton, crustáceos, moluscos, peces, insectos etc.), alimento que alcanza a mantener un número reducido de organismos, la densidad que se puede incrementar al aumentar el alimento natural fertilizando el agua. Cuando se cultivan diferentes tipos de organismos acuáticos con terrestres y hortalizas se busca una integración de las producciones para aprovechar al máximo las producciones y desechos como es el caso de peces, cerdos y hortalizas en donde con las excretas de los cerdos se abona los embalses, con esto se obtiene una productividad primaria que es comida para los peces, que a su vez son para consumo humano, de los peces se utiliza el agua para riego y el lodo que se produce se utilice para fertilizar el suelo o para criar lombrices, que son un aporte proteínico para el alimento de los animales (Álvarez *et al* 2000).

De esta forma el cultivo extensivo se caracteriza por densidades bajas de organismos (1 por cada uno o dos metros cuadrados), que repercuten en bajas producción (500 Kg. Por hectárea sin fertilizar y de 1000 a 1500 Kg. con embalses fertilizados), a bajos

costos pues las crías son en su mayoría donadas en las granjas del gobierno, un ciclo de producción al año, los recambios de agua muy baja dada de forma natural (lluvia, afluentes de ríos, etc.), sobrevivencias bajas, amplia competencia entre especies, no se miden los parámetros fisicoquímicos del agua y no se tiene tecnología alguna. Para las cosechas que pueden ser totales o parciales se utilizan redes de arrastre (García-Badell, 1978).

### Sistema Semi-intensivo

Las explotaciones semi-intensivas se llevan a cabo en estanques rústicas de tierra o de tierra con paredes de cemento, su tamaño es mediano (de 250 metros cuadrados a una hectárea), en donde la densidad de organismos es media 5 camarones/m<sup>2</sup>, estos organismos se alimentan parcialmente del alimento natural del agua complementándose con alimento balanceado, diciéndose teóricamente que el 50 % de sus necesidades nutricionales son cubiertas con alimento natural y el 50 % restante del alimento balanceado. El flujo de agua en los estanques es necesario, recambiando al menos 5 % al día, se debe de realizar medición de algunos parámetros en el agua como el contenido de oxígeno atmosférico disuelto en el agua, temperatura, color y transparencia. Se espera crecimientos medios homogéneos de mono o policultivo, pudiendo obtener hasta 2 cosechas anuales. (Hernández, 1991).

Este tipo de granja se caracteriza por tener ya un costo de producción que si bien no es elevado si incide en el costo de producción final, y éstos se deben al alimento y mano de obra principalmente. El manejo que se realiza es: después de una cosecha se debe secar el estanque para ser desinfectado por medio de cal si es drenado completamente, también el secado es importante para airear el fondo, favorecer la descomposición de la materia orgánica y neutralizar el pH, después se llena nuevamente y se fertiliza al inicio y de manera constante con fertilizantes (inorgánicos) como son: calcio nitrogenado, nitrato de amonio, nitrato de sodio, superfosfato triple, entre otros o con abonos (orgánicos) que pueden ser: estiércoles, estiércoles líquidos, composta, plantas residuales, guano, residuos de las industrias agrícolas. Todos los días se alimentan los

organismos, se revisan los parámetros de oxígeno y temperatura, a la semana se toman muestras proporcionales, se pesan, miden, se revisan que no estén enfermos y se ajusta la cantidad de alimento a ofrecer, cada quince días se toman parámetros de transparencia y color para saber la cantidad de fertilizante a verter (García-Badell 1978).

### Sistema Intensivo

Este sistema de cultivo que se caracteriza por las altas densidades, encontrando hasta 10 camarones por metro cúbico, para poder soportar estas densidades se requiere muy buen manejo y un control estricto de las características del agua, lo que se consigue con estanques pequeño casi siempre de cemento de volumen estable o canales de flujo rápido "raceways". El flujo de agua es alto llegando a ser de hasta 3 recambios totales por hora, con agua de muy buena calidad en cuanto a sus características fisicoquímicas, en estanques de volumen estable se encuentran en su mayoría aireadores que pueden ser prendidos todo el día o solo por las noches, el alimento es 100 % balanceado ya que el alimento natural por el flujo de agua o por la densidad de organismos no se forma o se forma en poca cantidad (Hernández, 1991).

Las explotaciones intensivas pueden ser de ciclo completo (todas las etapas de la producción: reproducción, incubación, cría, pre-engorda y engorda) o incompletas (solo engorda o reproducción), pero siempre de monocultivo.

Para evitar los problemas de sanidad por la densidad y desechos orgánicos, cada hora se revisan las concentraciones de oxígeno y se mide la temperatura, todos los días se toman los parámetros de amonio, nitratos y nitritos, ya que una concentración elevada puede causar la muerte por intoxicación de todos los organismos del estanque, cada semana se toma una muestra de los camarones, se pesan, se miden y se verifica que estén sanos y al finalizar cada ciclo de producción los estanques son secados y desinfectados.

De ésta manera las explotaciones intensivas se caracterizan por: muy alta densidad de organismos, costo de producción alto dado principalmente por el alimento, mano de

obra y electricidad, crías de excelente calidad criadas en la misma explotación o con productores particulares, obteniendo varios ciclos al año, mucho flujo de agua llegando a tener hasta de tres recambios totales por hora, sobrevivencia alta y estricta medición de los parámetros del agua (García-Badell 1985).

### Sistema Híper-intensivo

Éste tipo de sistema solo se realiza con camarones experimentalmente por el costo de producción tan alto, cuentan con estanques que no miden más de un cuarto de hectárea, de forma circular de cemento al aire libre protegidos con mallas para que las aves no depreden los organismos, o rectangulares bajo sistema de invernadero, de esa manera se poder controlar todos los parámetros del agua entre ellos la temperatura que está muy influenciada por la temperatura atmosférica, también se tiene mucho cuidado con el oxígeno, amonio, nitratos y nitritos. Para evitar enfermedades virales, bacterianas y parasitarias el agua de mar es filtrada utilizándose rayos ultravioleta. La densidad de carga es alta (mayor a 40 camarones por metro cuadrado) y se obtiene de tres a cuatro cosechas al año, el alimento que consumen los camarones es balanceado de excelente calidad especial para cada fase de vida, la sobrevivencia es alta y por supuesto se realiza solamente monocultivo pudiendo ser de ciclo completo o solo engorda, el flujo de agua es continuo reciclándose muchas veces para su mayor aprovechamiento. De esta manera las explotaciones híper-intensivas se caracterizan por tener altos costos de producción en los que están incidiendo el alimento, el valor de los organismos que se siembran, lo costoso de las instalaciones, la mano de obra pero principalmente el gasto de energía para las bombas de agua (García-Badell, 1985).

([http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/apuntes\\_zoo/unidad\\_9\\_zootecniaacuicola.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_9_zootecniaacuicola.pdf))

## **Clasificación Ecológica de los Organismos del Agua**

Las condiciones físicas y químicas dominantes en los medios acuáticos determinan el tipo de organismos que viven en ese medio. Se han propuesto varias clasificaciones ecológicas de los organismos acuáticos; la más aceptada hoy día es la que presentamos a continuación:

**Plancton.** Comprende los organismos que viven suspendidos en las aguas y que, por carecer de medios de locomoción o ser estos muy débiles, se mueven o se trasladan a merced de los movimientos de las masas de agua o de las corrientes. Generalmente son organismos pequeños, la mayoría microscópicos.

**Necton.** Son organismos capaces de nadar libremente y, por tanto, de trasladarse de un lugar a otro recorriendo a veces grandes distancias (migraciones). En las aguas dulces, los peces son los principales representantes de esta clase, aunque también encontramos algunas especies de anfibios y otros grupos.

**Bentos.** Comprende los organismos que viven en el fondo o fijos a él y por tanto dependen de éste para su existencia. La mayoría de los organismos que forman el bentos son invertebrados.

**Neuston.** A este grupo pertenecen los organismos que nada o "caminan" sobre la superficie del agua. La mayoría son insectos.

**Seston.** Es un término adoptado recientemente y se aplica a la mezcla heterogénea de organismos vivos y no vivos que flotan sobre las aguas.

**Perifiton.** Organismos vegetales y animales que se adhieren a los tallos y hojas de plantas con raíces fijas en los fondos ([www.jmarcano.com/nociones/fresh2.html](http://www.jmarcano.com/nociones/fresh2.html)).

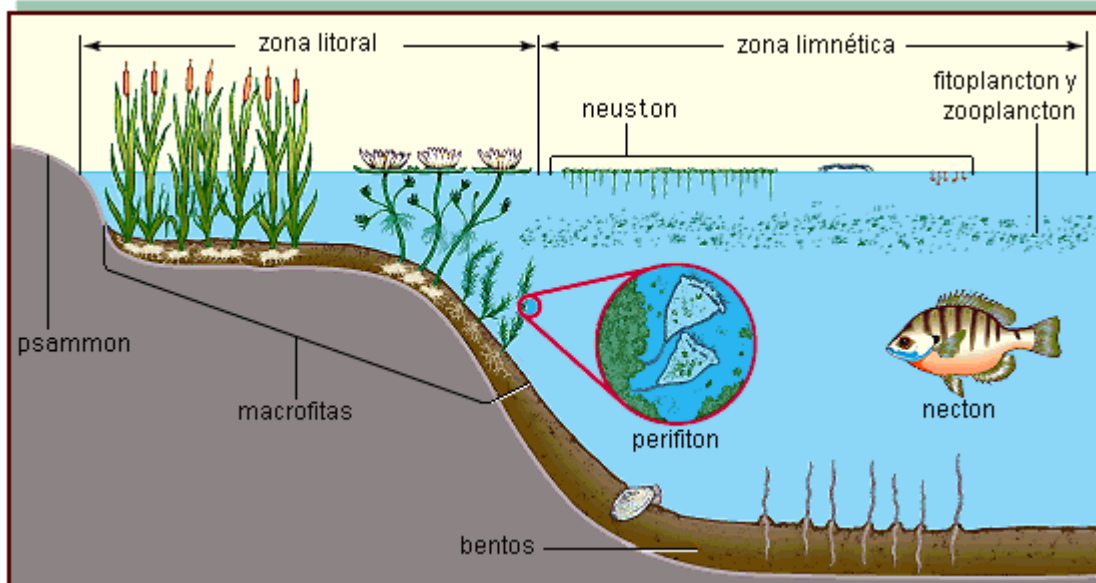


Figura 2. Comunidades Presentes en el Agua

### El Plancton

Como afirmamos anteriormente, pertenecen al plancton los organismos que flotan o viven suspendidos a merced de los movimientos de las aguas, sin locomoción propia suficientemente fuerte para dirigir sus movimientos. El plancton compuesto por vegetales recibe el nombre de fitoplancton y el que está formado por animales se denomina zooplancton.

El fitoplancton representa el primer eslabón de la cadena alimenticia; junto con las plantas superiores que habitan las aguas, constituyen los organismos *productores*. Entre los grupos más importantes pertenecientes al fitoplancton citaremos las *diatomeas*, los *dinoflagelados*, las *clorofíceas*, las *cianofíceas* y las *euglenofíceas*. Muchas de las especies pertenecientes a las cianofíceas y clorofíceas son filamentosas y en ciertas épocas del año proliferan de tal manera en las lagunas que la superficie adquiere una coloración verdosa, que es conocida como "espuma verde". Desde el punto de vista de producción y debido a que se distribuyen por toda la capa fótica, las diatomeas y dinoflagelados son los productores más importantes ya que producen la



mayor cantidad de materia orgánica y son realmente los pilares fundamentales del ecosistema.

Entre las diatomeas, los géneros más abundantes y frecuentes son: *Navicula*, *Pinnularia*, *Asterionella* y *Tabellaria*. Entre los Dinoflagelados, los géneros más importantes son *Peridinium* y *Ceratium*. En las aguas dulces son muy abundantes y frecuentes ciertos flagelados como *Euglena*, *Colponema* y *Spiromonas*. Entre las cianofíceas cabe destacar *Oscillatoria* (alga filamentosa) y *Rivularia*. Entre las Chlorophyta filamentosas muy frecuentes en las aguas lénticas tenemos: *Spirogyra*, *Oedogonium* y *Zignema* (*Animal Ecology: Aims and Methods*. 1957).

