

VI.- DISCUSION.

VI.1-Parámetros ambientales.

En el Manual de Operaciones de Super Shrimp (1997), se sugieren los siguientes valores para las variables de un cultivo de camarón antes mencionadas; para la temperatura un rango de 24-30°C, el oxígeno disuelto se recomienda a una concentración de 3 a 12 mg/l, para pH se recomienda mantener valores de 8.1 a 9.0 unidades y para la transparencia de 30 a 50 cm. Estas variables se le pueden dar a un sistema siempre y cuando el proyecto este bien planeado desde el inicio. Esto implica la correcta ubicación geográfica del proyecto, acorde al Ordenamiento Costero de la región, dentro de un Plan de Manejo. De esta manera se podrán formular proyectos acuícolas con mucha probabilidad de ser viables dentro de un contexto integral. Tomando en cuenta todo esto no será tan difícil darle al camarón las condiciones ideales para el cultivo, tomando en cuenta que es una actividad que se encuentra expuesta a las condiciones medio-ambientales. Todos los valores encontrados en este estudio están dentro de las recomendaciones anteriores, solo la transparencia reportada en este estudio rebasa lo recomendado. En este estudio se hace importante mencionar las recomendaciones del Manual de Operaciones de Super Shrimp (1997) por que fue la empresa que proporcionó la larva para el cultivo.

En este estudio el comportamiento quincenal de la temperatura fue debido a que el cultivo se realizó durante un ciclo de verano a otoño, por lo tanto ahí se observó un comportamiento de tipo estacional. Sin embargo en el sexto muestreo se observó un aumento en la temperatura debido a un evento El Niño que afectó el Golfo de California durante 1997-98 con anomalías en la temperatura Torres-Jiménez (2000) y Alatorre-Mendieta *et al* (2000) que también encontraron anomalías de temperatura por el efecto ENSO 97-98 (El Niño South Oscillation). Posteriormente en el séptimo muestreo hubo un descenso de temperatura que no logra alcanzar el valor registrado en el quinto muestreo. La tendencia del oxígeno al observar su comportamiento quincenal fue aumentar su concentración a partir del tercer muestreo con una caída en el sexto muestreo, ese descenso pudo deberse al aumento de temperatura, lo que a su vez indujo a un aumento de la biomasa fitoplanctónica y que afectó a su vez a nitratos y ortofosfatos.

Los valores registrados en este estudio son comparables con lo anteriormente registrado por otros autores. En un estudio realizado por Guerrero-Galván *et al* (1998) en Mazatlán, Sinaloa, reportaron para temporada de sequía (invierno) temperaturas de 25.3, 24.7 y 25⁰C, valores que son parecidos a los del presente estudio. Para la época de lluvia en verano registraron 27.1, 28.9 y 27.8⁰C, estos valores son mayores que los del presente estudio. Estos autores también reportaron valores de oxígeno de 3.0, 2.1 y 2.5 mg/l en época de sequía. Las concentraciones de oxígeno en nuestros estanques 5 y 6 fueron mayores a las anteriormente reportadas, que pudo ser causado al manejo dado por los técnicos de la estanquería. Guerrero-Galván *et al* (1998) también reportaron valores de pH similares al presente estudio y valores de salinidad elevados (42-48‰) en la época de sequía y menores durante las lluvias (23-27‰). Barraza-Guardado (1996) reportó en estanques de la Unidad Experimental Kino valores de 22.0 a 31.15⁰C. Para al oxígeno disuelto encontró valores de 2.30 a 10.23 mg/l, valores de pH de 7.88 a 9.0 unidades; salinidades de 42.5 a 50.0‰ y las lecturas de transparencia de 29 a 100 cm, esto tomando en cuenta que trabajó con estanques fertilizados y sin fertilizar, lo que afectó el grado de transparencia de los estanques. Cabe comentar que en este estudio no se fertilizaron los estanques, solo se aplicó SiO₂ al inicio y a la mitad, por lo tanto las variaciones de las lecturas de transparencia encontradas se pueden deber a características fisico-químicas del sistema y el manejo dado por los técnicos, como es la estrategia al aplicar sus recambios de agua. En el estudio de Barraza-Guardado (1996) los valores de variación térmica son similares que los reportados aquí, la variación del pH es mayor, pero no esta lejana de los valores encontrados en este estudio que además es importante señalar que aun con diferencias temporales en los interiores, el ámbito de variación del pH esta dentro de un rango aceptable para el cultivo de engorda de camarón. Los valores de salinidad encontrados por el autor antes mencionado son mayores que los notificados aquí, razón que puede deberse al hecho de que el estero Santa Cruz (fuente de agua para el cultivo) es poco dinámico, además se encuentra biogeográficamente ubicado en una zona donde las lluvias son casi nulas y no existe un aporte de agua dulce.

