



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
SEDE PUERTO MONTT
ESCUELA DE ACUICULTURA Y PESQUERÍAS

**Evaluación económica de la producción de juveniles de centolla
(*Lithodes santolla*) en base a la integración de modelos de producción
biológica y de eficiencia económica.**

Tesis para Optar al Título de Ingeniero en Acuicultura

Profesor Patrocinante: MSc. Sandra Marín
Instituto de Acuicultura

MILTON JONATHAN OJEDA BARRÍA
PUERTO MONTT CHILE
2009

Agradecimientos

Quisiera darle las gracias en primer lugar a Dios porque es él quien me ha dado la vida y porque sin él nada podría hacer (ni siquiera este trabajo).

A mis profesores informantes Dr. Kurt Paschke y Mónica Fuentealba por ayudarme a realizar este trabajo.

Agradezco muy especialmente a mi profesora patrocinante por su gran disposición cada vez que necesité de su ayuda y guía.

También quisiera mencionar a Juan Pablo Cumillaf y a Mauricio Urbina por siempre estar dispuestos a atender mis consultas.

Por último le doy las gracias a mi familia: A mi Madre por su apoyo incondicional, a mi Padre por su constante preocupación por mí y a mi Hermano por los gratos momentos de la infancia.

Tabla de Contenidos

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	7
Objetivos Específicos.....	7
METODOLOGÍA.....	8
Objetivo 1.	8
1.-Identificación y descripción de los elementos de costo.	8
2.-Valorización de los elementos de costo.	8
3.-Clasificación de los elementos de costo.....	8
Objetivo 2.	9
1.-Desarrollo del Modelo Conceptual	9
2.-Desarrollo del Modelo Cuantitativo	14
RESULTADOS	16
Objetivo 1.	16
1.-Identificación de los escenarios alimenticios a simular.	16
2.-Etapas del proceso productivo para obtener juveniles de centolla de 1 año en el escenario actual de cultivo e identificación de los costos asociados a cada etapa.	18
3.-Estructura de costos.....	19
Objetivo 2.	20
1.-Uso del modelo conceptual base (MBEPJC V1).	20
2.-Cambios realizados al modelo conceptual base para representación de nuevos escenarios alimenticios y descripción de nueva versión MBEPJC V2.	21
3. Modelo cuantitativo.....	26
4.-Evaluación del Modelo y Resultados.	27
5.-Uso del Modelo.	28
DISCUSIÓN.....	30
BIBLIOGRAFÍA	35

TABLAS 38

Tabla 1. Tiempos de desarrollo y tasas de sobrevivencia para cada uno de los estadios del cultivo larval y juveniles de centolla utilizados para los escenarios 1 y 2, ocupando una tecnología de cultivo que incluye una densidad inicial de cultivo de 800 y un recambio de agua del 400%. Para la etapa Juvenil I a 1 año los recambios utilizados son los de 50 y 200 % (MBEPJC V1)..... 38

Tabla 2. Tiempos de desarrollo y tasas de sobrevivencia para cada uno de los estadios del cultivo larval de centolla utilizando una tecnología de cultivo que incluye una densidad inicial de cultivo de 800, un recambio de agua del 200% (MBEPJC V2). Esta Tabla es válida para los escenarios 3, 4, 5 y 6. 38

Tabla 3. Costos fijos asociados a la producción de juveniles de 1 año de edad para nueva versión (MBEPJC V2). Esta Tabla es válida para los escenarios 3, 4, 5 y 6. 39

Tabla 4. Estimación de los costos asociados al consumo eléctrico durante la producción de juveniles de centolla de 1 año para nueva versión (MBEPJC V2). Esta Tabla aporta la información para los escenarios 3, 4, 5 y 6. 39

Tabla 5. Costos variables asociados a la producción de juveniles de centolla de 1 año. El ítem “fungibles” corresponde a gastos imprevistos y a algunos materiales como pipetas, esponjas y detergente, estimado a un costo de \$40.000 anual (MBEPJC V2). Esta Tabla aporta la información para los escenarios 3, 4, 5 y 6. 40

Tabla 6. Costos fijos anuales de cada escenario (\$). 40

Tabla 7. Costos variables anuales de cada escenario (\$). 40

Tabla 8. Flujo de Costos anual, Activos fijos e inversiones y VAC de 5 años de producción por escenario (\$). 41

Tabla 9. Número de individuos anuales producidos y costo medio (costo/individuo) (\$). 41

Tabla 10. Número de individuos anuales producidos y costo medio (costo/individuo) (\$), obtenidos en las simulaciones adicionales. 41

Tabla 11. Costos variables anuales de cada escenario (\$), obtenidos en las simulaciones adicionales. 41

Tabla 12. Flujo de Costos anual, Activos fijos e inversiones y VAC de 5 años de producción por escenario (\$), obtenidos en las simulaciones adicionales. 42

Tabla 13. Detalle del costo anual en alimentación para los escenarios 1 y 2 (\$). 42

FIGURAS	43
Figura 1: Submodelo de Producción de Primer Juvenil para escenarios 1 y 2 (Control y Artemia-Chorito, respectivamente). Modelo Base MBEPJC V1.	43
Figura 2: Submodelo de Costos Variables para escenario 1 (Control). Modelo Base MBEPJC V1.	44
Figura 3: Submodelo de Cálculo de Costos Fijos para escenario 1 (Control). Modelo Base MBEPJC V1	45
Figura 5: Submodelo de Flujo de Caja utilizado en la versión 1 (MBEPJC V1).	46
Figura 7: Submodelo de Costos Variables para escenario 2 (Artemia-Chorito) (MBEPJC V1). .	47
Figura 8: Submodelo de Producción de Primer Juvenil para escenarios 3, 4, 5 y 6 (Krill flake-Chorito, Chorito, Artemia y Krill flake; respectivamente) (MBEPJC V2).	48
Figura 9: Submodelo de Costos Variables para escenario 3 (Krill flake-Chorito) (MBEPJC V2).	49
Figura 10: Submodelo de Costos Variables para escenario 4 (Chorito) (MBEPJC V2).	49
Figura 11: Submodelo de Costos Variables para escenario 5 (Artemia) (MBEPJC V2).	50
Figura 12: Submodelo de Costos Variables para escenario 6 (Krill flake) (MBEPJC V2).	50
Figura 13: Submodelo de Costos Fijos para escenarios 2, 3 y 4 (Artemia-Chorito, Krill flake-Chorito y Chorito; respectivamente) (MBEPJC V2).	51
Figura 14: Submodelo de Costos Fijos para escenarios 5 y 6 (Artemia y Krill flake, respectivamente) (MBEPJC V2).	51
Figura 15: Submodelo de Cálculo de Activos Fijos para escenarios 2, 3, 4, 5 y 6 (Artemia-Chorito, Krill flake-Chorito, Chorito, Artemia y Krill flake; respectivamente) (MBEPJC V2)...	52
Figura 16: Submodelo de Flujo de Costos para los 6 escenarios.	53
Figura 17: Submodelo de Cálculo del VAC para los 6 escenarios.	53

ANEXO 1.....	54
Producción de Primer Juvenil (MBEPJC V1)	54
Costos Variables (MBEPJC V1)	59
Cálculo Costos Fijos (MBEPJC V1)	61
Cálculo Activos Fijos (MBEPJC V1).....	62
Producción de Primer Juvenil (MBEPJC V2)	62
Costos Variables Nueva Alimentación (Krill flake-Chorito) (MBEPJC V2)	64
Costos Variables Nueva Alimentación (Chorito) (MBEPJC V2)	65
Costos Variables Nueva Alimentación (Artemia) (MBEPJC V2)	67
Costos Variables Nueva Alimentación (Krill flake) (MBEPJC V2).....	68
Cálculo Costos Fijos (MBEPJC V2)	70
Cálculo Activos Fijos (MBEPJC V2).....	70
Flujo de Costos	71
Estimación VAC.....	71

Resumen

La investigación sobre el cultivo de centolla (*Lithodes santolla*) ha sido fomentada en base a la alta demanda internacional y la calidad de su carne. Debido a la fuerte explotación a la que están sometidas las poblaciones naturales de esta especie, el desarrollo del cultivo representa una oportunidad de disminuir dicha presión y satisfacer el mercado. Actualmente existe investigación que ha permitido establecer las condiciones de cultivo de la fase larval, la del juvenil de 1 año y la evaluación económica de implementar este cultivo. Dicha investigación se realizó en el marco del proyecto FONDEF D02I1163 “Desarrollo de la Tecnología de Producción de juveniles para el cultivo intensivo de centolla (*Lithodes santolla*)”. Nuevos experimentos han establecido que existen alternativas de alimentación para la etapa de juvenil que disminuirían los costos variables del proceso, por lo cual se hace necesario re-evaluar la factibilidad económica del cultivo de juveniles. En este estudio se actualizó la información sobre los costos asociados a la producción de juveniles de centolla de 12 meses de edad., se modificó el modelo bioeconómico base (MBEPJC V1, generado por el proyecto mencionado previamente) para generar una nueva versión de éste (MBEPJC V2). En esta nueva versión del modelo se estableció un nuevo indicador económico, el valor actual de los costos (VAC en lugar del VAN), que corresponde al costo eficiencia en lugar de la rentabilidad, ya que en la actualidad no existe un mercado para los juveniles de 1 año. Una vez actualizados los datos se establecieron 6 escenarios de alimentación: Control (MBEPJC V1 sin modificaciones), Artemia-Chorito (correspondió a MBEPJC V1 con actualizaciones incorporadas), Krill flake-Chorito, Chorito, Artemia, y Krill flake. El Flujo de Costos y por ende el VAC más bajo se obtuvieron en el escenario Krill flake con \$19.942.967,87 y \$157.827.963,76; respectivamente, por lo que este escenario representa la mejor alternativa para llevar a cabo el cultivo de centolla de forma masiva.