El zooplancton está representado por especies de varios phila: *protozoarios*, *celenterados*, *rotíferos*, *briozoarios* y, sobre todo, por algunos grupos de *crustáceos* como los *cladoceros*, los *copépodos* y los *ostracodos*. Cabe citar también las larvas de muchos insectos y los huevos y larvas de peces. La mayoría de los organismos que pertenecen al zooplancton se alimentan de otros animales más pequeños.

El zooplancton está compuesto, desde el punto de vista trófico, por consumidores primarios o herbívoros y consumidores secundarios.

Se acepta generalmente en base a investigaciones bien fundadas, que las aguas tanto continentales como marinas de las regiones tropicales son menos productivas que las de regiones templadas o frías. Las razones que se aducen para explicar este hecho son las siguientes:

Las temperaturas bajas retardan la acción denitrificante de las bacterias y por esta razón los nitratos no son destruidos tan rápidamente y, al permanecer en el agua, son aprovechados por el fitoplancton para la producción de alimentos.

Las temperaturas bajas retardan el metabolismo de los organismos, por tanto éstos viven más tiempo, lo cual produce una acumulación de generaciones. En los trópicos, el metabolismo de los organismos es alto y, por tanto, su desgaste es mayor y como consecuencia viven menos tiempo.

Se ha comprobado también que las aguas frías tienen mayor capacidad de saturación para el oxígeno que las aguas cálidas, lo cual contribuiría a una mayor producción del fitoplancton.

Con respecto a las especies que habitan las aguas, se ha observado una característica muy peculiar es que la mayoría son cosmopolitas; por tanto, es frecuente encontrar algunas especies en latitudes y climas muy diferentes. Así se ha comprobado que existen muchas especies en los lagos de Europa que se encuentran también en los lagos de Norteamérica. Muchas especies de aguas dulces templadas se encuentran en aguas dulces tropicales. Los grupos de seres vivos que presentan especies con mayor grado de cosmopolitismo son: las *diatomeas*, los *dinoflagelados*, las *clorofíceas*, los *protozoarios* y los *copépodos* (*Animal Ecology*, 1957).

## El Bentos

Los organismos del bentos viven sobre el fondo o en el fondo de los lagos y ríos. Las comunidades del bentos se caracterizan por ser muy ricas en especies y formas; prácticamente están representados casi todos los phylla.

La zonificación de los lagos presenta problemas, ya que su delimitación resulta en algunos casos muy artificial y poco clara. La variedad de lagos y lagunas que existen en cuanto a profundidad y extensión hace muy difícil generalizar la zonificación que damos a continuación, pero servirá de modelo para muchos lagos. (*Animal Ecology*, 1957). Se distinguen tres zonas en los lagos y lagunas:

### Zona litoral

Comprende la zona de agua somera de la orilla y parte del fondo hasta donde penetra la luz solar. Es la zona donde crecen las plantas con raíces, y donde abunda material flotante y depósitos orgánicos. Esta zona en general es más rica en especies de organismos que las otras. En ella viven plantas con raíces que penetran en el fondo, pertenecientes a las espermatofitas que, junto con el fitoplancton y las algas flotantes, constituyen los productores del ecosistema lacustre. Entre las plantas superiores que

frecuentemente habitan la zona litoral encontramos la "enea" (*Typha spp.*), planta ampliamente distribuida y que ocupa generalmente las aguas someras inmediatas a las riberas; vive en lagos y lagunas tropicales y templadas y se conocen varias especies. Los juncos (*Scirpus*), la sagitaria (*Sagittaria*), el jacinto o lirio de agua (*Eichorniacrassipes*), crecen y se multiplican rápidamente en ciertas lagunas. Todas estas plantas emergen del agua, formando en algunos casos una vegetación tupida, que sirve de albergue para animales y aves; éstas construyen sus nidos sobre las citadas plantas, las cuales son frecuentadas por los insectos en busca del néctar de las flores o para fijarse en ellas.

En la zona litoral de los lagos y lagunas viven plantas con raíces cuyas hojas flotan sobre la superficie de las aguas como es el caso de los nenúfares (*Nymphaea*); también encontramos el "repollito de agua" (*Pistiastratiotes*). Algunas plantas viven sumergidas o flotando – *Chara*, *Nitella* (algas), *Elodea* y *Anacharis* (plantas de acuario). Algunos helechos viven en el medio acuático; entre los más conocidos tenemos los géneros *Salvinia* y *Marsilia*.

En cuanto a la fauna bentónica, se calcula que más del 70 por ciento de las especies presentes en los lagos se encuentran en la zona litoral y sublitoral. Los grupos mejor representados son los siguientes: nematelmintos, como la sanguijuela (*Hirudo*); anélidos; moluscos, como las almejas y los caracoles; crustáceos y rotíferos (Animal Ecology, 1957).

### **La Alimentación del Camarón**

La mayoría de los productores utilizan el sistema semi-intensivo. En este tipo de sistemas, se practica la fertilización para elevar la productividad del estanque y se aplican alimentos elaborados para suplementar la alimentación de los organismos. Sin embargo, no existen estudios que indiquen el tipo y manejo de la fertilización, así como la calidad y cantidad de alimentos que hay que suministrar a los sistemas para diversas calidades de agua, calidades de suelo, densidades de organismos en cultivo y estados de los organismos, con el fin de optimizar al máximo el sistema de cultivo y reducir costos para obtener la máxima producción en el menor tiempo posible.

En los últimos años se han desarrollado sistemas más intensivos, involucrando el desarrollo de dietas con mejor composición nutrimental, que requieren un mejor manejo del alimento y la alimentación, y de nuevas estrategias como es el uso de floculaciones o “flocs” bacterianos.

Actualmente, las fórmulas alimenticias y los esquemas de alimentación deben satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie, considerando el aporte que realiza la productividad natural. Una mejor comprensión de las preferencias alimenticias y de la utilización del alimento es esencial para optimizar el uso de nutrimentos y reducir la contaminación ambiental. Considerando que el alimento balanceado representa alrededor de 50% de los costos de producción, es cada vez más importante diseñar estrategias encaminadas a mejorar la eficiencia del uso del alimento balanceado a fin de incrementar la rentabilidad del cultivo y reducir el impacto que tiene sobre el ambiente (Andrade de Pasquier 1996).

El alimento y la alimentación son importantes porque representan entre 30 y 40% del total de costos operativos de la actividad y además constituye la principal fuente de deterioro de la calidad del agua, lo cual repercute en una pobre respuesta productiva de los organismos en cultivo y en la rentabilidad económica del mismo. La carga orgánica para producir 1,000 kg de camarón puede ir desde 500 hasta 1,625 kg dependiendo si factor de conversión alimenticia se incrementa desde 1 hasta 2.5. En la misma proporción aumenta aproximadamente la concentración de nitrógeno y fósforo en la descarga. Una buena cantidad del carbón orgánico que se introduce al sistema a través del alimento no es aprovechado directamente por el camarón, pero puede serlo cuando éste pasa a formar parte de los detritos, que son una buena fuente de alimentación para la mayoría de las especies comerciales de camarón. También puede ser aprovechado indirectamente a través de diferentes organismos de la cadena trófica de los estanques (Martínez-Córdova 2008).

El aprovechamiento de la productividad natural en los sistemas de cultivo es una de las estrategias más ampliamente recomendadas para minimizar la necesidad de alimento formulado y disminuir el impacto ambiental de los efluentes. La contribución del

alimento natural, puede llegar a ser de hasta un 70% de los requerimientos del camarón en los sistemas menos intensivos y va disminuyendo a medida que aumenta la intensificación del sistema. En sistemas semi-extensivos o semi-intensivos, la productividad natural puede soportar la alimentación de la población en cultivo hasta por aproximadamente 30 días a partir de la siembra de post-larvas (entre el 20 y el 30% de la duración de un ciclo típico), dependiendo de la densidad de siembra. Se calcula que la biomasa crítica se ubica entre 100 y 300 kg/ha, después de lo cual será necesaria la utilización de alimento complementario. En sistemas intensivos e hiper-intensivos, como se manejan hasta hoy, la contribución de la productividad natural es prácticamente nula, sin embargo ya algunos de estos sistemas están manejando la productividad bacteriana en la nutrición del camarón, como se detalla en secciones posteriores.

Una de las formas de reducir los costos de producción es reducir los costos por alimentación y una de los métodos de hacerlo es optimizando los sistemas de cultivo en relación a la fertilización y adición de alimentos suplementarios. Es necesario por lo tanto realizar investigación en un mayor número de las granjas por región para determinar las características de los estanques en relación a la fertilización—alimentación—calidad de agua y suelo, densidad de cultivo, con lo que se establecerían las bases para la elaboración de modelos que permitan predecir, aprovechar y eficientar los recursos del acuicultor haciendo más rentable las operaciones, en un marco de respeto al medio ambiente (Martínez-Córdova 2008).

### **Tablas de Alimentación**

Internacionalmente son escasos los informes sobre tablas de alimentación en la literatura especializada, la mayoría de los datos sobre esta temática se encuentran en propagandas de compañías productoras de alimentos balanceados que establecen diferentes criterios, basados en el nivel de proteína del mismo y el comportamiento del crecimiento de las especies de camarones peneidos más estudiados.

Lawrence y Lee (1997) plantearon, que la alimentación es una práctica de manejo muy importante si se considera su costo elevado, asociado con el efecto nocivo que pudiera causar su equivocada dosificación. Hasta hace poco tiempo, el costo del alimento suplementario llegaba a ser superior al 50% de los costos operativos de la actividad camaronícola (Rani, 1993), con el avance del conocimiento de los requerimientos nutricionales del camarón, en sus diferentes etapas, así como, del conocimiento de la composición de diferentes insumos y de programas cada vez más eficientes de formulación y elaboración de alimentos comerciales, esta proporción ha logrado ubicarse entre un 30 y un 40% (Zendejas-Hernández, 2004) que aún sigue siendo el costo operativo más importante de la actividad.

Anderson et al (1987) determinaron que el alimento artificial sólo aportaba de un 30 a un 40% en el crecimiento del camarón. Primavera 1993, basándose en estudios sobre digestibilidad de dietas y tasas de conversión alimenticia para camarones marinos, estimó (por peso seco) que sólo el 17% del alimento agregado a estanques intensivos era cosechado como tejido de camarón, es de suponer, basándonos en estos resultados, que los pelletizados pueden constituir una de las principales causas de contaminación, tanto de los sistemas de cultivo, como de los ecosistemas en que los efluentes son arrojados (Barg, 1995).

El método más utilizado en la actualidad para alimentar camarones en cultivos intensivos y semi – intensivos, es el de adición por voleo, lo cual implica tener que distribuir el alimento de manera que cubra por lo menos un 80% de la superficie alimentada (Chamberlain, 1989; Akiyama y Polanco, 1995). La dosis de alimento proporcionada al voleo, se determinaba en sus inicios, por una tabla de alimentación basada en el porcentaje del peso corporal de la biomasa de camarones presentes en el estanque. Otra propuesta de estrategia, probada experimentalmente en la Universidad de Sonora por Martínez et al (1998), era la de ajustar la ración a la biomasa de alimento natural en el sistema, demostrando ser más eficiente en la utilización del balanceado que el ajuste solo por tablas.

Las tablas de alimentación establecen tasas de acuerdo a un porcentaje de la biomasa de camarones en el estanque, que se va reduciendo a medida que los animales aumentan de talla, de ahí la importancia de los muestreos poblacionales y de crecimiento para su correcta y eficiente utilización, los que deben realizarse con una frecuencia quincenal y semanal respectivamente.

Las tablas de alimentación deben variar de acuerdo a la composición del alimento utilizado, disponibilidad de alimento natural, calidad del agua (concentración de oxígeno disuelto y temperatura del agua), así como de las especies de camarones, su edad, densidad de siembra y carga.

### **Condiciones Ambientales del Estanque**

Nuevas tendencias en el ajuste de la ración están relacionadas por un lado con las condiciones ambientales como oxígeno disuelto, temperatura y pH, y por otro lado con la especie en cultivo (Elovaara, 2001), como a continuación se detalla.