Un ejemplo del comportamiento del marco ambiental de la laguna costera La Cruz, es el estudio realizado por Castro-Longoria y Grijalva Chon (1991) quienes encontraron una clara tendencia estacional de temperatura con valores entre de 16.0 y 32.0⁰C. El

comportamiento de la salinidad fluctuó entre 35 y 40‰. Estos parámetros nos permiten apreciar algo de la dinámica de la laguna que fue la fuente de agua del estudio realizado por Barraza-Guardado (1996).

En general los resultados de este estudio están comprendidos dentro de rangos normales y aceptables. Se puede decir de manera general que el comportamiento de los parámetros del marco ambiental se encontraron dentro de un rango aceptable, las variaciones que puedan observarse se deben como ya se ha dicho a efectos del año Niño, a la dinámica por el manejo que se le da a los estanques en los cuales se acciona el fitoplancton, los nutrientes y estos elementos a su vez traen consigo consecuencias en la mecánica de la ecología de los estanques. Las figuras que muestran la variación temporal de ambos estanques mostraron inconsistencia en cuanto a la significancia para algunos de los parámetros. Esto hace evidente lo dinámico que puede ser el flujo del agua en los estanques. Aun cuando los valores de la salinidad fueron altos, la producción registró buenos niveles de supervivencia, con factores de conversión alimenticio aceptables (Higuera-Paredes com. Pers¹).

VI.2 Nutrientes.

Las concentraciones bajas de los nutrientes, como en los nitratos, pueden deberse al hecho de que los estanques previo a su siembra y durante el ciclo de cultivo, no fueron fertilizados con urea, ni superfosfato, para generar un aumento en la concentración de nitrógeno y fósforo inorgánico. Solamente fueron fertilizados previo a la siembra y a la mitad del cultivo con silicatos, razón por la cual se observa el comportamiento representado en la figura 12, donde se aprecia un descenso desde el inicio y un aumento leve en el cuarto muestreo debido a la siguiente fertilización. En lo referente al suministro de NO_3 y PO_4 , el agua proveniente de la zona costera fue el principal aporte de estas formas químicas. Los nutrientes originados por la resuspensión de materiales en el sedimento, fueron asimilados por la biomasa fitoplanctónica como se verá más adelante con relación a las clorofilas.

Los valores de nitratos encontrados aquí son bajos con respecto a los rangos recomendados por Clifford (1994) de 0.4-0.8 mg/l para estanques de engorda. Un aspecto que puede explicar la baja concentración de los nitratos es que quizá el nitrógeno se encontraba en otra de sus for-

1. Higuera-Paredes, R. 1999. Parque Acuicola "La Atanasia". Cd. Obregon, Sonora, México.

mas. El seston acumula materia orgánica particulada y el nitrógeno se puede encontrar en otra de sus formas como NH_3 ó NO_2 . Sin embargo en este estudio no se midieron esas otras formas del nitrógeno por razones que ya se han comentado en la introducción. Cabe hacer el comentario que otros autores han encontrado valores mucho mayores de NO_3 en sistemas acuícolas de Sonora como Arreola-Lizárraga (1996), quien encontró valores de hasta 79.303 mg/l. Otros investigadores han encontrado valores más altos y más bajos (extremos) a los reportados aquí como lo son Guerrero-Galván *et al* (1998), Barraza-Guardado (1996), Martínez-Cordova *et al* (1995) y Villa e Ibarra (1992) aunque también influye el hecho de que son otros ecosistemas y con un manejo técnico con algunas diferencias. La carga excesiva de fertilizantes puede causar un exceso de productividad primaria y un subsecuente derroche de alimentos balanceados. Sin embargo, también se han obtenido buenos rendimientos de camarón con valores más bajos que los reportados en este estudio (Teichert, 1994). En cuanto al silicio el manual de operaciones de Super Shrimp (1997), recomienda valores de 10.0-40.0 mg/l. En este estudio los valores encontrados son mucho menores, aunque estos valores con respecto a los valores de los nitratos y ortofosfatos, son más altos. Esto puede deberse a que los estanques fueron fertilizados inicialmente y en la mitad del ciclo con silicatos.