Abstract

Research on the cultivation of Southern king crab (*Lithodes santolla*) has been promoted because of the increasing demand and high meat quality. Due to the large exploitation of natural populations, its cultivation has become an alternative to both ensure sustainability of natural populations and supply market. Currently, conditions for cultivating larvae phase, 1-year juveniles, and economic feasibility of the culture of 1-year individuals has been obtained through the grant FONDEF D0211163 “Development of technology to produce juveniles for intensive culture of the southern king crab (*Lithodes santolla*)”. Recent research has indicated that there are new food alternatives for the cultivation of juvenile that would decrease costs associated to feeding. For this reason it is necessary to re-evaluate the economic feasibility of the cultivation of juvenile Southern king crab. In this study an update of costs associated to juvenile production reported previously was incorporated in the first version of the bio-economic model generated during the grant mentioned previously (MBEPJC V1) to produce a second version (MBEPJC V2). In this new version a different economic indicator was included (VAC), which correspond to the current value of the costs that evaluates efficiency instead of the profitability, since at present a market does not exist for juveniles 1 year old. Six food scenarios were evaluated using a simulation model that incorporated the updated costs for each food scenario: Control (MBEPJC V1 without changes), Artemia-mussels (MBEPJC V1 with costs updated), Krill flake-mussels, mussels, Artemia, and Krill flake. The Cost Flow, and as a consequence the lowest value for VAC, was obtained with the scenario Krill flake (\$19.942.967,87 and \$157.827.963,76; respectively). These results suggest that the best scenario to cultivate the Southern king crab would be feeding individuals with Krill flake and keeping them under an intensive culture.

Introducción

Para el logro de la sustentabilidad de la acuicultura en el país es necesaria la diversificación de ésta. Con este fin se han desarrollado diversos proyectos para evaluar la factibilidad técnica y económica de la implementación de cultivos de nuevas especies. Algunos ejemplos de proyectos son aquellos financiados por FONDEF para recursos como el erizo (D99I1094), almeja (D98I1081) y abalón (D01I1074), entre otros. Con este mismo objetivo actualmente FONDEF ha financiado un proyecto que corresponde a la tercera fase de la investigación requerida para evaluar la factibilidad de desarrollar en el país el cultivo de la centolla austral (*Lithodes santolla*).

La investigación en el cultivo de centolla ha sido fomentada en base a la alta demanda internacional y la calidad de su carne, que hace de la centolla un recurso muy apreciado en gastronomía fina, siendo exportada bajo el nombre de centolla Patagónica o Southern King Crab (Urbina, 2005). La centolla es una especie que presenta un alto valor comercial y mercados que a corto tiempo pueden llegar a ser de interés económico, pues su precio puede alcanzar entre los 13 y 30 dólares el Kg. (Mallea, 2006). Sin embargo, este creciente interés de los mercados ha significado también una creciente presión extractiva de las poblaciones naturales. Actualmente se evidencia el efecto de la pesca sobre las poblaciones a través de una reducción del número de adultos capturados por viraje, reducción en el rendimiento de pesca y una disminución en la masa ovígera desovante (Guzmán *et al.*, 2005). Es así que la pesquería de la centolla se ha clasificado bajo “Estado preocupante”, por la Subsecretaría de Pesca (Guzmán *et al.*, 2005). Este hecho marca un incentivo para el desarrollo del cultivo de esta especie, debido a que los individuos producidos mediante esta vía permitirían suplir las demandas del mercado, a la vez que reducirían

la presión extractiva sobre las poblaciones naturales. Otro punto que impulsa el cultivo de esta especie es que se encuentra de manera natural en Chile desde la Región de los Ríos hasta la Región de Magallanes, lo que hace que los parámetros ambientales (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) no deban alterarse mayormente en el cultivo, lo que evidentemente se traduce en menor costo destinado a la inversión.

La centolla, conocida también como centolla del sur, centolla patagónica o centolla común, equivalente al "king crab" del Pacífico norte, es un crustáceo decápodo perteneciente al infraorden Anomura (Retamal, 1999). Esta especie es submareal estricta, habita entre 5 y 700 metros de profundidad, en masas de agua con temperaturas entre 3 y 15°C. La distribución de la centolla austral por el Océano Pacífico abarca desde la Isla Grande de Chiloé hasta el Cabo de Hornos, incluyendo Estrecho de Magallanes y Canal Beagle. En el Atlántico, se la encuentra en la costa de Tierra del Fuego, Isla de los Estados, Golfo San Jorge, y en profundidad en el talud continental en las costas afuera de Buenos Aires y Uruguay (www.cadicush.org.ar). La especie realiza grandes migraciones en épocas reproductivas a aguas de poca profundidad, donde se facilita la captura de este recurso (Vinuesa, 1991). El apareamiento en esta especie ocurre en Diciembre inmediatamente después de la muda de las hembras. Según su tamaño, cada hembra puede llevar entre 5.500 y 60.000 huevos adheridos debajo de su abdomen durante 9-10 meses (www.cadicush.org.ar). En Septiembre-Octubre eclosionan larvas diferentes al adulto, que atraviesan por tres estadios denominados zoeas y un último estadio Megalopa (www.cadicush.org.ar). Este estadio selecciona activamente fondos dominados principalmente de rocas y conchillas que se encuentren hasta los 40 m de profundidad. El desarrollo larval es completamente lecitotrófico (Lovrich *et al.*, 2003).

Con todos estos antecedentes, desarrollar el cultivo de esta especie se hace atractivo, sin embargo, además de los estudios de factibilidad técnica es necesario realizar análisis de factibilidad económica. Esto debido a que la complejidad del ciclo de vida y crecimiento lento de la especie constituyen cuellos de botella que podrían desmotivar la inversión. Los animales de mayor tamaño pueden pesar 6-7 Kg. y con tamaños máximos de 140 y 200 mm de longitud de caparazón (LC) para hembras y machos, respectivamente. El crecimiento es lento, las hembras y machos mudan anualmente a partir de los 50 y 87 mm LC, respectivamente y las hembras adquieren la madurez sexual a 60-75 mm LC, que corresponde a 5 años aproximadamente (www.cadicush.org.ar).

El proyecto FONDEF D02I1163 “Desarrollo de la Tecnología de Producción de juveniles para el cultivo intensivo de centolla (*Lithodes santolla*)” permitió establecer la tecnología de cultivo de la centolla desde la eclosión de los huevos hasta la producción de juveniles de un año. Actualmente se está desarrollando la continuación de este proyecto para establecer la tecnología de cultivo de engorda de la centolla hasta talla comercial. Existen estimaciones de los indicadores económicos para la primera fase del cultivo (producción de juveniles de 1 año) (Mallea, 2006), y en el marco del nuevo proyecto se espera estimar los indicadores económicos para la fase de engorda y para el proceso completo del cultivo de centolla. Los resultados de la primera etapa para el desarrollo del cultivo de centolla demostraron que uno de los principales costos asociados a la etapa de producción de juveniles de centolla de 1 año fue la alimentación. Por esta razón se ha avanzado en la búsqueda de alimentos alternativos entre los cuales se destaca el uso de Krill flake como innovación (un alimento usado por acuaristas), además de la artemia (ahora engordada con *Pophyra columbina* y no con microalgas) y chorito que ya se venían utilizando. Es

por esto que actualmente es necesaria una actualización de la estructura de costos, ya sea para actualizar las evaluaciones de factibilidad económica del escenario pasado, como aquella estructura de costos asociada a nuevos tipos de alimentación para la fase de desarrollo del juvenil de 1 año. En esta actualización también se ha incorporado el cálculo del Valor Actual de los Costos (VAC) como indicador de costo-eficiencia. El criterio del VAC se utiliza cuando se desea determinar la alternativa de menor costo en el tiempo entre proyectos equivalentes. Se ha descartado utilizar el Valor Actual Neto (VAN) debido a que en la actualidad no existe un mercado para los juveniles de centolla de 1 año. El VAC constituye la suma de todos los egresos (incluyendo la inversión inicial) en un intervalo determinado de tiempo (en este caso un horizonte de 5 años) expresados en moneda actual, donde la alternativa más conveniente es la que presenta el menor valor actual de los costos (FONDEF, 2008).