#### Oxígeno disuelto

El autor antes mencionado describe los siguientes aspectos de acuerdo a la disminución en la concentración promedio de oxígeno disuelto el ajuste de la ración de alimento debe ser el siguiente:

2.8 a 3.0 mg/L Reducir la ración en 25%

2.5 a 2.7 mg/L Reducir la ración en 50%

<de 2.5 mg/L No alimentar.

La temperatura tiene un pronunciado efecto sobre la frecuencia de alimentación. El consumo de alimento es óptimo entre 27 y 31 °C. Cuando la temperatura cae por debajo de los 25 °C, el *L. vannamei* se enterrará en el lodo del fondo de la piscina por periodos de tiempo en el día y por consiguiente la tasa de consumo de alimento declinará alrededor de un 50% como resultado de la disminución de su metabolismo.

Cuando la temperatura del agua cae bajo los 20 °C, la alimentación se detiene. Esto se puede presentar durante la transición de la estación lluviosa a la seca, y durante varios días y noches de la estación seca, por lo que el esquema de alimentación debe ser ajustado a estos cambios (Elovaara, 2001).

La salinidad promedio del agua de mar es 34.5 partes por millón (ppm). En agua salobre, la salinidad varía de acuerdo a la salinidad de la fuente de agua. La salinidad en las aguas estuarinas puede ser similar a la del agua dulce durante la época de lluvia y aumentar durante la sequía. Los estuarios con acceso limitado al mar tienen mayor salinidad que éste durante la temporada de sequía ya que los iones se concentran a causa de la evaporación.

Los estanques de agua salobre generalmente tienen un pH de 7 u 8 por la mañana, pero en la tarde generalmente suben a 8 ó 9. La fluctuación diaria del pH en los estanques resulta de los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton y otras plantas acuáticas.

Cuadro 1. Rangos aceptables de concentración de minerales disueltos en el agua para estanques de producción de camarón.

Elemento	Concentración Objetivo
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	5 - 15 mg/L
pH	de 7 - 9
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	0.2 - 10 mg/L
Sulfuro (SO <sub>4</sub> )	500 - 3000 mg/L
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1 - 10 mg/L
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	100 - 500 mg/L
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	100 - 1500 mg/L
Sodio (Na <sup>+</sup> )	2000 - 11000 mg/L
Potasio (K <sup>+</sup> )	100 - 400 mg/L
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	75 - 300 mg/L
Carbonato ionizado (CO <sub>3</sub> )	0 - 20 mg/L
Cloro (Cl)	2000 - 20000 mg/L
Fosforo (HPO <sub>4</sub> )	0.005 - 0.2 mg/L
Silicato (H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	2 - 20 mg/L
Hierro total	0.05 - 0.5 mg/L
Manganeso total	0.05 - 0.2 mg/L
Zinc (Zn <sup>++</sup> )	0.01 - 0.05 mg/L
Cobre (Cu <sup>++</sup> )	0.005 - 0.01 mg/L
Borato (H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> )	0.05 - 1 mg/L
Molibdato (MoO <sub>4</sub> )	Trazas
Salinidad	5000 - 35000 mg/L

(Boyd, *et al* 2000.)



Para aumentar la producción en los estanques, es necesario aumentar la cantidad de alimento. Si se mejoran las condiciones para el crecimiento del fitoplancton se producirá más de otros organismos que sirven de alimento. Usualmente basta con añadir a los estanques nutrientes inorgánicos en forma de fertilizantes para incrementar el crecimiento de fitoplancton, pero las fuentes naturales de alimento no son suficientes para soportar producciones intensivas de camarón, por lo que hace falta añadir alimento procesado para lograr una producción que no puede ser lograda solo con fertilizantes, para esto se requiere una gran cantidad de elementos para el crecimiento del fitoplancton. La mayoría de las especies requieren al menos carbón, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno, sulfuro, fósforo, cloro, bromo, molibdeno, calcio, magnesio etc. (Cuadro 1) (Boyd, Gautier. 2000).

### **Enfermedades y Medidas de Control**

La disponibilidad de cepas libres de patógenos (SPF por sus siglas en inglés) y cepas resistentes a patógenos (SPR por sus siglas en inglés) constituyen un mecanismo para evitar enfermedades, pero también son importantes los procedimientos de bioseguridad.

No existen productos químicos o medicamentos para tratar las infecciones una vez que los estanques han sido invadidos por virus, pero un buen manejo del estanque, agua, alimentos y las condiciones de salud de la población, pueden reducir su virulencia. Estas son algunas enfermedades más importantes presentadas con su síndrome y medidas de control:

#### **Mancha blanca (WSD)**

El agente productor de estas manchas blancas, es un virus. El síndrome que presenta el camarón: severamente infectado manifiesta reducción en el consumo de alimentos, letargo; alta mortalidad, hasta del 100 por ciento entre 3 y 10 días a partir de la manifestación de signos clínicos; cutículas sueltas con manchas blancas de 0,5–2,0 mm

de diámetro, más evidentes dentro del caparazón; el camarón moribundo muestra coloración entre rosada y rojiza-café debido a la expansión de cromatóforos cuticulares y escasas manchas blancas.

Las medidas de control más utilizadas para contrarrestar la enfermedad son el uso de cepas libres de patógenos específicos (SPF); lavar y desinfectar los huevos/nauplios con iodo, formalina; tamizar y separar los reproductores, los nauplios, las postlarvas y los juveniles; evitar cambios bruscos de calidad del agua; mantener temperatura del agua >30 °C; evitar el estrés; evitar uso de alimentos frescos; minimizar recambio de agua para evitar entrada de portadores de virus; tratamiento a estanques e incubadoras infectados con cloro a 30 ppm para matar el camarón infectado y a los portadores; desinfección de equipo.

#### Síndrome del Taura (TS)

El agente es un virus de ARN de una sola banda (Picornaviridae). Síndrome: Ocurre durante la única muda en los juveniles a los 5 a 20 días tras la siembra, o tiene un curso crónico de varios meses; debilidad, caparazón blando, tracto digestivo vacío y expansión difusa de cromatóforos rojos en los apéndices; la mortalidad varía de 5 a 95 por ciento; los sobrevivientes pueden presentar lesiones negras y ser portadores de por vida.

Las Medidas de control más utilizadas para contrarrestar la enfermedad son el uso de cepas libres de patógenos específicos o resistentes a patógenos específicos; lavar y desinfectar huevos y nauplios; limpiar y desinfectar vehículos y equipo contaminado; ahuyentar aves (vectores); destruir el stock y desinfectar totalmente las instalaciones.

#### Necrosis infecciosa hypodermal (IHHNV)

El agente Parvovirus sistémico, es un virus. Los síndromes que presenta son: baja mortalidad de (*P. vannamei*); resistente; pero hay una reducción en la alimentación y baja eficiencia en alimentación y crecimiento; deformaciones cuticulares (rostrum

encurvado – RDS) ocurren en <30 por ciento de la población infectada, mayor variación en el peso a la cosecha final y menor precio de mercado.

Medidas de control: uso de cepas libres de patógenos específicos SPF y resistentes a patógenos específicos (SPR); lavar y desinfectar huevos y nauplios; desinfección total de las instalaciones de cultivo para evitar la reintroducción.

Necrosis Baculoviral de la Glándula Intestinal (BMN).

El Agente Baculovirus entérico no ocluido, es un virus. Los síndromes que presenta son: Infecta los estadios larvales y postlarvales, causando una gran mortandad; turbiedad blanca del hepatopancreas causado por necrosis del epitelio tubular; la larva flota inactiva en la superficie; en etapas posteriores muestra resistencia; los reproductores portadores también son una fuente de infección.

Medidas de control: separar los huevos de las heces, lavar huevos y nauplios con agua de mar limpia y desinfectarlos con iodo y/o formalina; desinfectar instalaciones infectadas para evitar nuevos brotes.

Vibriosis

El Agente *Vibrio* spp., particularmente *V. harveyi* & *V. parahaemolyticus* es una bacteria. El cual presenta los siguientes síndromes: puede causar varios síndromes importantes, tales como luminiscencia y los llamados síndromes zoea-2 y de bolitas. En incubadora, se ve como luminiscencia en el agua y/o cuerpo del camarón; menor alimentación y alta mortandad. En estanques, los altos niveles de vibrios se asocian con la decoloración roja del camarón (especialmente en las colas) y necrosis interna y externa; menor alimentación y mortandad crónica; una segunda infección resultado de un pobre manejo ambiental debilita al camarón, el cual es susceptible de infecciones virales.

Medidas de control: manejo cuidadoso del sistema. En incubadoras, desinfectar las instalaciones, equipo, agua y trabajadores; utilizar alimentos vivos libres de bacterias; cubrir tanques de cultivo con cubiertas de plástico para evitar la transferencia a los estanques. En estanque, prevenir con preparación apropiada; control de florecimientos

algales; agua limpia y manejo de alimento; controlar la densidad de siembra y la aireación para mantener condiciones ambientales óptimas a lo largo del ciclo de cultivo.

([http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus\\_vannamei/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es)).

## Las Substancias Húmicas

Stevenson (1994), define la materia orgánica del suelo como la totalidad de las sustancias orgánicas presentes en el suelo, incluyendo los restos de tejidos vegetales y animales inalterados, sus productos de descomposición parcial, la biomasa del suelo, la fracción orgánica soluble en agua y el humus.

De Saussure (1804), fue el primero en utilizar la palabra “humus” (que en latín significa suelo) para describir el material orgánico de color oscuro presente en el suelo. Este autor observó que el humus era más rico en carbono y más pobre en hidrógeno y oxígeno que el material vegetal de origen. En la actualidad, el término “humus” todavía no se emplea de manera específica y concreta. Mientras que para algunos autores este término significa lo mismo que materia orgánica del suelo, incluyendo sustancias húmicas (SH), definidas como materiales orgánicos identificables de elevado peso molecular, poseen polisacáridos y proteínas y sustancias simples como azúcares, aminoácidos y otras moléculas, pero excluyendo los tejidos de plantas y animales no descompuestos, los productos de descomposición parcial y la biomasa del suelo (Stevenson, 1994, MacCarthy *et al.* 1990). Otros autores utilizan el término humus para referirse sólo a las SH (MacCarthy *et al.* 1990).

Aiken *et al.* (1985), comentan que las SH son una categoría de sustancias de color amarillo a negro, de elevado peso molecular y propiedades refractarias; tal vez, habría que incluir su naturaleza coloidal y su resistencia al ataque microbiano. Este enunciado es más una descripción de las SH que una definición, y es una muestra de la no especificidad que prevalece en el estudio de las sustancias. Estos materiales resultan de la degradación de restos de animales y plantas y no pueden ser clasificados dentro

de la categoría de compuestos discretos, como sucede con las sustancias no húmicas. Las SH son omnipresentes y se encuentran en todos los suelos, sedimentos y aguas.

Del 75 al 90 por ciento de los restos orgánicos están constituidos por agua. Una fracción pequeña de materia orgánica (MO), está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etc., y en su mayor parte están formadas por las llamadas SH, que son una serie de compuestos de alto peso molecular. Estas sustancias, han sido divididas en grupos de acuerdo a su solubilidad en soluciones ácidas y básicas concentradas en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR). Los AH son moléculas más grandes y complejas que los AF; además, presentan contenidos más altos de nitrógeno, pero menor de grupos funcionales (Meléndez, 2003).

Los AF se distinguen de los AH por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono (menos del 55 por ciento) y por su buena solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales.

Los fulvoácidos pertenecen al grupo de los ácidos hidroxicarboxílicos y en la hidrólisis ácida forman sustancias reductoras y furfural, tienen alta capacidad de cambio (hasta 700 meq/100 ml de sustancia), actúan destructivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos  $R_2O_3$  que poseen gran movilidad; por lo tanto, parece ser que ya no existen dudas sobre los AF como grupos independientes de materias húmicas con propiedades distintas a la de los AH. A parte de los AF propiamente dicho se han descubierto hidratos de carbono, glucósidos, sustancias de naturaleza fenólica, ácidos urónicos y ácidos orgánicos nitrogenados. Datos obtenidos de espectroscopia infrarroja, dan testimonio de la presencia de elementos de naturaleza aromática. Sobre la baja aromatización de los AF hablan los datos de la composición elemental en el cual el porcentaje de carbono es significativamente más bajo y el de hidrógeno supera el de los AH (Meléndez, 2003).

