

Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo

De México

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor de la publicación

Simulación bio-económica para la competitividad de las granjas camaroneras de México

La Paz, B.C.S, a 19 de julio de 2009



Odilón Valdenebro-Ruiz
Instituto Tecnológico de Sonora



El modelo es parte de la tesis Doctoral (CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida) del autor

Problemática

El cultivo de camarón es una de las actividades económicas de mayor tasa de crecimiento en el orbe, representando para México una importante fuente de divisas y generación de empleos. La competencia entre los países productores de camarón, los rápidos avances tecnológicos y el incremento de la demanda sugieren que la industria mundial y particularmente en México, necesitan tomar las medidas adecuadas para mantener su viabilidad y ser hábiles para competir exitosamente. El uso de la tecnología de la información (TI), se ha convertido en un factor decisivo para mejorar la productividad y la competitividad en las empresas de producción de camarón de cultivo. Estas empresas registran un bajo nivel de adopción de aplicaciones de cómputo y en consecuencia, una brecha digital con sus homólogas de los países con los cuales se compite en el mercado internacional. Los recientes avances en la TI han tenido un profundo impacto en todas las empresas modernas y la acuicultura se ve como uno de los campos con mayor potencial para su aplicación.

TI se refiere a la manipulación y procesamiento de la información mediante la tecnología de la computación, la microelectrónica y las telecomunicaciones.

La camaronicultura mexicana incrementa constantemente la complejidad de sus sistemas, al incorporar nuevas tecnologías de producción. El proceso de toma de decisiones es adicionalmente complicado, dada la naturaleza dinámica y estocástica de los ambientes biológicos, físicos y económicos, de allí que se enfatice la necesidad de adaptar tecnologías de información avanzada como: la instrumentación y control, el manejo computarizado de datos y los sistemas de soporte de toma de decisiones para la optimización de los sistemas acuícolas. Una empresa camaronera comprende un sistema complejo de procesos interconectados. La planeación operativa y control de estos procesos requiere de una adecuada toma de decisiones basada en el análisis minucioso de grandes cantidades de datos. Dado el alto riesgo inherente en la toma de malas decisiones, la calidad de los datos y su oportunidad son de primordial importancia para los administradores y técnicos acuícolas.

La modelación por computadora es una forma económica y disponible de manipular y generar grandes volúmenes de información. Así mismo, pueden representar un sistema acuícola que no existe (hipotético) o que no puede ser manipulado fácilmente. La modelación bio-económica integra, mediante la aplicación de métodos matemáticos, los factores biológicos, técnicos, de manejo y económicos de un sistema de cultivo. La modelación ha sido fundamental en el diseño y manejo de granjas de producción acuícola, permitiendo incorporar tecnología encaminada a optimizar los procesos de producción.

Por otro lado, la simulación es una metodología que facilita la toma de decisiones. Su proceso requiere de la modelación del sistema que se pretende optimizar. Es una de las técnicas cuantitativas de más uso que se emplean para resolver problemas de manejo de sistemas complejos. La simulación por computadora en la acuicultura puede ayudar a entender como la biomasa en cultivo responde a las decisiones de manejo y factores ambientales. Los modelos de simulación bio-económica permiten examinar el comportamiento dinámico de los costos e ingresos de las empresas, favoreciendo a los administradores elegir escenarios de producción que maximicen la rentabilidad del sistema. Los modelos de simulación más comunes aplicados en los negocios se corren en hojas electrónicas desplegadas como Microsoft Excel®.

Para abordar la problemática anteriormente planteada, se generó un modelo de simulación orientado a incrementar la competitividad de las granjas camaroneras semi-intensivas del país, permitiendo el análisis bio-económico de diferentes alternativas tecnológicas de producción.