Objetivo General

Evaluar la factibilidad económica de la producción de juveniles de centolla (*Lithodes santolla*) en base a la integración de modelos de producción biológica y de eficiencia económica.

Objetivos Específicos

1. Actualizar información sobre los costos asociados a la fase de producción de juveniles de centolla (*Lithodes santolla*) según los escenarios alimenticios que se han evaluado para la etapa de primer juvenil.
2. Evaluar la factibilidad económica de la producción de juveniles de 1 año de centolla (*Lithodes santolla*) bajo diferentes escenarios alimenticios.

Metodología

Objetivo 1. Actualizar información sobre los costos asociados a la fase de producción de juveniles de centolla (*Lithodes santolla*), según los escenarios alimenticios que se han evaluado para la etapa de primer juvenil.

La determinación de costos se llevó a cabo mediante la aplicación del siguiente proceso secuencial utilizado por Mallea (2006):

1.-Identificación y descripción de los elementos de costo.

Se identificó cada una de las actividades involucradas en el proceso productivo y las materias primas e insumos asociados, generando un balance de materiales que represente las cantidades de cada uno de los insumos, materiales y mano de obra relacionados a la producción de individuos de 1 año.

2.-Valorización de los elementos de costo.

Se identificó y asignó un valor en unidad monetaria a cada uno de los elementos de costo identificados.

3.-Clasificación de los elementos de costo.

Se categorizó cada uno de los elementos de costo valorizados en Costos Fijos (C_F) y Costos Variables (C_V).

La actualización de la información sobre los costos asociados a la producción de juveniles de 1 año se realizó en función de las variables definidas para el modelo económico desarrollado en el marco del Proyecto FONDEF D02I1163.

Objetivo 2. Evaluar la factibilidad económica de la producción de juveniles de 1 año de centolla (*Lithodes santolla*), bajo diferentes escenarios alimenticios.

Para lograr este objetivo se utilizó el modelo de producción biológica y de cálculo de costos asociados a la producción de juveniles de 1 año obtenido como resultado del proyecto FONDEF D02I1163 y denominado “Modelo bioeconómico para la producción de juveniles de centolla” versión 1 (MBEPJC V1 de aquí en adelante). Este modelo sirvió para generar una nueva versión del modelo, MBEPJC V2, que permite simular los nuevos escenarios alimenticios que están a disposición del cultivo de juveniles de centolla, y evaluar cuál de estos nuevos escenarios y del simulado con la versión inicial (MBEPJC V1) resulta el más viable, utilizando como indicador la eficiencia en los costos al implementar el cultivo de juveniles de centolla de 1 año (VAC).

Para desarrollar el modelo bioeconómico se utilizó la metodología descrita por Grant *et al.* (1997) que incluye las siguientes 4 etapas: desarrollo del modelo conceptual, desarrollo del modelo cuantitativo, evaluación del modelo y uso del modelo. Para el desarrollo del modelo se utilizó el Software Stella II (High Performance Systems, 2000).

A continuación se presenta una breve descripción del modelo base como parte de la metodología. Los cambios realizados para obtener la nueva versión se presentan en la sección resultados.

1.-Desarrollo del Modelo Conceptual (MBEPJC V1): En esta etapa se identifican los componentes del sistema de interés y las relaciones que existen entre éstos. Particularmente en

este estudio los componentes incluyen los estadios de desarrollo involucrados en el cultivo, la sobrevivencia, de cada uno, la alimentación y los costos. La interacción entre estos componentes permite generar los indicadores económicos y como resultado se obtiene el modelo bioeconómico. De esta forma el modelo bioeconómico base para la producción de juveniles de centolla determina la viabilidad del negocio de producir y vender juveniles de centolla de un año de edad mediante la evaluación del VAN como indicador de rentabilidad. Para esto el modelo integró la información biológica sobre la producción de juveniles de centolla desde el primer estadio larval hasta el juvenil de 1 año y la información referida a costos, inversiones y precio de venta del juvenil para generar un flujo de caja y el posterior cálculo del VAN. Se diseñó el modelo de producción de semilla/juvenil desde el estadio larval Zoea I bajo diferentes condiciones de cultivo, específicamente diferentes densidades de cultivo y diferentes porcentajes de recambio de agua de los cultivos y con una alimentación basada en Artemia para el primer juvenil (desde 32 días de edad a 90 días), una combinación de Artemia y chorito para el segundo juvenil (desde 91 días de edad hasta 120 días) y sólo choritos para el juvenil avanzado (desde 121 días de edad hasta 1 año). En el modelo se representaron las 20 condiciones de cultivo que se generaban de la combinación entre 5 tasas de recambio de agua y 4 densidades de cultivo (recambios de 25, 50, 100, 200 y 400% del volumen del contenedor de cultivo y densidades de cultivo de 100, 200, 400 y 800). Para cada una de estas condiciones se estimó el número de juveniles de 1 año y con la información referida a los costos de producción se estimó el costo de producción de 1 juvenil de 1 año. A este costo se le estimó el precio de venta (15% sobre el costo de producción) y luego del cálculo del flujo de caja se estimó el VAN (aplicando una tasa de descuento del 12% y con un horizonte de 5 años). De esta forma para cada una de la 20

condiciones de cultivo se estimó el número de juveniles de 1 año, el costo de producción de 1 juvenil, y el VAN.

El modelo base está dividido en 6 submodelos, Submodelo Producción de Primer Juvenil, Submodelo de Costos Variables, Submodelo de Cálculo de Costos Fijos, Submodelo de Cálculo de Activos Fijos, Submodelo Flujo de Caja y Submodelo Cálculo del VAN.

Submodelo Producción de Primer Juvenil (Fig. 1): Dos series de variables de estado representan el número de individuos y el peso de los individuos en cada uno de los 4 estadios larvales de la centolla (Zoea I, Zoea II, Zoea III y Megalopa, respectivamente). Luego del estadio Megalopa los individuos se desarrollan al estadio “primer juvenil” para el cual este modelo estima el número y el peso que debería tener un individuo promedio. El número inicial de individuos en el estadio Zoea I depende de la variable de manejo “densidad” y el número de individuos en cada uno de los estadios siguientes se estima de acuerdo a la tasa de mortalidad estadio-específica, la cual depende de las variables “densidad” y “recambio de agua”. El peso inicial del estadio Zoea I depende de la densidad y el peso de los estadios posteriores está determinado por la tasa de crecimiento en peso, la cual depende de la densidad de cultivo. Cabe destacar que en este caso existe pérdida de peso entre un estadio y el siguiente debido a que el desarrollo larval de la centolla es lecitotrófico. El tiempo de desarrollo de cada estadio está determinado por la densidad de cultivo.

Submodelo de Costos Variables (Fig. 2): En este submodelo además de estimar los costos variables se incluye la estimación del número de juveniles que sobreviven día a día durante el periodo de desarrollo “primer juvenil” a juvenil de 1 año. Esta estimación se hace considerando la tasa de sobrevivencia promedio estimada en los experimentos de laboratorio. Cabe destacar que durante el estadio de juvenil, los individuos no están sometidos a diferentes tasas de

recambio de agua ni diferentes densidades de cultivo. Los costos variables corresponden a aquellos en que se incurre por la mantención de los individuos: alimento, bombas para impulsar el agua, fungibles, y aquellos asociados a la obtención de los reproductores de centolla. De estos costos, el referido a la alimentación es el que más se desarrolla en este submodelo debido a que depende del número de individuos en cultivo. Dado que el número de individuos es en sí una variable a manejar, ya que se experimentaron 4 densidades de cultivo, es necesario incluir con detalle el cálculo de este costo para que sea capaz de reflejar variaciones en los costos asociados a cambio en la densidad de cultivo.

Los costos de alimentación se determinaron separadamente para 3 estadíos: “primer juvenil”, “juvenil avanzado”, “juvenil terminal”. El estadío primer juvenil incluye el periodo comprendido desde que entra a este estadío hasta la edad de 90 días y se alimenta exclusivamente de Artemia. La Artemia a su vez se alimentaba con microalgas producidas en el hatchery. El estadío juvenil avanzado incluye un periodo de 120 días y se alimenta de una dieta mixta (Artemia y chorito). El estadío de juvenil terminal incluye el periodo comprendido entre los 121 días de edad hasta que cumple 1 año y se alimenta exclusivamente de choritos. Los costos asociados a cada uno de los ítems alimenticios, incluida la microalga que sirve de alimento a la Artemia, se calculan diariamente en función de los requerimientos de la cantidad de juveniles que hay un día particular. Esta particularidad permite estimar los costos totales asociados a la alimentación incluyendo la variabilidad en la densidad con la que se comienza el estadío de primer juvenil. Así, en las condiciones de cultivo identificadas con una densidad de 800 se espera que produzcan más individuos al estadío de primer juvenil que aquellas condiciones en que se comienzan el estadío larval con 100. Este submodelo también incluye el mecanismo de acumular los costos

diarios durante cada uno de los 5 años en que se están evaluando los costos de producir juveniles de centolla. Esta información acumulada año a año se utiliza en el submodelo de flujo de caja.