Los AH y AF son compuestos orgánicos no muy bien definidos químicamente, que constituyen la parte más elaborada de la descomposición de la MO; se derivan de diferentes materias primas originadas principalmente de yacimientos de carbón orgánico conocidos como lignitos, turbas y leonardita; forman humatos y fulvatos con los cationes del suelo, con lo que evitan la retrogradación. Son capaces de fijar los nutrimentos que son aplicados como fertilizantes, disminuye las pérdidas por lixiviación e inmovilización. Los AH son activadores de la flora microbiana del suelo con lo que aumenta la mineralización de la MO y la consecuente liberación de nutrimentos a formas disponibles para las raíces de las plantas. Los AH y AF incrementan la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo y la retención de humedad, estimulan el desarrollo de la raíz y a nivel foliar aumentan la permeabilidad de la membrana celular, al facilitar la absorción de nutrimentos y son agentes naturales quelatantes de metales catiónicos, por lo que son utilizados para la nutrición mineral de los cultivos, debido a la acción complejante que ejercen sus grupos funcionales carboxílicos (COOH) e hidroxílicos (OH) (Molina, 2003).

Chen *et al.* (1990), Varanini *et al.* (1995) y Piccolo *et al.* (1992), a lo largo de sus investigaciones, han recogido la influencia de las SH en el crecimiento de las plantas, en la nutrición mineral, en la productividad y el metabolismo, considerando los efectos positivos sobre la germinación de semillas, la iniciación y el desarrollo radicular, el desarrollo de los brotes, el contenido de nutrimentos en numerosos cultivos y la síntesis de ácidos nucleicos o la respiración. En el suelo, estos compuestos mejoran la estructura de los sustratos, incrementan la capacidad de intercambio del suelo y movilizan micronutrimentos (Olmos *et al.* 1998).

Los efectos de la aplicación al suelo de las sustancias húmicas sobre las cosechas han sido explicados por diferentes teorías (Benedetti *et al.* 1990 y 1992; Cacco *et al.* 1984); la más aceptada por la comunidad científica, es la hipótesis que asigna a las SH “efectos directos” sobre la planta, teniendo un comportamiento hormonal y “efectos indirectos”, al actuar sobre el metabolismo de los microorganismos del suelo y la dinámica de los nutrimentos. Las SH son capaces de alterar la absorción de

micronutrientes por las raíces y modificar las actividades enzimáticas implicadas en el metabolismo del nitrógeno (Visser, 1985).

Los distintos efectos que las SH producen en las propiedades del suelo o en el desarrollo vegetal están gobernados por la concentración en la que se encuentran, su naturaleza (García, 1990), el peso molecular de las fracciones húmicas y su contenido en grupos funcionales (Piccolo *et al.* 1992), así como de la especie vegetal, su edad y estado nutricional (Albuzio *et al.* 1986).

En el suelo, la MO, concretamente las SH, pueden incidir indirectamente en la nutrición vegetal por distintos mecanismos: suministrando nutrientes a las raíces; pueden servir de fuente de N, P y S (Akinremi *et al.* 2000), que liberan a través de la mineralización de la MO en el suelo. Esta fuente de elementos también se debe a la posibilidad de complejar metales que tienen (Tan *et al.* 1979; Sánchez-Andreu *et al.* 2000). Sin embargo, este comportamiento va a estar determinado, en gran medida, por el cultivo y las condiciones que lo rodean. Duplessis *et al.* (1983), observaron que la aplicación de Leonardita incrementó la producción y los niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), para maíz cultivado en un suelo franco-arenoso; mientras que no afectó a la producción, ni a los niveles cuando era aplicado en maíz cultivado en suelo arcilloso. La diferencia en la respuesta fue atribuida al alto contenido de arcilla y/o MO del suelo.

Akinremi *et al.* (2000), concluyeron que la adición de leonardita produjo mejoras en los niveles foliares de N, P, K de los cultivos de nabos, trigo y judías; además, en el cultivo de nabos aumentó el nivel de azufre (S). Estos resultados se deben, según los autores, a una combinación de los efectos directos de los ácidos sobre los procesos fisiológicos de la planta y un efecto indirecto incrementando la disponibilidad de nutrientes para el vegetal.

La dinámica del (P) en el suelo depende de la complejación del calcio por la materia húmica. En los suelos calizos, el calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) es un catión reactivo y omnipresente que disminuye la biodisponibilidad de numerosos micronutrientes ( $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,  $\text{Cu}^{++}$ ), así como del P, debido a la formación de fosfatos de calcio insolubles. La complejación de  $\text{Ca}^{++}$  por las SH incrementa la solubilización del apatito (Gerapin *et al.* 1989, Rouquet,

1988), limitando la adsorción y fijación del P (Fox *et al.* 1990; Gerk, 1993). Los resultados muestran que el poder de complejación de  $\text{Ca}^{++}$  de las SH, está bien relacionado con la mejora en la nutrición de P en suelos calizos (Gaur, 1964); además, el efecto positivo de la complejación del  $\text{Ca}^{++}$  sobre el P parece depender del pH del suelo. Los resultados de Brun *et al.* (1994) mostraron que al aumentar el pH aumentaban los mili equivalentes (meq) de  $\text{Ca}^{++}$  complejado por los diferentes ácidos húmicos.

En la fertilidad del suelo, el intercambio de cationes de la fracción orgánica es de absoluta importancia, ya que va a suponer el suministro de ( $\text{K}^+$ ), ( $\text{Ca}^{++}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) y algunos micronutrientes ( $\text{Fe}^{+++}$ ,  $\text{Cu}^{++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ) para las plantas. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, puede depender en más de 80 por ciento de la MO, por tanto existe una relación directa entre la CIC y el contenido de MO. Por lo general, los AH adsorben preferentemente cationes polivalentes frente a monovalentes. Para iones con igual valencia, los menos hidratados tienen la mayor energía de adsorción (Stevenson, 1994).

Las investigaciones del efecto directo de las SH sobre las plantas, se centralizan en los efectos bioestimulantes al considerar la implicación de estos productos en los diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que tienen lugar en la planta (Ramos, 2000; Vivas, 2001).

Si nos referimos a la influencia de las SH en el crecimiento y desarrollo de la raíz, se considera suficientemente probado que estos compuestos mejoran el crecimiento radicular, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo (Sladky, 1959; Fernández 1968, Sánchez-Conde *et al.* 1972; Sánchez-Andreu *et al.* 1994). Tanto la elongación como la formación de los primeros pelos radiculares, son afectadas por los materiales húmicos.

Las dosis empleadas de las SH van a ser determinantes para que los efectos sean positivos o negativos; así, Young *et al.* (1997) encontraron que ácidos purificados procedentes de diferentes orígenes, mejoraban significativamente el crecimiento radicular en semilleros de lechuga, pasando de una longitud radicular media de 13.6 mm para el control a 20.2 mm, cuando se aplicaban ácidos de turba. Los autores



justifican sus resultados, al comentar que los ácidos pueden tener enlazadas a su estructura poliaminas (putrescina, espermidina, permina), que se encuentran en las paredes celulares y tienen una reconocida función reguladora en las plantas (Galston et al. 1990, Nardi *et al.* 1994). La aplicación foliar de SH a *Agrostis stolonifera* L. presentó un efecto muy limitado en el enraizado, mientras la incorporación de humato granular hasta a 10 cm profundidad, mejoró sensiblemente el enraizado, seguramente debido a la proximidad a las raíces (Cooper *et al.* 1998).

Los ácidos húmicos y fúlvicos al 25 %, son fertilizantes líquidos mejoradores de los sistemas ecológicos y del suelo de enorme poder iónico que incrementan los aminoácidos. Su poder quelatante libera nutrientes atrapados en los suelos. Al ser aplicados en estanques de acuicultura trabaja en forma excelente para el Fito y Bento Plancton metabolizando el producto, los microorganismos y las plantas acuáticas, jugando un papel muy importante en las modernas labores de fertilización e irrigación, producción camaronera y de la acuicultura.

A si mismo las sustancias húmicas transfieren micronutrientos: La aplicación de estos libera micronutrientos que se encuentran atrapados en los suelos. Retienen el agua disminuyendo la evaporación: En la presencia de agua los cationes adsorbidos por los ácidos húmicos se ionizan parcialmente y se mueven una pequeña distancia de los sitios de oxidación de los ácidos húmicos. Esto restaura parte de la fuerza a tractora positiva de los iones unidos. El agua es una molécula dipolar y eléctricamente neutra, el átomo de oxígeno del agua forma un enlace de hidrógeno con el ión, así la polaridad de la molécula del agua queda neutralizada y otras moléculas de agua se empiezan a unir formando una red de enlaces, como resultado la tasa de evaporación se disminuye en un 30 por ciento ([www.fflugsa.tripod.com/humifulvi15.htm](http://www.fflugsa.tripod.com/humifulvi15.htm)).

Dentro de lo citado anteriormente se sabe también que estimulan los microorganismos: Los ácidos húmicos son una fuente de fósforo y carbono, lo que estimula las poblaciones de micro flora y micro fauna y provee de sitios para la colonización de microorganismos. El uso de Ácidos Húmicos y Fúlvicos Huma K Source: Incrementa el plancton y fitoplancton en las piscinas de camarón, regula la fotosíntesis, controla el

olor y sabor a choclo producido por el exceso de nitrógeno concentrado en el agua de lluvia en zonas de altas precipitaciones; ayuda a manejar la turbidez del agua entre 25 y 30 cm. Estos ácidos son potencializadores orgánicos y biorreguladores con características fundamentales de bioestabilidad, que no dan lugar a fermentaciones o putrefacciones. Su elevada composición enzimática proporciona una rápida asimilación por el fitoplancton, estimulando el crecimiento y funciones vitales de las algas.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del Área

El presente trabajo de investigación de campo se realizó en la zona acuícola del ejido llamado "Valle de La Urraca" perteneciente al municipio de Acaponeta, Nayarit, México, localizado a los 22° 34' de Latitud Norte, y los 105° 38' de Longitud Oeste y a una altitud de 10 msnm; también se realizaron trabajos de laboratorios en el Departamento Ciencias del Suelo y Producción Animal ubicados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.



Figura 3. Localización de la Zona Experimental.

### METODOLOGIA

Para la realización de este experimento, se utilizó larva de camarón blanco del pacifico (*Penaeus vennamei*) proporcionada por el Laboratorio Acuicultura Integral S.A. de C.V; de Culiacán Sinaloa. La larva fue trasportada en recipientes de 1,100 litros de capacidad (tinacos) para posteriormente realizar su siembra. Para efectuar la siembra

de la larva, se realizó primero el proceso de aclimatación, el que consiste en recircular el agua del tinaco con agua del estanque, con la finalidad de igualar al contenido de sales y la temperatura del agua del recipiente, con la de los estanques. Este proceso se lleva a cabo entre 30 y 60 minutos. Una vez realizado lo anterior, se efectuó la siembra de la larva del camarón, a razón de 8,000 larvas por 1000 m<sup>3</sup> de agua de mar (figura 4).

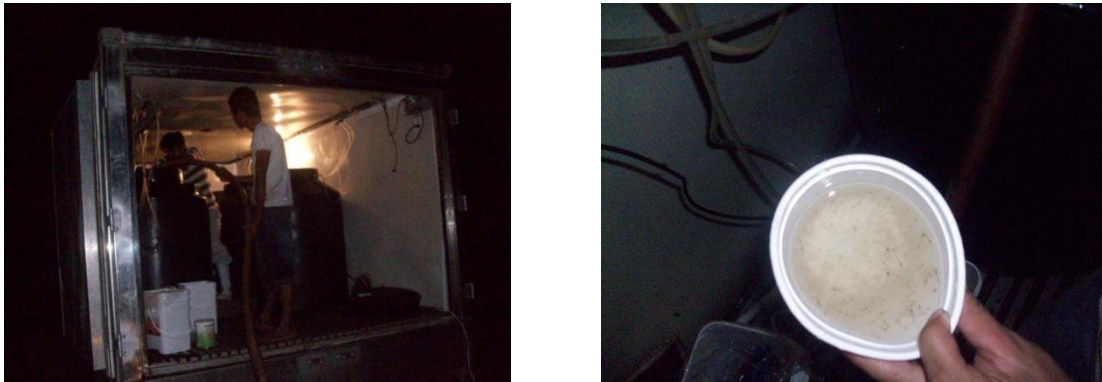


Figura 4. Aclimatación de la larva.