Para tener una idea de como se comportan el NO_3 y PO_4 en un cuerpo costero de la región Castro-Longoria y Grijalva-Chon (1991) reportaron para la laguna costera La Cruz, Sonora, concentraciones mensuales de nitratos entre 0.026-0.24 mg/l, mientras que los fosfatos registraron valores de 0.0340-0.20 mg/l, valores menores que los que se reportan en este estudio.

Se puede observar en las figuras correspondientes a la temporalidad, donde se encuentran las diferencias temporales, lo cual nos puede sugerir una mayor dispersión de los elementos en las estaciones donde se presentaron las diferencias.

VI.3 Productividad Primaria.

Los resultados permiten ver que la Productividad Primaria aparentemente se ve afectada por los efectos causados por el evento Niño, esa variabilidad en el comportamiento de la Productividad Bruta puede estar influida por efectos del evento ya antes mencionado. Si se observa la Fig.16, el comportamiento de la PB una vez que se normaliza por unidad de

clorofila a , se aprecia el comportamiento de esta productividad en función de otras variables. Se puede apreciar una variabilidad que pudo haber sido causada por otros factores que se discuten más adelante. La biomasa fitoplanctónica, expresado como la concentración de clorofila a , no significa necesariamente una relación directa con la PB. Una mayor ó menor PB no depende del número de células, existen otros factores como la especiación del fitoplancton y sus capacidades para efectuar la fotosíntesis y la respiración (Valdez-Holguín com-pers²).

El comportamiento de la fotosíntesis bruta en ambos estanques inicia con concentraciones similares, alrededor de los 200 mg C/mg Cla/h. Retomando la variabilidad que se encontró en la productividad bruta, se puede observar que el E-6 se mantiene con una concentración similar hasta el tercer muestreo, el E-5 en este muestreo tiene un descenso y durante el cuarto muestreo se registra en ambos muestreos un incremento en la fotosíntesis bruta. Durante estos días se registró la presencia de lluvias lo cual puede ser la causa de este aumento en la fotosíntesis bruta, por el arrastre de nutrientes de los terrigenos de los bordos de la estanquería hacia el interior de los estanques. Otra causa puede ser que al tomar la muestra, se halla incluido demasiada materia orgánica en las botellas correspondientes al estanque 6, por lo menos en el muestreo número 4, y que dicha materia orgánica entrara en proceso de oxidación, situación que pudo haber alterado la lectura. Los resultados obtenidos en este estudio de Productividad primaria, coinciden con los reportados por Martínez-Cordova *et al* (1998), aunque existe otro estudio de Martínez-Cordova *et al* (1995), donde encontraron valores menores de productividad primaria a que los del presente estudio. Los descensos y aumentos que se observaron en los dos estanques estudiados, pueden atribuirse a la presencia de nutrientes que no se midieron durante este estudio, como NH_3 ó NO_2 , nutrientes que tienen una interacción en la columna de agua, el sedimento y con la atmósfera. Otros factores que pudieron haber influido en esos aumentos y descensos son el material húmico, proveniente del alimento balanceado que puede aumentar la presencia de nitrógeno y fósforo.