Submodelo de Cálculo de Costos Fijos (Fig. 3): Los costos incluidos en este cálculo son constantes para cada año e incluyen: Personal (operario, técnico y gerente), teléfono, electricidad, insumos básicos, material de aseo y oficina. En el modelo estos costos se ingresan con un valor mensual que se multiplica por 12 para generar el costo anual.

Submodelo de Cálculo de Activos Fijos (Fig. 4): Los costos incluidos en este submodelo eran el costo del terreno, 2 cámaras de cultivo, la infraestructura que mantiene las cámaras de cultivo, equipamiento, laboratorio seco.

Submodelo Flujo de Caja (Fig. 5): En este submodelo se integraban los valores anuales de costos variables y fijos, se estimaban los costos totales, y se calculaba el costo de producción de un juvenil de 1 año como la división entre el costo total y el número de juveniles de 1 año producidos. El precio de venta del juvenil se determinaba como el precio de costo más el 15% del valor del precio de costo. Con esta información se estimaban los ingresos totales y las utilidades antes y después del impuesto. En este submodelo también se incluían la depreciación y amortización. Dado que este submodelo recibía información del submodelo de costos variables, donde se estima el número de juveniles de 1 año y los costos de alimentación actualizados según el número de individuos que existen en el cultivo cada día era posible estimar el precio de costo de un juvenil para cualquiera de las condiciones de cultivo ensayadas.

Submodelo Cálculo del VAN (Fig. 6): En este submodelo se utilizaba información desde el submodelo del flujo de caja y la tasa de descuento (12%) para estimar el VAN.

2.-Desarrollo del Modelo Cuantitativo: Esta etapa en el desarrollo del modelo de simulación consiste en determinar las ecuaciones que describen las relaciones que existen entre los diferentes componentes del sistema en estudio. Es así que el modelo cuantitativo corresponde a un conjunto de ecuaciones que describen el sistema en estudio. Para el logro de esta etapa se utilizó también el modelo cuantitativo del modelo base, al cual se le hicieron los ajustes necesarios para representar los nuevos escenarios alimenticios. Las ecuaciones del modelo base no se presentan en este estudio pero las correspondientes a la nueva versión se presentan en la sección resultados. Uno de los cambios importantes realizados al modelo cuantitativo base corresponde al indicador económico y la tasa de descuento. En la nueva versión del modelo se utiliza el VAC en lugar del VAN, debido a que en la actualidad no existe un mercado para los juveniles de centolla de 1 año, por lo que no es conveniente medir rentabilidad.

La fórmula que describe el cálculo de este indicador de costo eficiencia y que fue incluida en la nueva versión del modelo se presenta a continuación:

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

I₀ : inversión inicial

C_t : costos incurridos durante el periodo **t**

n : horizonte de evaluación

i : tasa de descuento

Una forma más general de presentar la fórmula del VAC y que permitiría considerar inversiones por más de un periodo es la siguiente:

$$VAC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Nótese que en este caso t parte desde 0, por lo tanto C_0 equivale a la inversión inicial; si hay inversiones por más de un periodo, por ejemplo por tres años, C_0 , C_1 y C_2 incluirían los flujos correspondientes a la inversión.

El criterio de decisión al utilizar el VAC fue el siguiente: la alternativa de solución evaluada que presente el menor valor actual de costos, es la más conveniente desde el punto de vista técnico económico (Mideplan, 2009).

La tasa de descuento corresponde a la rentabilidad que se le exige a una inversión de recursos por renunciar a un uso alternativo. La que se utilizó en esta evaluación es 10%, debido a que es la tasa recomendada en los proyectos del área acuícola para evaluación económica (FONDEF, 2008).

Resultados

Objetivo 1. Actualizar información sobre los costos asociados a la fase de producción de juveniles de centolla (*Lithodes santolla*), según los escenarios alimenticios que se han evaluado para la etapa de primer juvenil.

1.-Identificación de los escenarios alimenticios a simular.

Para actualizar la información de costos asociados a la producción de juveniles se definieron los escenarios que se evaluarían.

1.1.-Escenario 1: *Control*. Estructura de costos y valoración según lo establecido en el proyecto previo.

1.2.-Escenario 2: *Alimentación con Artemia y Chorito*. Corresponde al escenario denominado control pero al cual se le han actualizado los costos asociados a Activos fijos e Inversiones, Costos fijos (Personal y Producción) y Costos variables (actualización de costos de Artemia, costos de chorito y supresión de Costos varios manteniendo sólo Fungibles).

1.3.-Escenario 3: *Alimentación con Krill flake y Chorito*. Corresponde a la nueva versión del modelo, con las actualizaciones de los costos asociados a Activos fijos e Inversiones, Costos fijos (Personal y Producción) y Costos variables (considera los costos de Krill flake y actualización de costos de chorito y supresión de Costos varios manteniendo sólo Fungibles). Este escenario representa el cultivo de los juveniles alimentados con Krill flake en la etapa Juvenil Inicial y Chorito en la etapa Juvenil Intermedio, por lo tanto los costos asociados al proceso alimenticio han sido adaptados a este escenario.

1.4.-Escenario 4: *Alimentación con Chorito.* Corresponde a la nueva versión del modelo, con las actualizaciones de los costos asociados a Activos fijos e Inversiones, Costos fijos (Personal y Producción) y Costos variables (actualización de costos de chorito y supresión de Costos varios manteniendo sólo Fungibles). Este escenario representa el cultivo de los juveniles alimentados sólo con Chorito, por lo tanto los costos asociados al proceso alimenticio han sido adaptados a este escenario.

1.5.-Escenario 5: *Alimentación con Artemia.* Corresponde a la nueva versión del modelo, con las actualizaciones de los costos asociados a Activos fijos e Inversiones, Costos fijos (Personal y Producción) y Costos variables (actualización de costos de Artemia y supresión de Costos varios manteniendo sólo Fungibles). Este escenario representa el cultivo de los juveniles alimentados sólo con Artemia, por lo tanto los costos asociados al proceso alimenticio han sido adaptados a este escenario.

1.6.-Escenario 6: *Alimentación con Krill flake.* Corresponde a la nueva versión del modelo, con las actualizaciones de los costos asociados a Activos fijos e Inversiones, Costos fijos (Personal y Producción) y Costos variables (considera los costos de Krill flake y supresión de Costos varios manteniendo sólo Fungibles). Este escenario representa el cultivo de los juveniles alimentados sólo con Krill flake, por lo tanto los costos asociados al proceso alimenticio han sido adaptados a este escenario.

2.-Etapas del proceso productivo para obtener juveniles de centolla de 1 año en el escenario actual de cultivo e identificación de los costos asociados a cada etapa.

2.1.-Obtención de reproductores.

Las hembras grávidas se obtienen mediante captura del medio natural y son mantenidas en estanques de 30 litros (hasta tres individuos por cada uno), por aproximadamente 10 días en los cuales son alimentadas con choritos (*Mytilus chilensis*). Dependiendo del tamaño, una hembra libera entre 5.000 a 10.000 huevos que son colectados en canastillos envueltos con malla.

2.2.-Cultivo Larval.

El cultivo larval tiene una duración de 31 días, el cual comprende los estadios de Zoea I, Zoea II, Zoea III y Megalopa. La alimentación en esta fase está ausente y la densidad de cultivo es de 800 larvas por canastillo.

2.3.-Juvenil Inicial.

Tiene una duración de 4 meses. La alimentación se realiza los días Lunes, Miércoles y Viernes adicionando alrededor de 0,8 gr. de “Krill Flake” por canastillo, lo que significa una ración individual de 0,002 gr. El Krill flake es un alimento usado para los peces de acuario y el envase de 55 gr. tiene un valor de \$7.500. Los individuos al comienzo de esta etapa miden entre 2 y 3 mm de longitud de caparazón, al término de la cual medirán entre 4 y 5 mm.

2.4.-Juvenil Intermedio.

A partir del sexto mes de cultivo los juveniles son alimentados con choritos los días Lunes, Miércoles y Viernes adicionando alrededor de 0,3 gr. de gónada de chorito por juvenil, hasta completar el año de edad o alcanzar los 10 mm de longitud de caparazón. El kg. de chorito tiene un valor de \$400.