En la realización de los estanques se adecuó una zona que anteriormente se utilizaba para la pre-engorda de larva, con una área de 3,100 m<sup>2</sup>., se desmontó y limpió dejando libre de matorrales; después se rehabilitaron bordos con una altura de 2 m, aproximadamente; y se estructuran tres estanques con 10 m, de ancho y 100 m, de largo, posteriormente se construyó una compuerta por cada estanque para el control de entrada y salida de agua. Cada una con cinco metros, de largo y 60 centímetros de ancho.



Figura 5. Estanque y compuertas de producción.

Cinco días después de la siembra, se aplicaron los tratamientos, los cuales consistieron en: aplicar en el estanque uno el tratamiento de 1.5 litros de ácido fúlvico de leonardita, el estanque dos fungió como testigo y el estanque tres con el tratamiento de tres litros de ácido fúlvico de leonardita; los tratamientos se aplicaron cada semana con un total de 16 aplicaciones, cabe resaltar que el procedimiento de alimentación fue el mismo que se aplica a escala mayor en esta zona acuícola; con el alimento llamado apicamarón que contiene fucoídán que maximiza la respuesta inmunológica de los camarones, minerales quelatados (selenio, cromo, cobre y zinc orgánico) que garantiza la absorción en el organismo del camarón y con fuente de ácidos grasos y Omega tres y seis.



Figura 6. Panorámica de producción y aplicación de tratamientos.

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos en campo.

Tratamientos	Dosis
1	AF 1.5 L
2	TA
3	AF 3.0 L

Las variables medidas fueron: peso del camarón, longitud de cuerpo del camarón, longitud de cabeza del camarón, porcentaje de nitrógeno (micro kjeldahl) y porcentaje de proteína en el camarón y color del mismo (colorímetro Minolta modelo CR 300).



Figura 7. Comparación de tratamientos.

Al suelo se le realizó análisis al inicio y al final de la investigación con una muestra general al inicio de la investigación y con tres muestras al final.

El agua con la cual se llenaron los estanques son procedentes de la combinación de agua de mar y agua de lluvia (estuarinas) para lo cual se le efectuó el análisis al inicio y al final de la investigación determinando algunos elementos como sodio, calcio, hierro etc, con el equipo de absorción atómica.

Las variables mencionadas, se analizaron de acuerdo a los tres tratamientos con 50 repeticiones correspondientes a las variables de peso del camarón y longitud de cuerpo y cabeza del camarón, y los mismos tratamientos pero con 10 repeticiones para porcentaje de nitrógeno, proteína y color del camarón, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a un Diseño Experimental de Bloque al Azar, con arreglo factorial A x B: donde el factor A son los tratamientos y el B, son las dosis. El análisis estadístico consistió en el Análisis de Varianza (ANVA) y la prueba de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ), para lo cual se empleó el paquete para computador MINITAB versión 15 en Español para WINDOWS.

## Determinación de Color

Medición directa, utilizando el colorímetro Minolta modelo CR 300, utilizando el sistema CIE 1976 ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Donde  $L^*$  mide la luminosidad del color, y va de 0 = negro, a 100 = blanco,  $a^*$  se refiere a la gama que va del rojo (valores positivos) al verde (valores negativos), y  $b^*$  se refiere a la gama que va del amarillo (valores positivos) al azul (valores negativos). Valores de  $a^*$  y  $b^*$  cercanos a cero representan tonos grises, mientras que cuanto más alto es su valor absoluto más “saturado” es el color que representan (Pomeranz y Meloan, 1987).

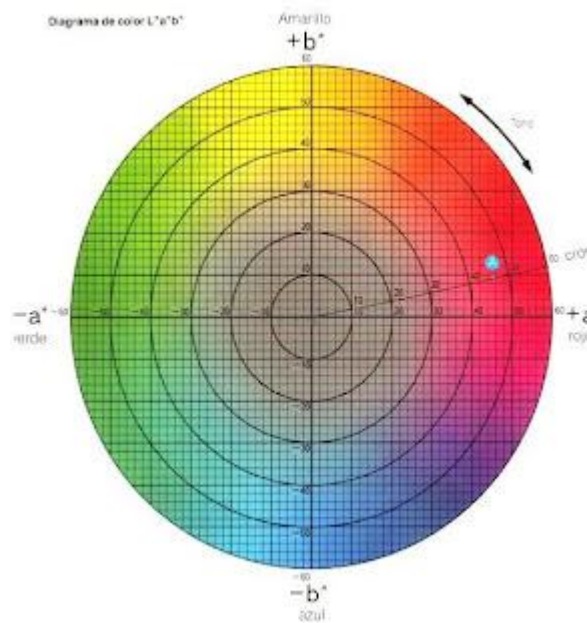


Figura 8. Diagrama del sistema de notación de color  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , cromaticidad (Croma) y ángulo de matiz ( $^{\circ}$ Hue) (MINOLTA, 1993).

## Determinación de Proteínas (Método Micro Kjeldahl)

Determinar la concentración de nitrógeno presente en la muestra para luego ser transformado a través de un factor en proteína.

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en:

- a) Ácido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo, o
- b) Ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico.

## Cálculo y Expresión de Resultados

$$\% N = \frac{(ml H_2 SO)(0.014)(0.026809)}{g muestra} \times 100$$

$$\% P_C = \% N \times 6.25$$

Factores:

6.25 para carne, pescado, huevo, leguminosas y proteínas en general

A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.

FAO Food and Nutrition Paper 14/7 Roma, 1986.



## RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación fueron obtenidos a partir del extracto de saturación del suelo, la conductividad del suelo al inicio del experimento, fue inferior al final del mismo, pero, cuando se agregó la dosis baja de los ácidos fúlvicos el valor de ésta fue similar con respecto a donde no se aplicó el compuesto orgánico y disminuyó con la adición de la dosis alta. El pH fue similar desde el inicio de la experiencia hasta el final; es decir, fue moderadamente alcalina. Los contenidos de calcio al inicio fueron muy bajos, mientras que, con la adición de los tratamientos los valores aumentaron. Las cantidades de magnesio fueron moderadamente altas y las de potasio, bajo. El sodio, al inicio del experimento, se clasifica como moderadamente alto, pero, cuando se aplicó la dosis baja, disminuyó en un 100 por ciento; con respecto al testigo absoluto éste fue superado en 60 por ciento y este porcentaje fue similar al agregar la dosis alta del compuesto orgánico y se clasifican como valores medios del elemento. Los valores presentados de bicarbonato, tanto al inicio como al final del experimento, fueron bajos. Los sulfatos al inicio fueron bajos y al final moderadamente bajos y los valores de cloruros al inicio muy altos y al final solo altos ya que al aumentar la dosis disminuyeron estos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Salinidad y sodicidad de los suelos de los estanques, empleados en la producción de camarón con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

	Conductividad Eléctrica mS/cm	pH	Calcio meq/L	Magnesio meq/L	Sodio meq/L	Potasio meq/L	Carbonatos meq/L	Bicarbonatos meq/L	Sulfatos meq/L	RAS	Cloruros meq/L
Inicio del experimento	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Muestra Gral.	3.31	7.8	3.133	17.032	8.188	2	*	0.648	6.203	2.578	23.27
Clasificación	Mod. salino	Mod. alcalino	Muy bajo	Mod. alto	Mod. alto	Mod. bajo	*	Bajo	Bajo	Medio en Na.	Muy alto
Final del experimento	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AF 1.5	4.22	7.7	8.164	16.074	4.725	1.487	*	0.864	14.531	1.357	15.378
Clasificación	Salino	Mod. alcalino	Muy bajo	Mod. alto	Medio	Bajo	*	Bajo	Mod. bajo	Bajo en Na	Alto
TA	3.21	7.7	12.26	16.78	4.992	1.376	*	0.462	19.29	1.31	15.578
Clasificación	Mod. salino	Mod. alcalino	Muy bajo	Mod. alto	Medio	Bajo	*	Bajo	Mod. bajo	Bajo en Na <sup>+</sup>	Alto
AF 3	2.87	7.6	11.582	16.78	5.098	1.376	*	0.432	20.212	1.353	14.324
Clasificación	Mod. salino	Mod. alcalino	Muy bajo	Mod. alto	Mod. alto	Bajo	*	Bajo	Mod. bajo	Bajo en Na <sup>+</sup>	Alto

El pH del suelo antes de establecer el experimento fue alcalino y al final del mismo moderadamente alcalino, lo cual quiere decir que disminuyó con la adición de los tratamientos hasta en 0.4 unidades. La textura del suelo dominante, fue la arenosa; la densidad aparente fue alta, el contenido de materia orgánica muy bajo y de igual forma los contenidos de carbonatos totales (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características físicas del suelo de los estanques de producción de camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

	Profundidad cm.	pH en 1:2.5 agua	% arena	% limo	% arcilla	% HCC	% HPMP	Da. g/cm <sup>3</sup>	% M.O.	Carbonatos
Inicio del experimento	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Muestra Gral. Clasificación	0-30	8.5 Alcalino	55.7	23.62	20.68	25.05	13.14	1.472	0.05 Muy Bajo	2.17 Pobre
Final del experimento	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AF 1.5 Clasificación	0-30	8.1 Mod. Alcalino	51.44	12.92	35.64	16.95	8.89	1.414	0.003 Muy Bajo	2.26 Pobre
TA Clasificación	0-30	8 MOD. Alcalino	55.44	14.92	29.64	26.4	13.85	1.439	0.001 Muy Bajo	2.03 Pobre
AF 3 Clasificación	0-30	8.1 Mod. Alcalino	45.44	26.92	27.64	26.1	13.7	1.441	0.004 Muy Bajo	2.2 Pobre

La superior cantidad de nitrógeno total que se encontró fue al adicionar 1.5 litros del ácido fúlvico de leonardita por litro de agua, porque superó a los otros tratamientos y a la muestra colectada al inicio de la experiencia entre 30 y 40 por ciento. El potasio fue muy bajo durante todo el experimento. El fósforo (P), el calcio (Ca) y el azufre (S) fluctuaron al inicio del experimento de muy bajos a moderadamente bajos con la adición de los tratamientos. Cuando inició el experimento el valor del magnesio fue moderadamente alto pero con la adición de los tratamientos, las cantidades de este elemento fueron muy altas, ya que superaron al valor inicial hasta en 400 por ciento más. Los microelementos como el zinc (Zn), cobre (Cu) y el manganeso (Mn) fueron muy bajos y el boro (B) moderadamente bajo. El hierro (Fe) al inicio del experimento fue moderadamente alto y su valor aumentó con la adición de la sustancia húmica (Cuadro 5).

Cuadro 5. Contenido de elementos nutrimentales en el suelo de los estanques de producción de camarón, al adicionar ácidos fúlvicos de leonardita.

ELEMENTO	S (mg/Kg <sup>-1</sup> )	P (mg/Kg <sup>-1</sup> )	Ca (mg/Kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg/Kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg/Kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg/Kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg/Kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg/Kg <sup>-1</sup> )	K (mg/Kg <sup>-1</sup> )	B (mg/Kg <sup>-1</sup> )	N (Inorgánico)
Inicio del experimento	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Muestra Gral.	2.85	3.81	565	0.38	0.17	1.22	14.44	455.62	18.2	0.87	8.78
Clasificación	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Mod. alto	Mod. alto	Muy bajo	Mod. bajo	33.01 Kg/Ha de N Disponible
Final del experimento	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AF 1.5	7.53	3.51	811.25	0.72	0.16	1.86	18.96	2,043.75	19.45	0.84	20.49
Clasificación	Mod. bajo	Muy bajo	Mod. bajo	Mod. bajo	Muy bajo	Muy bajo	Mod. alto	Muy alto	Muy bajo	Mod. bajo	77.03 Kg/Ha
TA	7.33	3.33	636.25	0.48	0.14	0.7	19.44	1,534.37	17.8	0.66	11.71
Clasificación	Mod. bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Mod. alto	Muy alto	Muy bajo	Bajo	44.01 Kg/Ha
AF 3	5.82	3.32	688.75	0.46	0.19	1.64	17.36	1,459.37	17.4	0.76	14.63
Clasificación	Bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Mod. alto	Alto	Muy bajo	Bajo	14.02 Kg/Ha

Los resultados expresados en el análisis de agua, se establecen dentro de los rangos aceptables de concentración para el agua de estanques empleados en la producción de camarón (Boyd, 2002). Aquí, se ve reflejado que el sodio, al adicionar 1.5 ml.litro-1 de agua disminuyó en 200 mg/L menos, en comparación con el testigo absoluto y aumentó 10 mg/L en el caso del magnesio (Cuadro 6).