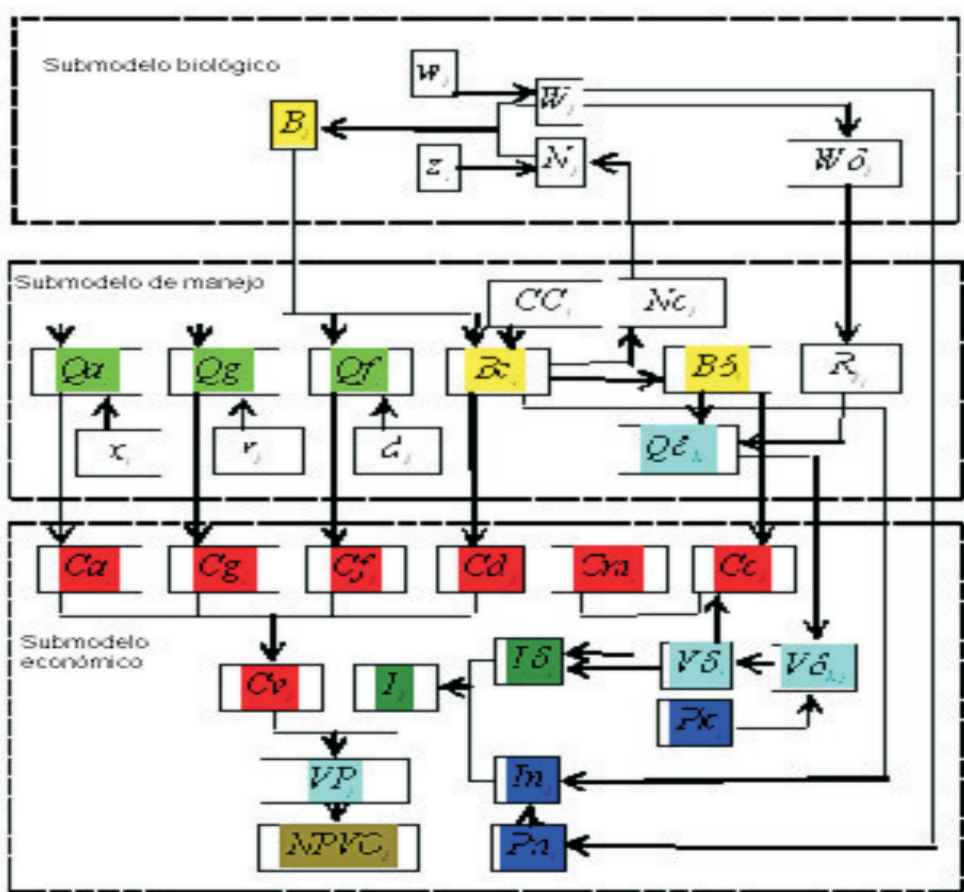


Figura 1. Modelo conceptual del sistema de cultivo semi-intensivo de camarón blanco con cosechas parciales: W : peso promedio, z : tasa de mortalidad, N : número de organismos, B : biomasa en cultivo, $W\delta$: peso sin cabeza, CC : capacidad de carga, B_c : biomasa cosechada, $B\delta$: biomasa procesada, N_c : número de organismos cosechados, x : tasa de alimentación, Q_a : alimento balanceado, Q_g : agua de bombeo, d : tasa de fertilización, Q_f : fertilizante inorgánico, Q_δ : camarón procesado por talla comercial (TC), V_δ : venta de camarón por TC, $V_\delta t$: venta total de camarón por TC, I : ingreso por venta de camarón, C_a : costo de alimentación, C_g : costo de suministro de agua, C_f : costo de fertilización, C_d : costo de cosecha, C_m : costo de procesamiento, C_c : costo de comercialización, C_v : costos variables, VP : valor presente y $VPNO$: valor presente neto operativo el subíndice i indica el tiempo discreto).

Usuarios

El cultivo de camarón se realiza en más de 400 granjas semi-intensivas constituidas en pequeñas y medianas empresas (PYMES), tanto del sector social, como del privado. El modelo de simulación puede ser utilizado por el personal técnico y administrativo de las granjas camaroneras. Solo un reducido grupo de empresas dedicadas a la producción de camarón de cultivo cuentan con herramientas de análisis rudimentarias para la toma de decisiones. Las empresas conexas de la actividad, instituciones educativas y de investigación, así como instituciones financieras y dependencias gubernamentales del país, son usuarios potenciales del modelo de simulación desarrollado.