Las condiciones de cultivo son las mismas para todas las etapas:

- Temperatura: 12°C.
- Recambio de Agua: 200% diario, el agua de mar es filtrada y esterilizada.
- El cultivo se realiza en cámaras de cultivo. En una cámara se instalan hasta 4 racks, 1 rack consta de 6 bateas de 280 litros cada una, de las cuales 4 son de cultivo y 2 de acumulación de agua de mar, en cada batea se colocan 5 canastillos.

3.-Estructura de costos.

3.1.-Inversión inicial.

Para determinar la inversión inicial se consideraron los siguientes ítems:

- *Infraestructura.* Incluye los costos del terreno, radier (que corresponde a la base de cemento que incluye el alcantarillado e instalaciones eléctricas) y el laboratorio.
- *Sistema de cultivo.* Incluye las bateas o estanques de cultivo, filtros (anillo, cartucho y UV) y bombas Astro 2000 para cada estanque de cultivo.
- *Equipamiento.* Incluye las dos cámaras frigoríficas, un soplador o blower y un computador.
- *Bombeo de agua.* Incluye la bomba con su motor, tubos que succionan el agua desde el mar con muertos de concreto que los mantienen en su posición, estanques de acumulación de agua y tuberías que trasvasijan el agua desde éstos a las bateas.
- *Reproductores.* Incluyen los estanques donde se mantienen y su respectiva bomba Astro 9000, y los canastillos para recolección de larvas.

3.2.-Clasificación de los costos.

Costos Fijos.

Los costos fijos son aquellos gastos que existen por el solo hecho de existir la empresa, así sea que produzca o no, o provea o no sus servicios y que deben afrontarse para el mantenimiento y funcionamiento de la empresa. Estos costos fueron divididos en 2 ítems:

- *Personal.* Considera los sueldos de los trabajadores que son tres: un gerente, un técnico acuícola y un operario.
- *Producción.* Considera los gastos en teléfono, electricidad, agua potable y aseo y oficina.

Costos Variables.

Los costos variables son los gastos directamente proporcionales a la cantidad de producción o servicio (en este caso del número de centollas producido). En este proyecto se dividieron en 2 ítems:

- *Alimento.* Gran parte de los costos variables corresponden al ítem alimento que va variando así como el número final de juveniles también lo hace.
- *Fungibles.* Constituyen gastos imprevistos y algunos materiales como pipetas, esponjas y detergente.

Objetivo 2. Evaluar la factibilidad económica de la producción de juveniles de 1 año de centolla (*Lithodes santolla*) bajo diferentes escenarios alimenticios.

1.-Uso del modelo conceptual base (MBEPJC V1). La versión del modelo base se utilizó para las simulaciones que representan los escenarios alimenticios 1 y 2 (control y alimentación con Artemia y chorito). No obstante, debido a que el indicador económico utilizado en esta etapa del

proyecto fue el VAC, para simular estos 2 escenarios y compararlos con los nuevos escenarios alimenticios esta versión fue modificada en el submodelo “flujo de caja” que se transformó en flujo de costos y en el submodelo de “Cálculo del VAN” que se reemplazó por el cálculo del VAC. En el caso particular de la simulación referida al escenario alimenticio 2 (alimentación con Artemia y chorito) se conservó el submodelo de producción de juveniles pero se actualizaron los siguientes costos: el costo de 1 Artemia, el costo de 1 Kg. de chorito y se incluyó el cálculo del costo de alimentación de las artemias considerando la nueva dieta (luce en lugar de microalgas). En el ítem “costos varios” se incluyó las modificaciones de la versión 2 (MBEPJC V2) (Fig. 7). Los demás submodelos (Costos fijos, Activos fijos e inversiones, Flujo de Costos, Cálculo del VAC) corresponden a los utilizados en la versión 2.

2.-Cambios realizados al modelo conceptual base para representación de nuevos escenarios alimenticios y descripción de nueva versión MBEPJC V2.

A continuación se detallan los cambios realizados al modelo base y que dan origen a la versión 2 del mismo (MBEPJC V2), para incluir la nueva estructura de costos de acuerdo a los nuevos escenarios alimenticios y nuevos indicadores económicos.

Con la experiencia acumulada se llegó a determinar que la mejor tecnología de cultivo respecto de las variables densidad de cultivo y porcentaje de recambio de agua era aquella que combinaba una densidad de cultivo de 800 y un porcentaje de recambio de agua de 200. Respecto de los estadios de desarrollo del juvenil, se concluyó que sólo era necesario dividir este estadio en Juvenil Inicial (32 días de edad hasta 151 días de edad) y Juvenil Intermedio (152 días de edad hasta 361 días de edad) con alimentación diferenciada para cada estadio. El estadio Juvenil Inicial

se alimenta con Krill flake y el estadio Juvenil Intermedio con chorito exclusivamente. El cambio en la alimentación del Juvenil Inicial se debía a que la alimentación de las artemias (microalgas) constituía uno de los costos más altos de producir juveniles de centolla, como fue evaluado con el modelo de producción previo.

Dados estos cambios en la tecnología de cultivo larval es que se ha actualizado el modelo previo para analizar los nuevos escenarios respecto de la alimentación y estructurar un nuevo submodelo que calcule el indicador VAC. Este último indicador permite comparar los 2 escenarios alimenticios iniciales y los 4 escenarios de alimentación de juveniles nuevos (Escenario 3: Krill flake-Chorito, Escenario 4: Chorito, Escenario 5: Artemia, Escenario 6: Krill-flake) en términos de los costos actuales de producir juveniles de centolla de 1 año, en un periodo en el cual no existe mercado para este producto y por lo cual no parece conveniente utilizar el VAN.

De este modo la actualización incluye:

- Estandarización del sistema de cultivo (densidad y recambio de agua).
- Actualización de las tasas de sobrevivencia para los cuatro estadios de desarrollo incluidos en el período de cultivo larval.
- Inclusión de nuevas tasas de sobrevivencia para estadios juveniles (Inicial e Intermedio), considerando valores obtenidos en el cultivo colectivo o masivo (estanques sin refugios para los individuos). El modelo base (MBEPJC V1) consideraba una tasa de sobrevivencia para juveniles cultivados en individuales o refugios dentro del estanque de cultivo. Estos refugios tenían por objeto disminuir la mortalidad producida por canibalismo en esta especie.
- Incorporación de escenarios de alimentación.

- Inclusión de sólo dos estadíos juveniles (Juvenil Inicial y Juvenil Intermedio).
- Inclusión de la dieta de Krill-flake y sus respectivos costos.
- Actualización y mayor detalle de los costos asociados a esta fase del cultivo.
- Cálculo del VAC en lugar del VAN.

Como se dijo anteriormente las innovaciones hechas en los submodelos: Cálculo de Costos Fijos, Cálculo de Activos Fijos, Flujo de Costos, Cálculo del VAC y Costos Variables (Alimentación Artemia y Chorito); fueron incluidas en el modelo base a fin de comparar los resultados de MBEPJC V1 con MBEPJC V2. A continuación se detallan estos cambios en cada submodelo.

Submodelo Producción de Primer Juvenil (Fig. 8): A diferencia del modelo base, en la segunda versión, el número inicial de individuos en el estadío Zoea I corresponde a la siembra y es una variable ya estandarizada (128.000 individuos). El número de individuos en cada uno de los estadíos siguientes se estima de acuerdo a la tasa de mortalidad estadío-específica determinada para la tecnología de cultivo escogida. El tiempo de desarrollo de cada estadío ha sido determinado desde los estudios previos desde donde se seleccionó la tecnología de cultivo (densidad= 800, porcentaje de recambio de agua de 200), descartando las otras 19 combinaciones densidad-recambio de agua. En este submodelo se incluye la estimación del número de individuos que sobrevive día a día en el estadío Juvenil Inicial y Juvenil Intermedio utilizando las tasas de sobrevivencia determinadas en laboratorio para la tecnología de cultivo escogida. Las tasas de sobrevivencia para los 4 escenarios de alimentación de esta nueva versión son las mismas hasta la etapa de Megalopa. Sin embargo, en los estadíos Juvenil Inicial y Juvenil Intermedio éstas han sido actualizadas con los nuevos valores obtenidos en laboratorio, donde se

han probado los tres tipos de alimento considerados en esta evaluación (Chorito, Artemia y Krill flake), en condiciones de cultivo masivo o colectivo (Tabla 2).

Submodelo de Costos Variables:

Escenario 3 (Alimentación Krill-flake y Chorito) (Fig. 9). Los costos de alimentación para la nueva versión del modelo se determinaron separadamente para 2 estadíos: Juvenil Inicial y Juvenil Intermedio. El estadío Juvenil Inicial incluye el periodo comprendido desde que entra a este estadío (día 32 desde el inicio del cultivo hasta la edad de 151 días) y se alimenta exclusivamente de Krill-flake. El estadío Juvenil Intermedio considera un periodo de 210 días, desde el día 152 de iniciado el cultivo hasta el día 361, cuando se finaliza el cultivo a primer juvenil. El Juvenil Intermedio se alimenta exclusivamente de choritos. Otra diferencia con respecto al modelo base es la supresión de los ítems: “bomba de agua”, “bomba de reproductores” y “reproductores” manteniéndose solo los “fungibles” con un valor actualizado.