Cuadro 6. Algunos elementos del agua de los estanques, empleados en la producción de camarón con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

	pH	C.E. mS/cm	Sodio (mg/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (mg/L)	Hierro (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Potasio (mg/L)
Inicio del experimento	*	*	*	*	*	*	*	*
Muestra Gral.	6.94	28	4900	200	99.5	0.5	0.2	90
Final del experimento	*	*	*	*	*	*	*	*
AF 1.5 L	6.88	28	4700	200	112.3	0.5	0.1	82
Testigo Absoluto	6.88	28	4900	200	102.2	0.5	0.1	85
AF 3 L	6.91	28	5500	300	103.6	0.6	0.2	88

Con relación al color del camarón se tiene que, la luminosidad (L) y las gamas (a\* ; b\*), del mismo en el camarón fue muy similar; sin embargo sobresale en dos unidades al no adicionar el compuesto fúlvico. El tono superior del color, se presentó al agregar los ácidos fúlvicos a la cantidad de 1.5 por litro de agua y el brillo inferior lo presentó el camarón cuando se agregaron 3 litros de ácidos fúlvicos de Leonardita por litro de agua. El color del camarón con los tres tratamientos, en este experimento, fue de color gris solo que al adicionar 1.5 litros de los ácidos fúlvicos de leonardita el color fue de gris más intenso esto se debe a una mayor cantidad de alimento natural en el estanque (fito y bento plancton), que en comparación con los otros tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Color del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

Tratamiento	L	a	b	Clasificación
AF 1.5 litros	48.36	0.59	3.69	gris
TA	50.83	0.27	3.93	gris
AF 3 litros	49.15	0.06	2.85	gris

De acuerdo con el análisis de varianza del peso del camarón, se tiene que los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (Cuadros 8, Figura 9). De acuerdo con la Figura 10, al agregar 1.5 litros de ácido fúlvico de leonardita, se superó al testigo absoluto en 14 por ciento y con 7 por ciento menos al camarón donde se agregaron tres litros del ácido fúlvico.

Cuadro 8. Análisis de varianza del peso de camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	238.740234	119.370117	16.8047	0.000**
BLOQUES	49	310.835938	6.343591	0.8930	0.665
ERROR	98	696.128906	7.103356		
TOTAL	149	1245.705078			

C.V. = 18.13%

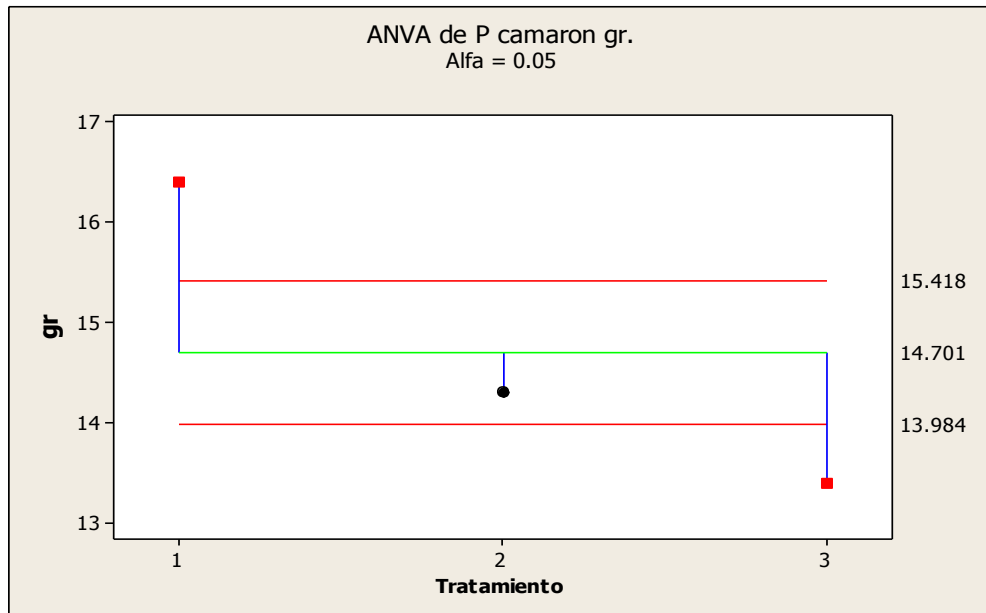


Figura 9. Comparación de medias del peso del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita.

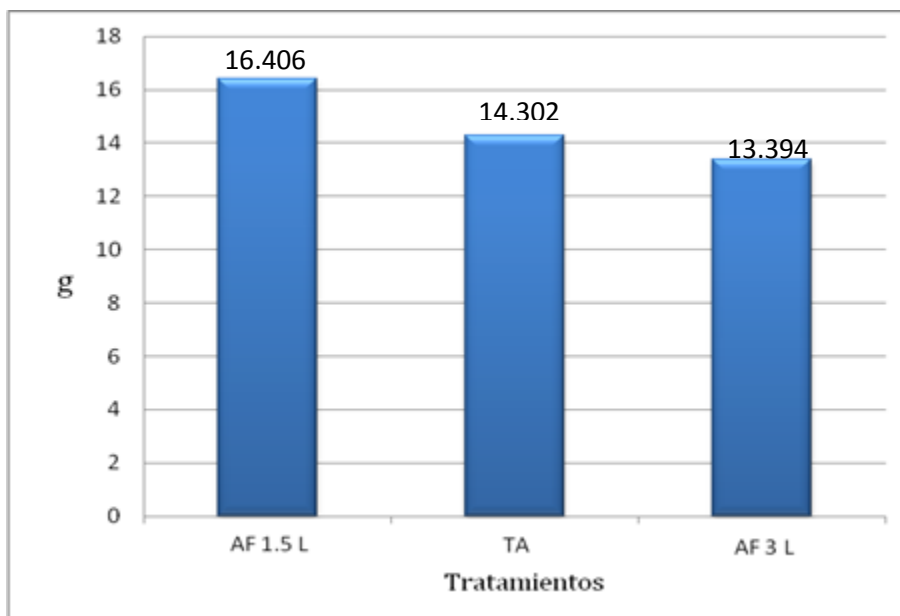


Figura 10. Valores medios del peso del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.



Los tratamientos aplicados, realizaron efecto altamente significativo en la longitud del cuerpo del camarón, como se muestra en los Cuadros 9, así como en la Figura 11. A partir de la Figura 12 el valor medio de esta variable con el testigo absoluto y con la adición de tres litros del ácido fúlvico, retrocedieron el 10 por ciento con relación al tratamiento donde se aplicaron 1.5 litros del compuesto orgánico.

Cuadro 9. Análisis de varianza de la longitud del cuerpo de camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	34.835938	17.417969	29.1312	0.000**
BLOQUES	49	22.419922	0.457549	0.7652	0.849
ERROR	98	58.595703	0.597915		
TOTAL	149	115.851563			

C.V. = 5.67%

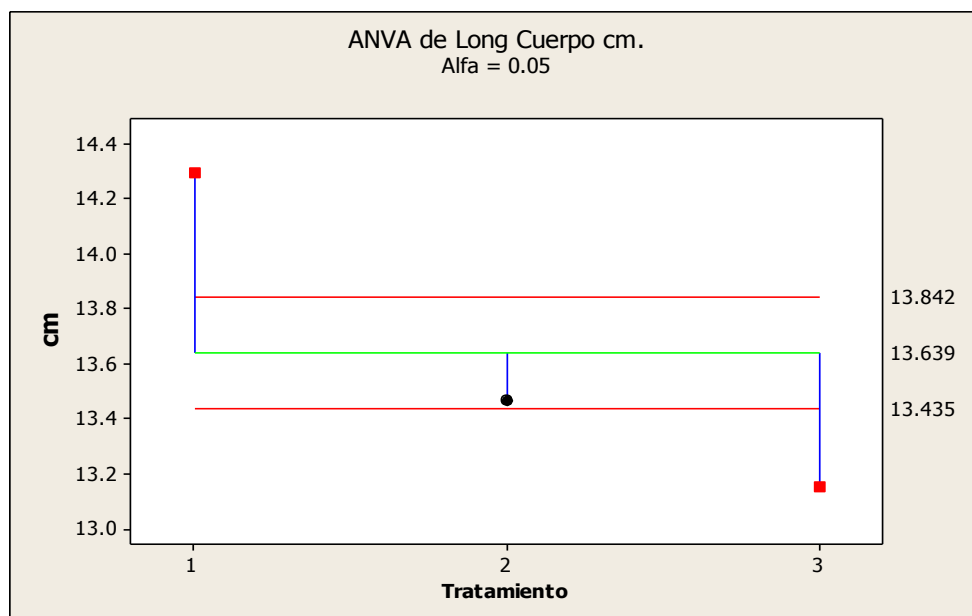


Figura 11. Comparación de medias de la longitud del cuerpo del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita.

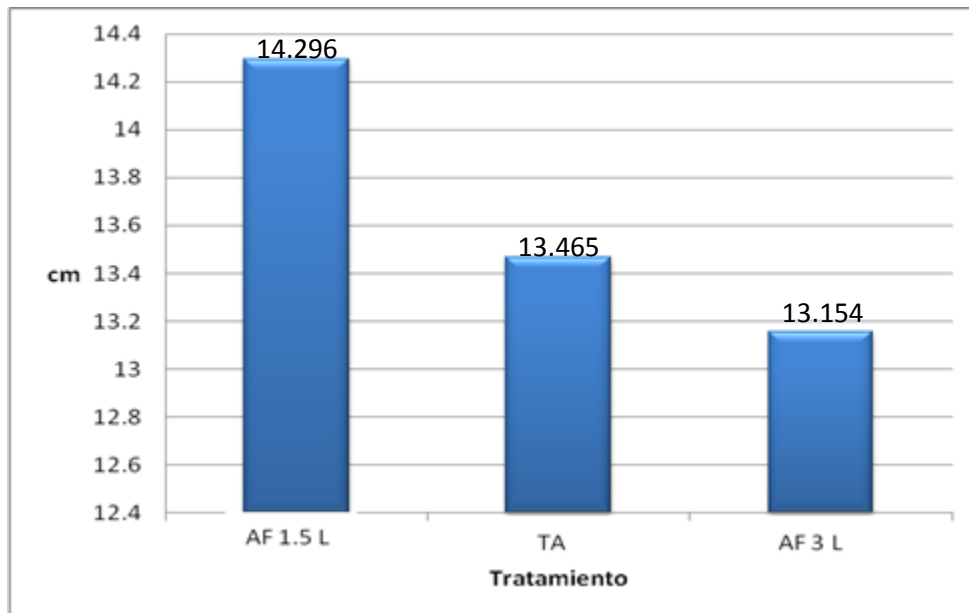


Figura 12. Valores medios de la longitud del cuerpo del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

El análisis de varianza realizado a la variable longitud de la cabeza del camarón, muestra efecto altamente significativo de los tratamientos (Cuadros 10 y Figura 13). Aquí, con base en la Figura 13, no se presentó marcada diferencia entre los valores de esta variable, sin embargo, a partir de ella se puede establecer que con la adición de 1.5 litros de ácidos fúlvicos la longitud de la cabeza del camarón promedió 5.59 cm y cuando se aplicaron tres litros del compuesto orgánico y el testigo absoluto fueron superados en cinco y seis por ciento respectivamente (Figura 14).