Otro factor que no se puede descartar es el hecho de que al incubar las muestras, estas muestras hayan presentado materia orgánica que se oxidó. Esto pudo ser más evidente en el E-6 y se observa en los muestreos 4 y 6 que el error y la desviación estándar son amplios lo que

2.- Valdez-Holguín, E. 1999. DICTUS Apdo. Postal 1819, Hermosillo, Sonora, México.

aumentó la incertidumbre. Los estanques en si son dinámicos ya que en sus interiores se encontraron la mayoría de las diferencias significativas de la variabilidad estacional de la productividad primaria y la biomasa fitoplanctónica. El comportamiento de las clorofilas es normal desde el punto de vista que fueron de menor concentración en las entradas a mayor concentración en los interiores y las salidas, esto es por la razón del incremento de biomasa en los estanques que se da en los interiores y en las salidas, por la razón de que el agua que ingresa al estanque lleva más fuerza en su flujo al ingreso que la que se dispersa en el interior del estanque donde al no llevar un flujo más fuerte, se sedimenta más seston se favorece una mayor concentración de productividad primaria y de biomasa fitoplanctónica. Además, dado que el estanque tiene una tasa de intercambio de agua del 15% diario, la comunidad fitoplanctónica tiene el tiempo suficiente para incrementar su biomasa, ya que la tasa de renovación del fitoplancton se da en un lapso de 30 horas aproximadamente (Valdez-Holguín com-pers³). En las salidas sucede algo parecido que en el interior, pero con la diferencia que ahí se encuentra la descarga de salida, en la cual hay un flujo hacia el exterior el cual también provoca un acumulamiento de seston, productividad primaria y biomasa fitoplanctónica en esta zona de salida.

Otro factor importante es el oleaje causado por el viento, el cual puede causar una resuspensión de la materia orgánica y que puede acumularse en determinados puntos del estanque como el interior ó en las salidas.

Es importante comentar que con respecto a las clorofilas *b*, *c* y pigmentos carotenoides prácticamente no existe bibliografía que las refiera para realizar una discusión, ya que para medir la biomasa fitoplanctónica solo es suficiente la clorofila *a*. Sin embargo en este estudio se reportan como una contribución a futuros estudios en los que haya interés en conocer las concentraciones de estos pigmentos. Ontiveros-Moroyoqui (1996), en un estudio realizado en

la Unidad Experimental Kino del D.I.C.T.U.S., encontró los siguientes valores de clorofilas, *a*, *b*, *c* y pigmentos carotenoides: de 0.191-7.569, 0.0105-1.430, 0.047-1.906 y 0.098-3.722 mg/m³, respectivamente. En general, las concentraciones reportadas por este autor se encuentran en puntos extremos comparadas con los resultados de este estudio; las concentraciones mínimas reportadas por este autor son menores que los valores de clorofilas

3.- Valdez-Holguín, E. 1999. DICTUS Apdo. Postal 1819, Hermosillo, Sonora, México

encontrados en este estudio y las lecturas máximas de este autor son mayores que las máximas concentraciones reportadas en esta investigación. Esta situación puede deberse al hecho de que los estanques de Bahía de Kino, se operaron con un sistema de fertilización periódico a diferencia de este estudio. Clifford (1994) sugiere que en estanques de engorda de camarón los niveles de clorofila *a* deben de estar entre 50-75 mg/m³. Estos son niveles muy altos, comparados con los del presente estudio y otros autores, que además reportan buena supervivencia con un buen rendimiento en biomasa de camarón. Otros autores que reportan concentraciones un poco más altas que en este estudio son Paez-Osuna *et al* (1995), Casillas-Hernández e Ibarra-Gámez (1993), Barraza-Guardado (1996) y Teichert (1994), obteniendo buenos resultados en su producción. Al considerar que en el presente estudio con una biomasa fitoplanctónica menor se obtuvieron buenos resultados, podríamos decir que los programas de fertilización y alimentación deberían de ser más cautelosos.

Es probable que la causa de las diferencias en biomasa fitoplanctónica y concentración de materiales entre los estanques se deban en gran parte al manejo que le dieron los técnicos encargados, el estanque 5 presentó un 34% más de consumo de alimento total que el estanque 6, de la misma forma presentó un 35% más en su producción (Higuera-Paredes com. Pers⁴).

4. Higuera-Paredes, R. 1999. Parque Acuícola "La Atanasia". Cd. Obregon, Sonora, México.