Escenario 4 (Alimentación con Chorito) (Fig. 10). Los estadíos y estructura del submodelo son los mismos utilizados en el Escenario 3, sólo que la alimentación durante todo el ciclo consta exclusivamente de Chorito.

Escenario 5 (Alimentación con Artemia) (Fig. 11). Los estadíos y estructura del submodelo son los mismos utilizados en el Escenario 3, sólo que la alimentación durante todo el ciclo consta exclusivamente de Artemia. La Artemia experimentó una baja en su costo, ya que en la actualidad se está probando su engorda con luce (*Porphyra columbina*) y no con microalgas que encarece de forma considerable esta alternativa de alimentación. El precio de 1 Kg. de Artemia se calculó bajo el supuesto de que el peso de un individuo es de $2,13489 \cdot 10^{-6}$ Kg., y que el tarro de 425 gr. de nauplius de Artemia tiene un costo de \$86.000 (1 gr.=240.000 nauplius). Por otro lado, el costo en luce de 1 Kg. de Artemia se calculó suponiendo una ración de 0,000085 Kg. de alga

para 200 artemias, con lo cual se calculó la ración para un individuo. El costo de 800 gr. de luche se fijó en \$3.000. Con dichos supuestos el costo diario de 1 Kg. de Artemia asciende a \$396, y el costo en luche del Kg. de Artemia alcanza los \$597, lo que suma como costo total diario de 1 Kg. de Artemia \$993. Por último, la ración diaria de Artemia para los juveniles se fijó en el 15% de su peso, suponiendo el peso de un juvenil en 0,00093922 Kg.

Escenario 6 (Alimentación con Krill flake) (Fig. 12). Los estadíos y estructura del submodelo son los mismos utilizados en el Escenario 3, sólo que la alimentación durante todo el ciclo consta exclusivamente de Krill flake.

Submodelo de Cálculo de Costos Fijos: Los costos incluidos en este cálculo son constantes para cada año e incluyen: Personal (operario, técnico y gerente), teléfono, electricidad, agua potable e insumos de aseo y oficina. En el modelo estos costos se ingresan con un valor mensual que se multiplica por 12 para generar el costo anual. El único cambio en este submodelo es la inclusión del agua potable y la supresión del ítem “insumos básicos”, además de la actualización del valor de la electricidad. Se plantean tres escenarios para el personal en el submodelo. El sueldo del gerente (800 mil) se mantiene en los tres casos. En cambio los salarios de los otros dos funcionarios (400 mil y 200 mil, respectivamente) varían según la jornada de trabajo específica de cada caso (en escenarios “Artemia-Chorito”, “Krill flake-Chorito” y “Chorito” la jornada es completa (Fig. 13); media jornada en “Artemia” y un cuarto de jornada para “Krill flake” (Fig. 14).

Submodelo de Cálculo de Activos Fijos (Fig. 15): Los costos incluidos en este submodelo corresponden a un desglose más detallado de los costos en infraestructura, sistema de cultivo, equipamiento, bombeo de agua y reproductores. Este submodelo es exactamente el mismo para los escenarios 2, 3, 4, 5 y 6.

Submodelo Flujo de Costos (Fig. 16): En este submodelo se suprimió la depreciación, amortización, el precio de venta y la utilidad antes y después del impuesto para reformular el submodelo de flujo de caja en uno de flujos de costos. En este submodelo se integran los valores anuales de costos variables y fijos, se estiman los costos totales, y se calcula el costo de producción de un juvenil de 1 año ($CMe = \text{Costo medio}$) como la división entre el costo total y el número de juveniles de 1 año producidos. Este submodelo actualizado es exactamente el mismo en los 6 escenarios.

Submodelo Cálculo del VAC (Fig. 17): En este submodelo se utiliza información sobre el flujo de costos, la tasa de descuento (10%) y los Activos fijos e inversiones para calcular el VAC en reemplazo del VAN. Este submodelo es el mismo para los 6 escenarios.

3. Modelo cuantitativo. El modelo utiliza la estructura de compartimientos y las ecuaciones se resuelven utilizando un intervalo de tiempo de 1 día. El modelo se desarrolló para correr durante 361 días, período correspondiente a un ciclo de producción. Los datos con que se definieron las ecuaciones correspondientes a las tasas de sobrevivencia y ración alimenticia para cada estadio y tipo de alimento fueron obtenidos desde los experimentos realizados durante el transcurso de este proyecto (Tablas 1 y 2), e información obtenida durante el proyecto previo. Los datos para estimar los costos asociados a la producción de juveniles de 1 año se estimaron en base a información actualizada al 2008 obtenida desde los experimentos realizados. Estos costos incluyen costos fijos (Tabla 3), en el cual se incluye con detalle el cálculo del costo asociado a la electricidad (Tabla 4). La Tabla 5 muestra los ítems asociados a los costos variables. Para calcular el VAC se utiliza una tasa de descuento del 10% y se considera un horizonte de 5 años, debido a que es la vida útil proyectada para los Activos fijos e inversiones. Para determinar el

costo de producir un juvenil en estas condiciones de cultivo se dividieron los costos totales por el número de juveniles producidos durante el periodo de 1 año ($CMe = \text{Costo medio}$).

El conjunto de ecuaciones que representan el modelo cuantitativo se presentan en el Anexo 1. La información cuantitativa que varía entre escenarios alimenticios ha sido indicada en las secciones previas. De esta manera, del modelo base MBEPJC V1 se presentan las ecuaciones del Submodelo de Producción de Primer Juvenil, Submodelo de Costos Variables, Submodelo de Costos Fijos y Submodelo de Activos fijos e Inversiones. De la segunda versión MBEPJC V2 se presentan las ecuaciones del Submodelo de Producción de Primer Juvenil, los submodelos de Costos Variables de los 4 escenarios que corresponden a esta versión, Submodelo de Costos Fijos, Submodelo de Activos fijos e Inversiones. Los submodelos de Flujo de Costos y Cálculo del VAC son idénticos para las dos versiones del modelo que se corrió durante este estudio.

4.-Evaluación del Modelo y Resultados.

La etapa de evaluación del modelo en este estudio se enfocó en determinar la coherencia de las estimaciones de producción bajo cada uno de los escenarios alimenticios y los cálculos asociados a la estimación del indicador económico. Este análisis tuvo como objetivo evaluar que las relaciones establecidas en el modelo y que la integración de los diferentes submodelos estuviesen representadas correctamente, desde su base conceptual como la integración matemática. La evaluación se realizó para cada uno de los escenarios alimenticios simulados. Los resultados de la evaluación indicaron que los tiempos de desarrollo de cada estadio así como el número final de individuos producidos se ajustaban a lo establecido en el laboratorio. Los cambios realizados debido a los diferentes costos asociados a cada escenario alimenticio también se vieron reflejados correctamente en estas simulaciones.

A continuación se presentan los resultados de simular cada uno de los 6 escenarios posibles de cultivo en el hatchery, recogiendo de estas simulaciones los valores de las variables relevantes para responder al objetivo 2. Para lograr determinar la mejor tecnología de cultivo en base al criterio de evaluación económica escogido (VAC), el resultado de mayor relevancia fue el cálculo del VAC. Sin embargo se consideró importante mostrar, además, como resultados de interés las predicciones respecto del número de individuos finales de 1 año producidos, el Flujo de Costos Anual (sumatoria de costos fijos y variables y desglose de éstos) y el Costo Medio (CMe).

Los resultados de las simulaciones muestran que los Costos Fijos más bajos se obtuvieron en el escenario 6 (Krill flake) con \$18.329.418,00 (Tabla 6). Los Costos Variables más bajos también se obtuvieron en el escenario 6 (Krill flake) con \$1.613.549,87 (Tabla 7). De igual forma, el Flujo de Costos y por ende el VAC más bajo se obtuvieron en el escenario 6 (Krill flake) con \$19.942.967,87 y \$157.827.963,76; respectivamente (Tabla 8). En términos del número de individuos de 12 meses de edad producidos en hatchery, los mejores resultados se obtuvieron en el escenario 1 (Control) y en el escenario 2 (Artemia-Chorito) con 37.109,18 juveniles. Bajo las condiciones del escenario 1 se obtuvo el costo medio más bajo con \$728 por individuo (Tabla 9).

5.-Uso del Modelo.

En esta etapa se procedió a diseñar simulaciones adicionales que permitieran evaluar cuál de las alternativas de la versión 2 del modelo (escenarios 3, 4, 5 y 6) resultaría la más conveniente económicamente si se fija el número de juveniles de 1 año a producir en los cuatro escenarios.