Cuadro 10. Análisis de varianza de la longitud de la cabeza de camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	3.050781	1.525391	13.2402	0.000**
BLOQUES	49	5.508789	0.112424	0.9758	0.528
ERROR	98	11.290527	0.115209		
TOTAL	149	19.850098			

C.V. = 6.30%

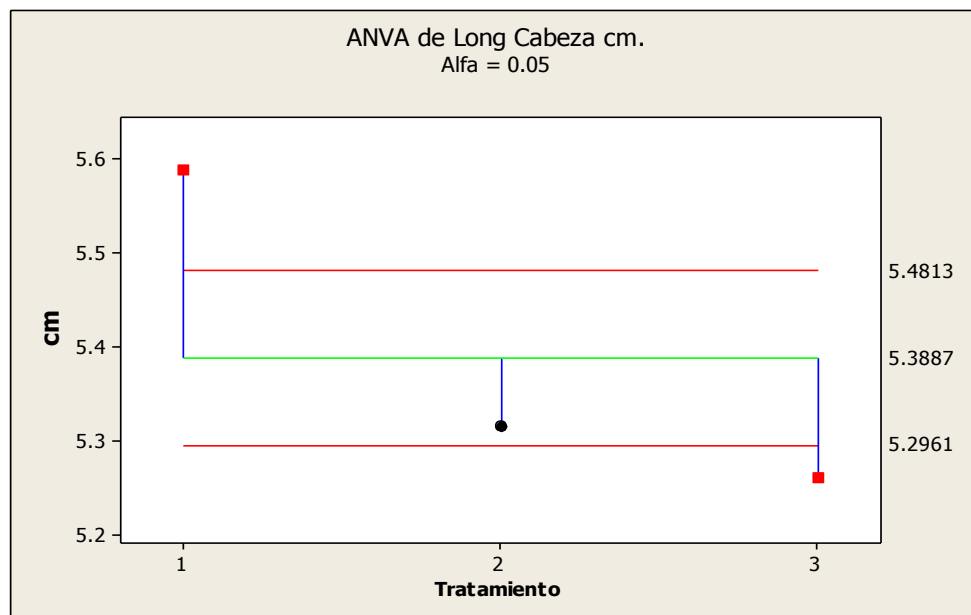


Figura 13. Comparación de medias de la longitud de la cabeza del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita.

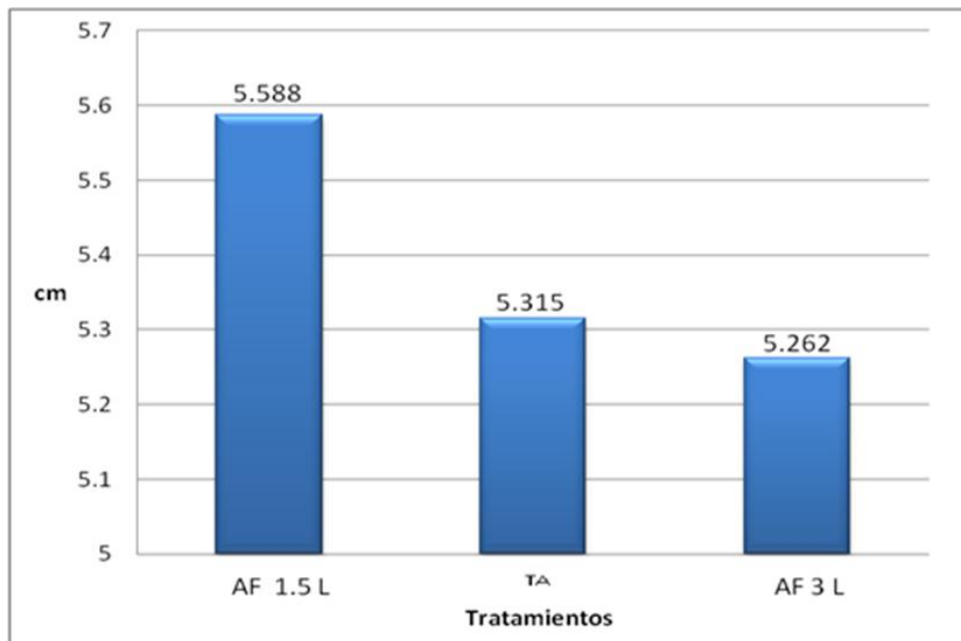


Figura 14. Valores medios de la longitud de la cabeza del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

Con el análisis de varianza del porcentaje del nitrógeno del camarón, se tiene que no hay efecto significativo de los tratamientos (Cuadro 11) pero al comparar las medias (Figura 15) se observa como los valores de esta variable disminuye con la dosis de 1.5 litros y aumenta con la de 3 litros de la sustancia orgánica (Figura 16). A pesar de no existir significancia por efecto de los tratamientos, de manera gráfica se puede establecer que al agregar tres litros del compuesto orgánico se adelantó al testigo absoluto en seis por ciento y al tratamiento donde se aplicaron 1.5 litros del ácido fúlvicos, se atrasó en 6 por ciento (Figura 16). Situación similar se presentó en el contenido de proteínas del camarón (Cuadros 14 y 15 y Figura18).

Cuadro 11. Análisis de varianza del porcentaje de Nitrógeno en camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	4.766113	2.38305	1.8603	0.183NS
BLOQUES	9	12.584473	1.398275	1.0915	0.415NS
ERROR	18	23.058105	1.281006		
TOTAL	29	40.408691			

C.V. = 12.77%

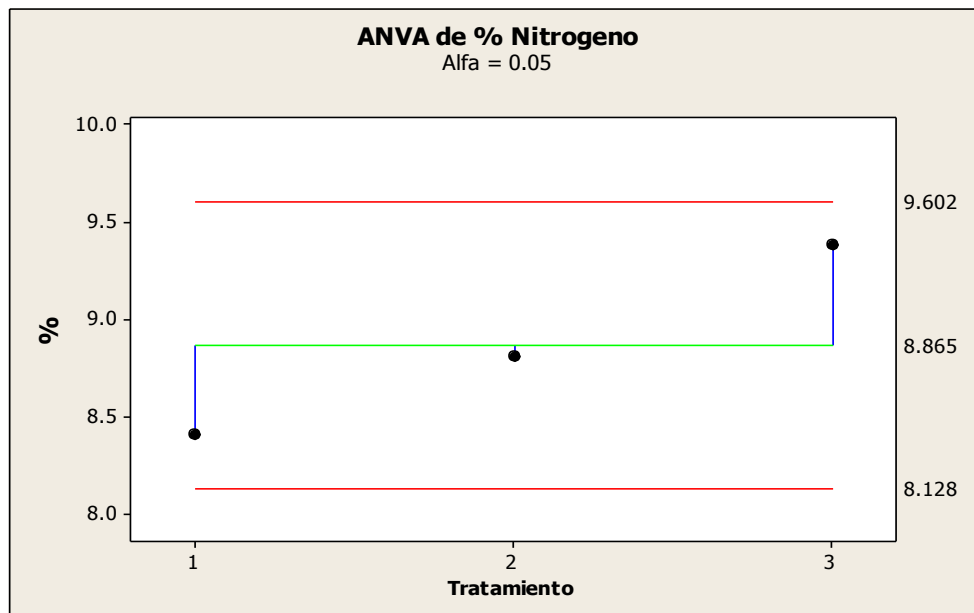


Figura 15. Comparación de medias del porcentaje de Nitrógeno del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita.

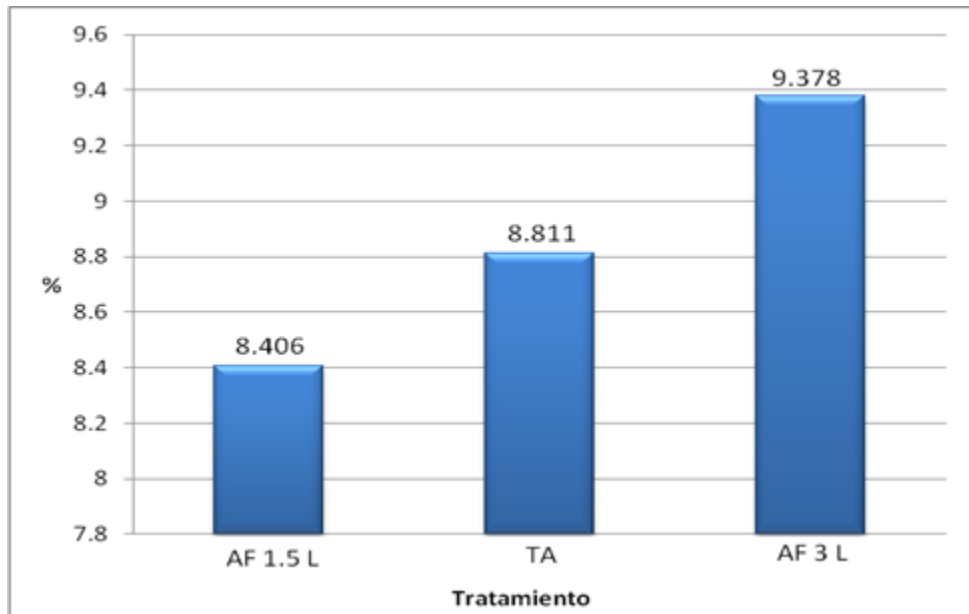


Figura 16. Valores medios del porcentaje de Nitrógeno del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

Cuadro 12. Análisis de varianza del porcentaje de Proteína en camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	187.359375	93.679688	1.8761	0.181NS
BLOQUES	9	492.351563	54.705730	1.0956	0.413NS
ERROR	18	898.812500	49.934029		
TOTAL	29	1578.523438			

C.V. = 12.75%

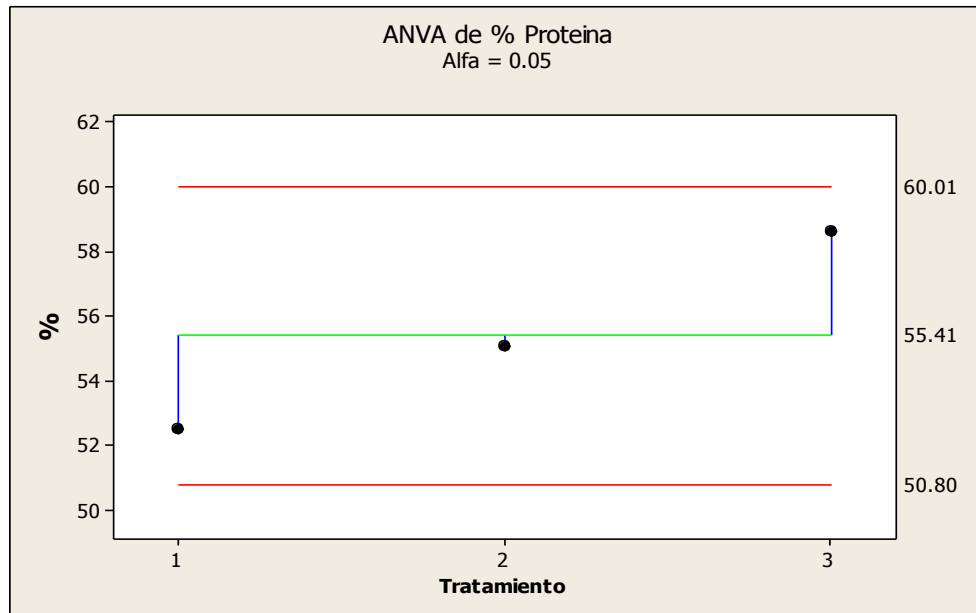


Figura 17. Comparación de medias del porcentaje de Proteína del camarón, con la adición del ácidos fúlvicos de leonardita.