Proyecto

Las principales características del modelo bio-económico de simulación son que:

1. Incluye las variables más importantes del sistema de producción semi-intensivo agrupadas en tres sub-modelos: el biológico, el de manejo y el económico (Fig. 1). Utiliza la semana como unidad de tiempo discreto, la hectárea como unidad de área y el dólar como unidad monetaria.
2. Corre en una hoja electrónica (Microsoft Excel®), es flexible a cualquier tamaño de granja y a cualquier duración del ciclo de cultivo. Así mismo, se puede expandir incorporando nuevas variables y parámetros.
3. Incorpora las posibles cosechas parciales como parte del proceso de producción y la capacidad de carga como variable del sistema.
4. Analiza los principales costos variables de operación (siembra, alimentación, recambio de agua, fertilización, cosecha, procesamiento y comercialización) y calcula los ingresos derivados de la venta de camarón producido tanto en el mercado nacional como en el extranjero por tallas comerciales, considerando el valor del dinero a través del tiempo.
5. Permite analizar gráficamente el comportamiento de una o más de las variables incluidas en el modelo conceptual (ver Fig. 1).
6. Genera información realista al utilizar información empírica para parametrizar las formas funcionales de las principales variables biológicas y de manejo.
7. Genera la información utilizada rutinariamente en los sistemas de producción comercial, mediante la estimación de variables auxiliares (Tabla 1).
8. Utiliza la información del propio sistema en particular que se quiere analizar para establecer los parámetros o supuestos.

Tabla 1. Variables auxiliares del modelo bio-económico

Variable	Descripción	Unidades
CP_t	No. cosechas parciales totales	
B_{part}	Biomasa de cosecha parcial total	Kg/ha
B_f	Biomasa final	Kg/ha
B_{ct}	Biomasa cosechada total	Kg/ha
B_{mnt}	Biomasa a mercado nacional total	Kg/ha
B_{mt}	Biomasa maquilada total	Kg/ha
W_f	Peso final	g
Sa_f	Sobrevivencia final	%
FCA_f	Factor de conversión alimenticia final	
Q_{at}	Alimento balanceado total	kg/ha
Q_{gt}	Agua bombeada total	milm ³ /ha
Q_{ft}	Fertilizante total	kg/ha
Q_{kt}	Camarón total por tallas comercial	lb/ha
Q_{cpt}	Camarón procesado total	lb/ha
C_{st}	Costo de siembra	lb/ha
C_{at}	Costo de alimentación total	dl/ha
C_{gt}	Costo de agua total	dl/ha
C_{ft}	Costo de fertilización total	dl/ha
C_{dt}	Costo de cosecha total	dl/ha
C_{vt}	Costos variables totales	dl/ha
C_{mt}	Costo de procesamiento total	dl/ha
C_{ct}	Costo de comercialización total	dl/ha
C_t	Costos totales	dl/ha
V_{kt}	Venta total por talla comercial	dl/ha
V_{cpt}	Venta camarón procesado total	dl/ha
I_{cpt}	Ingresos por camarón procesado total	dl/ha
I_{nt}	Ingresos por mercado nacional total	dl/ha
I_t	Ingresos totales	dl/ha
$VPNO_f$	Valor presente neto operativo final	dl/ha

k- incluye las tallas comerciales: 51-60, 41-50, 36-40, 31-35, 26-30, 21-25, y 16-20

El modelo ha sido ya utilizado exitosamente (incluso ha generado artículos para revistas científicas internacionales) para analizar el efecto de las densidades de siembra y las cosechas parciales en una granja hipotética del Norte de Sonora y actualmente se está utilizando en un proyecto desarrollado por el Instituto Tecnológico de Sonora con la colaboración de la Sociedad de Productores SIRM (Integradora Acuícola) y la empresa Malta Texo de México S.A. de C.V., enfocado a la optimización de las cosechas parciales en dos granjas comerciales del Sur de Sonora. La siguiente fase de este proyecto es gestionar ante las autoridades pertinentes la patente del modelo y desarrollar un programa de computadora (software) en plataforma Windows, con presentación de resultados en Microsoft Excel® (el cual incluirá el presente modelo de simulación bio-económica) para lo cual se gestionan actualmente los recursos económicos requeridos.

Impacto socioeconómico

Una vez desarrollado un software de simulación, el uso del modelo facilitará la implementación de alternativas tecnológicas que la darán competitividad y sustentabilidad a una actividad que genera actualmente más de 100,000 toneladas de camarón en un área mayor de 65,000 ha, garantizando la continuidad de una actividad que genera miles de empleos directos e indirectos principalmente en estados del Noroeste de México como Sonora, Sinaloa y Nayarit. Sin embargo, es aplicable a todas las granjas camaroneras del país.

Contacto sobre la PCTI: hnolasco2008@hotmail.com