Esta condición difiere de lo establecido en los escenarios de la versión MBEPJC V2 porque cada escenario tiene asociado diferentes tasas de sobrevivencia en las etapas de Juvenil Inicial y Juvenil Intermedio. Dada esta condición no es posible pronunciarse a favor de alguna de las alternativas de alimentación en términos del VAC o del Flujo de Costos. Para responder a esta incógnita se simuló un escenario en el cual la tasa de sobrevivencia se fijó en 47% tanto en la etapa de Juvenil Inicial como en la de Juvenil Intermedio en los escenarios 3, 4, 5 y 6 con lo que los cuatro escenarios produjeron 12.848,78 juveniles de 1 año (Tabla 10). El 47% de sobrevivencia utilizada en estos escenarios se definió considerando que corresponde a una de las más altas obtenidas en laboratorio y por lo tanto representa un escenario optimista.

Los resultados de las simulaciones adicionales confirmaron que los Costos Variables más bajos se obtienen en el escenario 6 (Krill flake) con \$1.613.549,87 (Tabla 11). De igual forma, el Flujo de Costos y por ende el VAC más bajo siguen siendo los valores obtenidos en el escenario 6 (Krill flake) con \$19.942.967,87 y \$157.827.963,76; respectivamente (Tabla 12).

Discusión

En el marco de la diversificación de la acuicultura nacional el cultivo de un producto cotizado en el mercado internacional como la centolla austral (*Lithodes santolla*), así como el de otras especies, juega un rol importante para aspirar a la sustentabilidad de ésta. Para poder evaluar la factibilidad de dicho cultivo juega un papel importante un modelo bieconómico que pueda predecir la producción final y los costos proyectados, antes de aventurarse en un proyecto sin tener una visión de los resultados que se podrían obtener, tanto en el área biológica como en la económica del cultivo.

Para Soria y Zúñiga (1998) existen dos ventajas de aplicar un modelo en la evaluación económica de recursos marinos:

- a) Mayor precisión al momento de estimar costos e ingresos, y en la posibilidad de sensibilizar el modelo con sencillez, incorporando cambios en las variables críticas.
- b) Un modelo construido para una especie marina en particular puede ser aplicado en la evaluación de especies marinas similares, si se introducen en él los valores apropiados de los parámetros.

Se puede entender que bajo los 6 escenarios de cultivo los costos fijos y la inversión se mantienen constantes, sólo varían los costos variables, específicamente los referidos a la alimentación. El análisis de costos de otros estudios sobre producción en hatchery tanto en ostión del norte (Figueroa *et al.*, 1998), como en otras especies (almejas (Ávila *et al.*, 1998; Tisdell *et al.*, 1993), loco (Ávila *et al.*, 1998), abalón (Soria & Zúñiga, 1998)), muestran resultados similares a los

obtenidos en este trabajo en lo que respecta sugerir que los costos fijos son mayores que los costos variables.

Respecto de los resultados obtenidos se puede observar que el escenario 1 debe descartarse debido a que los activos fijos e inversiones no se encuentran detallados, y constituyen un valor muy por debajo del real para implementar toda la infraestructura y equipamiento necesarios para producir 38 mil juveniles de 12 meses de edad. La valorización de la infraestructura y el sistema de cultivo está subestimada al compararla con el desglose más detallado de los Activos fijos e Inversiones de la nueva versión MBEPJC V2 (Fig. 4 y 15). De manera similar, este escenario que corresponde al modelo base MBEPJC V1, incluye etapas obsoletas ya que con la experiencia acumulada se llegó al establecimiento de dos estadíos juveniles (Juvenil Inicial= 4 meses, Juvenil Intermedio= 7 meses), en lugar de tres. Otro factor que afecta negativamente al escenario Control es que a igual número de juveniles producidos con respecto al control actualizado “Artemia-Chorito” (escenario 2), el costo de alimentación de Artemia con microalgas tiene un valor de \$2.160.000 anuales, notablemente mayor con respecto al luche utilizado en el escenario 2 (\$57.781,64 anuales) (Tabla 13). Esto se debe, probablemente, a la sobrestimación de los litros de microalga necesarios para cultivar artemias, ya que en el escenario Control se fija un tiempo de cultivo de artemias de 90 días, las cuales requieren de 40 litros diarios de microalga que tiene un valor de \$600 el litro. A diferencia del escenario 1, el escenario 2 calcula la cantidad exacta diaria de luche que necesita una Artemia para alimentarse. El costo de una Artemia en el escenario 1 es de \$0,006, mientras que en el escenario 2 el valor calculado es de \$0,000845 tomando en cuenta el costo de un envase de 425 gr. de nauplios de Artemia (1gr=240 mil nauplios) que tiene un valor de \$86.000. El peor escenario en cuanto al costo medio (costo de producir un individuo de 1

año) claramente es el 5 (Artemia), debido que el valor asciende a \$7.235,50, un valor muy superior a los \$4.461,95 (Krill flake-Chorito) del segundo costo medio más alto (Tabla 9). Esto se debe fundamentalmente a la baja tasa de sobrevivencia de la etapa Juvenil Intermedio que es del 7,78% comparada con las tasas de los demás escenarios constituyentes de la versión 2 que fluctúan entre el 21,11 y el 46,7% (Tabla 2). Se logró bajar el costo de producción de Artemia pero al ocupar tasas de sobrevivencia del experimento colectivo bajó considerablemente el número final de juveniles de centolla de 1 año de edad producidos. La también baja sobrevivencia en la etapa de Juvenil Intermedio (21,11%) de los escenarios 3 y 4 (Krill flake-Chorito y Chorito respectivamente), puede deberse a la carga bacteriana que el chorito deja en el agua, lo cual podría solucionarse aumentando la tasa de recambio de agua. Sin embargo, desde el punto de vista nutricional el chorito es la mejor dieta (Paschke, com. pers.).

Los mejores resultados en costo medio, Flujo de costos anual y VAC de los 5 escenarios (no se considera el control por las razones antes mencionadas) es Artemia-Chorito debido a la elevada tasa de sobrevivencia en el periodo juvenil 1 a un año (comprende 323 días) que asciende al 88,46% (Tabla 1), pero se debe puntualizar que dicha tasa es para animales cultivados individualmente y no de forma masiva o en un estanque sin refugios donde existen índices de mortalidad más altos por causa del canibalismo.

El costo medio más bajo de los 4 escenarios de la versión 2 (escenarios 3, 4, 5 y 6) es el escenario Krill flake (\$1.552,13) (Tabla 9). De igual forma el VAC en este escenario que asciende a \$157.827.963,76 constituye el VAC más bajo y, por ende, el Flujo de Costos también más bajo de la versión 2. Krill flake, además, obtuvo los costos más bajos en alimentación de los 6

escenarios (\$1.133.549,87 anuales) (Tabla 7), y el mayor número de individuos finales producidos que totalizan 12.848,78 juveniles de 1 año (Tabla 9).

Las simulaciones referidas al uso del modelo muestran que el modelo funciona correctamente, ya que al modificar la tasa de sobrevivencia, el Costo Medio, el Flujo de Costos y el VAC cambian de manera proporcional a dicha tasa. Por su parte, los costos medios fueron más altos en los tres escenarios que inicialmente tenían la sobrevivencia más baja, a pesar de que en este nuevo escenario se igualó las tasas de éstos a las utilizadas en Krill flake. Es por esto que Krill flake sigue siendo la alternativa que presenta el menor Costo Medio con \$1.552,13, no obstante la alimentación con Artemia debería también ser considerada puesto que el valor del Costo Medio es similar al de Krill flake (\$1.709,59). El valor más alto resultó ser Chorito con \$2.179,10 (Tabla 10). Los resultados de Flujo de Costos y VAC siguen el mismo patrón anterior, siendo Artemia el segundo menor valor de Flujo de Costos con \$21.966.192,89 y de VAC con \$165.497.578,38. Los valores más altos se obtuvieron en el escenario Chorito con un Flujo de Costos de \$28.000.008,78 y VAC igual a \$188.370.487,82 (Tabla 12). Las ventajas de Krill flake sobre las demás alternativas alimenticias se ven más claras aún cuando se observa que el personal se requiere sólo por un cuarto de jornada, ya que simplemente hay que esparcir hojuelas directamente desde el embase al estanque.