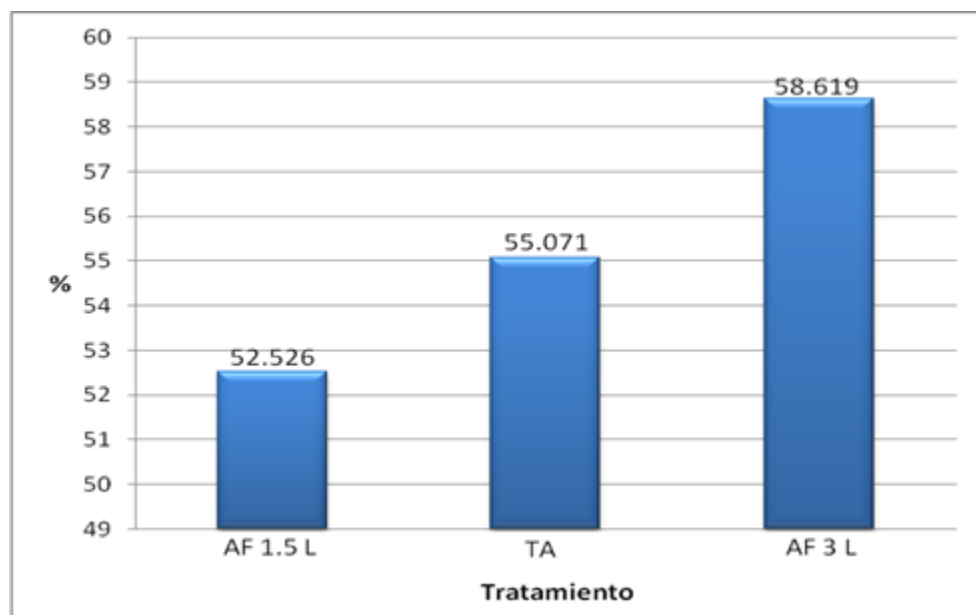


Figura 18. Valores medios del porcentaje de Proteína del camarón, con la adición de ácidos fúlvicos de leonardita.

## DISCUSIÓN

Con relación a las características químicas del suelo de los estanques, se pueden establecer que los ácidos fúlvicos de leonardita, no realizaron efecto significativo, porque en las características medidas no se perciben cambios significativos, solo en el sodio y los cloruros que disminuyeron del inicio del experimento al final del mismo. Similar situación se presentó al medir algunas otras características del suelo como la densidad aparente, el contenido de la materia orgánica y los carbonatos totales.

Respecto a las características que determinan la fertilidad del suelo; es decir los elementos nutrimentales medidos, se tiene que: el nitrógeno total (NT), aumentó considerablemente al adicionar 1.5 litros de ácidos fúlvicos al agua; el fósforo y el potasio fueron muy bajos y no se presentaron cambios en los valores de inicio y final de la experiencia; situación similar se presentó en las cuantías obtenidas de calcio y magnesio. Los valores de los micronutrientes no presentaron cambios significativos, cuando fueron medidos al inicio del experimento y al final de éste, como lo presentaron el cobre el zinc y el manganeso; sin embargo a pesar de que los contenidos de hierro de igual forma, no variaron del inicio al final de la experiencia, fueron moderadamente altos.

En las variables medidas al camarón, se tiene que el color fue gris con la adición de los tratamientos; pero con la aplicación de 1.5 litros de ácidos fúlvicos de leonardita el color fue más oscuro ya que los valores de luminosidad (L) fueron más cercanos a 0 lo cual representa colores más oscuros, (Pomeran y Meloan 1987), esto comparado con los de más tratamientos establecidos.

Al agregar 1.5 litros de ácidos fúlvicos de leonardita, se presentaron los superiores valores del peso del camarón, la longitud del cuerpo y de la cabeza del camarón; mientras que, al aplicar 3 litros de los componentes húmicos, el contenido de nitrógeno y de proteínas fueron los más altos.

Los productores de camarón de granja, por sistema alimenta al crustáceo con productos comercial a base de aminoácidos y micronutrientes quelatados. Aquí, en el presente experimento, gracias a que los ácidos fúlvicos de leonardita adicionados, poseen alta cantidad de grupos funcionales oxidrilos ( $\text{OH}^-$ ) y carboxilos ( $-\text{COOH}^-$ ) (López *et al.* 2006), adsorben gran cantidad de cationes (macro y micro nutrientes), al realizar probablemente el proceso de quelatación y de esta forma el camarón ingerir, tanto al nutrimento como a la sustancia húmica y de esa forma aumentar las características de



calidad medidas en la investigación presente, con relación al testigo; es decir donde no se adicionaron los compuestos orgánicos.

## **CONCLUSIÓN**

Los ácidos fúlvicos de leonardita, realizaron efecto positivo en el peso, longitud total y longitud de la cabeza del camarón; mientras que en el contenido de nitrógeno y proteínas no lo efectuaron. Además, con la dosis baja disminuyeron la cantidad de sodio del agua del estaque.

## LITERATURA CITADA

- Meneses, A., Ernesto, V. y Alvarez M., 1991. Acuicultura de Camaraoem Mocambique. Seminario de Recursos Pesqueiros de Mocambique. Inst. delInvest. Pesque. Depto. Aquacult. Maputo, Moz. pp.41.
- Aiken, G.R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L., MacCarthy, P. 1985. An introduction to humic substances in soil, sediment, and water. pp. 1-9. In Humic substances in soil, sediment, and water: Geochemistry, isolation and characterization. G. R. Aiken et al. (ed.). Wiley-Interscience, NewYork.
- Albuzio, A., Ferrari, G., Nardi, S. 1986. Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. Can. J. Soil Science, 66: 731-736.
- Anderson, R. K., Parker, P. L., Lawrence, A., 1987. A  $^{13}\text{C}$  /  $^{12}\text{C}$  tracer study of the utilization of presented feed by a commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond grow out system. Journal of the World Aquaculture Society 18, 148 - 155.
- Andrade de Pasquier G (1996) Análisis de la pesquería del camarón blanco, *Penaeus schmitti* Burkenroad 1936, en el Lago de Maracaibo, Venezuela. Thesis. Universidad Católica del Norte: Coquimbo, Chile. 105 pp.
- Akinremi, O. O., Janzen, H. H., Lemke, R. L., Larney, F. J. 2000. Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions.Can. J. Soil Sci. 80:437-443.
- Benedetti, A., 1990. Fertilization with NPK and humate-NPK: plant yield and nutrient dynamics. Suelo y Planta. 2:203-214.
- Brock, J. and K.L. Main. 1995. Guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, 242 pp.).
- Boyd, C. E. and D. Gautier. 2000. Effluent composition and water quality standards. Global Aquaculture Advocate 3(5):61-66.

- Boyd, C. E. and C. S. Tucker. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, USA. 700 pp.
- Cesar Molina Poveda, Humberto Villarreal Colmenares, 2008 Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón. La Paz B.C.S. México.
- Cesco, S., Römheld, V., Varanini, Z. and Pinton, R. (2000) Solubilization of iron by a water extractable humic substances fraction, *J. Plant Nutr. SoilSci.* 163, 285-290.
- Chamberlain, G. W. 1989. Rethinking shrimp pond management. *Asia Technical Bulletin MC (8) 15/1/89, Vol 3 AQ 14,89-2.* American Soybean Association Singapore.
- Chen Y. and Aviad T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. pp. 161-186. In *Humic substances in Soil and Crop Sciences: Selected readings.* P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, P. R. Bloom (Eds.).
- Cooper, R. J., Chunhua, L., Fisher, D. S. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Sci.* 38:1639-1644.
- Cuevas, P. A. 2001. Control de clorosis férrica en tomate por fulvato de hierro. Tesis de Maestría. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Dominy, W.G., Tan, R.K.H., Akiyama, D. y Bewley, W.H. 1994. The pelleting process for shrimp feeds, pp.505-509. In: *Feed Manufacturing Technology IV.* R. Mc Ellhiney (Technical Editor). American Feed Industry Association, Inc., Arlington, Virginia.
- Duplessis, G. L., Mackenzie, A. F. 1983 Effects of Leonardite applications on phosphorus availability and corn growth. *Can. J. Soil Sci.* 63: 749-751.
- Elovaara, A. K. 2001. Shrimp farming manual. Practical technology for intensive commercial shrimp production. Florida. 2 Edición Record.
- Evangelou, M. W. H. Hactice, D. Andreas, S. 2004. The Influence of Humic Acids on the Phyto extraction of Cadmium from Soil. *Chemosphere.* 57 207—213.

- Fox, T., Come ford, N., Mc Fee, W., 1990. Influence of humic acid on growth and mineral nutrition in plants. *Soil Sci. Soc. Amer.* 54:1763-1847.
- Galston A. W. Sawhney, R. k. 1990. Polyamines in plant physiology. *Plant Physiol.* Edited by Davies, 94 : 406 – 410.
- García-Badell JJ. 1985. Tecnología de las explotaciones piscícolas. Madrid: mundi-prensa.
- García-Badell JJ 1978. Sistemas modernos en acuicultura. Prefabricación y automatización. Monografías INIA (Spain), no. 21 / Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid (Spain), 1978, 96 p.
- Monografías INIA, 21. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Madrid.
- García, C. 1990. Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia.
- Hernández.A.R. 1991. Mozambique Bioeconomía del Cultivo de Camarón. Informe de misión proyecto MOZ/86/033. F.A.O. pp. 95.
- Lawrence, A. L., Lee, P. G., 1997. Research in the Americas. En: *Crustacean Nutrition*. En: *Crustacean Nutrition: Advances in World Aquaculture*, Vol. 6 (eds. by L.R. D'Abramo, D.E. Conklin & D.M. Akiyama), pp. 566-580. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
- López-Cervantes R., A. Gallegos-del Tejo, E. Peña-Cervantes, A. Reyes-Lopez, R. Castro y J. F.J. Chavez-Gonzales. 2006. Substancias húmicas de origen diverso en algunas propiedades físicas de un suelo franco-arcillo-limoso. *Revista Terra Latinoamericana*. Volumen 24, N°3-Pag.303-309.
- Meléndez, Gloria. 2003. Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Taller de Abonos Orgánicos.
- Olmos, S., Esteban, E., Lucena, J. J. 1998. Micronutrient extraction in calcareous soils treated Melendez, Gloria. 2003. Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Humic substances. *J. Plant Nutrition*, 21 (4): 687-697.

- Orlov, D. S. 1995. Humic Substances of the Soil and General Theory of Humification. A. A. Balkema, Publishers, Old Post, Road, Brookfield, VT. USA.
- Pettit. 2004. Organic matter, Humate, Humic acid, Fulvic acid and Humin: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health. Huma Tech. Inc. Makers of Promax. <http://www.humate.info>.
- Piccolo, A., Nardi, S., Concheri, G. 1992. Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. *Soil Biol. Biochem.* 24, 373-380.
- Ramos, R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- S. Tomar, R. W. Hardy, J. Smith, and R. J. Kuhn. 2006. Catalytic core of alpha virus nonstructural protein, nsP4 possesses a terminal adenylyl transferase activity. *J. Virol.* 80(20): p.9962-9969.
- Schnitzer, M. 1991. Soil Organic Matter-The Next 75 Years. *Soil Science.* 51: 41-58.
- Schnitzer, M. 2000. Life Time Perspective on the Chemistry of Soil Organic Matter. D. L. Sparks (Ed.). *Advances in Agronomy, Academic Press.* 98: 3-58.
- Serna, A. R. M. 2001. Ácido fúlvico en solución nutritiva para mejorar la calidad de plántula y el rendimiento en melón. Tesis de Maestría. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Stevenson, F. 1982. *Humus Chemistry: Genesis, Composition and Reaction.* John Wiley and Sons, New York. 443 p.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus chemistry. Genesis, Composition, reactions.* Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Sladky, Z. 1959. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. *Biol. Plant.* 1, 142-150.
- Varanini, Z., Pinton, R. 1995. Humic substances and plant nutrition. *Prog. Bot.* 56:97-117.

Veranini Z. and Pinton R. 2000. Plant- Soil relationship role of humic substances in iron nutrition. Departamento de las Ciencias Agrarias e Ambientales. University of Udine, Italy.

Visser, S. A. 1985. Physiological action of humic substances on microbial cells. Soil Biol. Biochem. 17:457-462.

Young, C. C., Chen, L. F. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedlings. Plant and Soil. 198:143-149.

### **Consulta Electrónica**

[http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_mexico/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_mexico/es)

<http://www.jmarcano.com/nociones/quees.html>

<http://www.cibnor.mx/es/investigacion/acuicultura>.

<http://cultivodecamaron.blogspot.mx/2010/10/importancia-del-camaron.html>.

<http://es.scribd.com/doc/51120517/Taxonomia-del-langostino>

[http://www.fmz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/apuntes\\_zoo/unidad\\_9\\_zootecniaacuicola.pdf](http://www.fmz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_9_zootecniaacuicola.pdf)

[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus\\_vannamei/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Litopenaeus_vannamei/es)