La información expuesta anteriormente muestra que para la producción de juveniles de 1 año de centolla las 4 alternativas nuevas de alimentación son factibles, entregando mejores resultados el escenario 6 de alimentación (Krill flake), en lo que se refiere al menor Flujo de Costos y en consecuencia el menor VAC, lo cual fue confirmado por las simulaciones adicionales donde se

igualaron las tasas de sobrevivencia para que los cuatro escenarios de MBEPJC V2 produjeran la misma cantidad de juveniles de 1 año. El Costo Medio más bajo también lo obtuvo el escenario 6. El uso de tasas de sobrevivencia de cultivo masivo en el modelo MBEPJC V2, bajó notoriamente el número final de individuos producidos de 37.109,18 en el escenario Control a un rango que fluctuó entre 12.848,78 (Krill flake) y 3.048,63 (Artemia) individuos. Los resultados de las simulaciones adicionales permiten concluir que se debería concentrar el esfuerzo en mejorar la sobrevivencia de los juveniles, más que en el tipo de alimento a utilizar, ya que los valores de Flujo de Costos, VAC y Costo Medio obtenidos se acercan bastante entre sí al producir la misma cantidad de individuos.

Bibliografía

ÁVILA, M., PLAZA, H., SCHNETTLER, P., NILO, M., PAVÉZ, H. & TOLEDO, C. 1998. Estado de Situación y Perspectiva de la Acuicultura en Chile. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso. Chile. pp. 63-87.

FIGUEROA, F., TAPIA, E., MARTINEZ, L. & JOPIA, J. 1998. Instalación de un hatchery de Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*) en la zona de Quintay. Seminario para optar al título de Técnico en Cultivos Acuícolas. Escuela de pesquerías y oceanografía. Instituto Profesional de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico). 2008. III Concurso de Proyectos del programa: Hacia una Acuicultura de Nivel Mundial (HUAM).Formulario de Presentación 4 págs.

GRANT, W.E., PEDERSEN, E.K., MARÍN, S.L., 1997. Ecology and natural Resource Management: Systems Analysis and Simulation. John Wiley & Sons Inc., New York, 373 p.

GUZMÁN, L., E. DAZA, S. CORNEJO & C. CANALES.2005. Diagnóstico biológico pesquero de centolla en la región de Magallanes. En: XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Chile.

HIGH PERFORMANCE SYSTEMS INC., 2000. An Introduction to Systems Thinking. Hanover, NH, 176 p.

LOVRICH, G. A., THATJE, S., CALCAGNO, J., ANGER, K. & A. KAFFENBERGER. 2003. Changes in biomass and chemical composition during lecithotrophic larval development of the southern King crab, *Lithodes santolla* (Molina, 1978). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 288: 65-79.

MALLEA, D. 2006. Estructura de costos, para la producción de juveniles de centolla (*Lithodes santolla*) de 12 meses de edad, en el hatchery de invertebrados marinos de la Universidad Austral de Chile. Tesis, Esc. de Acuicultura, Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, 60 págs.

MIDEPLAN (Ministerio de Planificación). 2009. Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos. División de Planificación, Estudios e Inversión; Departamento de Inversiones; 25 págs.

RETAMAL, M. 1999. Decápodos de Chile. CD-ROM. ETI. Universidad de Concepción. Springer-Verlag.

SORIA, K. & ZÚÑIGA, S. 1998. Análisis de rentabilidad operacional en el cultivo del abalón, *haliotis discus hannai*. *Ciencia y Tecnología Marina* 21:97-108.

TISDELL, C.A., TACCONI, L., BARKER, J. & LUCAS, J. 1993. Economics of ocean culture of giant clams, *Tridacna gigas*: internal rate of return analysis. *Aquaculture* 110:13-26.

URBINA, M. 2005. Respuesta fisiológica (*Lithodes santolla*) (Molina, 1782) (Decapada, Lithodidae) a la emersión bajo condiciones de laboratorio: Factibilidad biológica para exportación de centollas vivas. Tesis, Esc. de Acuicultura, Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, 42 págs.

VINUESA, J.H.1991. Biología y Pesquería de la Centolla (*Lithodes santolla*) Atlántica, Río Grande. Volumen (13): 233-244.

Referencia Electrónica:

WWW.CADICUSH.ORG.AR. Laboratorio de Biología de Crustáceos Marinos, Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET).

Tablas

Tabla 1. Tiempos de desarrollo y tasas de sobrevivencia para cada uno de los estadios del cultivo larval y juveniles de centolla utilizados para los escenarios 1 y 2, ocupando una tecnología de cultivo que incluye una densidad inicial de cultivo de 800 y un recambio de agua del 400%. Para la etapa Juvenil I a 1 año los recambios utilizados son los de 50 y 200 % (MBEPJC V1).

Estadio de desarrollo	Tiempo de desarrollo (Días)	Sobrevivencia (%)
Zoea I	4	93
Zoea II	3	82
Zoea III	6	77
Megalopa	26	62
Juvenil I a 1 año	322	88,46
Nº inicial de individuos	115.200	

Tabla 2. Tiempos de desarrollo y tasas de sobrevivencia para cada uno de los estadios del cultivo larval de centolla utilizando una tecnología de cultivo que incluye una densidad inicial de cultivo de 800, un recambio de agua del 200% (MBEPJC V2). Esta Tabla es válida para los escenarios 3, 4, 5 y 6.

Estadio de desarrollo	Tiempo de desarrollo (Días)	Sobrevivencia (%)
Zoea I	3	99,2
Zoea II	3	95,8
Zoea III	4	96,15
Megalopa	21	50,1
Juvenil Inicial	120	46,7 ₃ 63,3 ₄ 63,3 ₅ 46,7 ₆
Juvenil Intermedio	210	21,11 ₃ 21,11 ₄ 7,78 ₅ 46,7 ₆
Nº inicial de individuos	128.000	

*3=Krill flake-Chorito, 4=Chorito, 5=Artemia, 6=Krill flake.

Tabla 3. Costos fijos asociados a la producción de juveniles de 1 año de edad para nueva versión (MBEPJC V2). Esta Tabla es válida para los escenarios 3, 4, 5 y 6.

Ítem	Total Mes	Total anual
<i>Personal</i>		
Gerente	800.000	9.600.000
Técnico Acuícola	400.000	4.800.000
Asistente Acuícola	200.000	2.400.000
<i>Producción</i>		
Teléfono	15.000	180.000
Energía Eléctrica	516.501/508.402*	6.149.418
Agua Potable	25.000	300.000
Aseo y Oficina	25.000	300.000
Total mensual	1.981.501	23.729.418

*516.501 corresponde a los periodos Enero-Marzo y Julio-Septiembre, el resto del año no se emplean las bombas de reproductores lo que supone un gasto de \$ 508.402.

Tabla 4. Estimación de los costos asociados al consumo eléctrico durante la producción de juveniles de centolla de 1 año para nueva versión (MBEPJC V2). Esta Tabla aporta la información para los escenarios 3, 4, 5 y 6.

Equipos	Consumo (Kwh.)	N° máquinas	Tiempo (hr.)	Tiempo (días)	Total consumo mensual (Kwh)
Bombas de agua bateas	0,012	24	24	30	207,36
Bombas de agua reproductores	0,038	2	24	30	54,72
Filtro UV	0,04	8	24	30	230,4
Enfriador	3	1	24	30	2160
Luminaria techo (fluorescentes)	0,04	12	8	24	92,16
Computadores	0,04	1	8	24	7,68
Bomba de Agua	4,0975	1	6	30	737,55
Total					3.489,87
Total (\$) (Ene-Mar, Jul-Sep)					516.501*
Total (\$) (Abr-Jun, Oct-Dic)					508.402*

*El precio del kwh se fijó en \$148.

Tabla 5. Costos variables asociados a la producción de juveniles de centolla de 1 año. El ítem “fungibles” corresponde a gastos imprevistos y a algunos materiales como pipetas, esponjas y detergente, estimado a un costo de \$40.000 anual (MBEPJC V2). Esta Tabla aporta la información para los escenarios 3, 4, 5 y 6.

Ítem	Unidad
Ración semanal de gónada de chorito/individuo	0,9 gr.
Ración semanal de Krill flake/individuo	0,006 gr.
Ración semanal de Artemia/individuo	15% del peso de un individuo.
Costo diario/Kg. Artemia	\$396
Costo diario en luce/Kg. Artemia	\$597
Costo total diario/Kg. Artemia	\$993
Fungibles (valor mensual)	\$40.000

Tabla 6. Costos fijos anuales de cada escenario (\$).

Escenario	Alimento	Personal	Producción	Costos fijos
1	Control	16.800.000,00	2.036.892,00	18.836.892,00
2	Artemia-chorito	16.800.000,00	6.929.418,00	23.729.418,00
3	Krill flake-Chorito	16.800.000,00	6.929.418,00	23.729.418,00
4	Chorito	16.800.000,00	6.929.418,00	23.729.418,00
5	Artemia	13.200.000,00	6.929.418,00	20.129.418,00
6	krill flake	11.400.000,00	6.929.418,00	18.329.418,00

Tabla 7. Costos variables anuales de cada escenario (\$).

Escenario	Alimento	Alimentación	costos varios	Costos variables
1	Control	7.613.771,02	569.200,00	8.182.971,02
2	Artemia-Chorito	4.506.167,57	480.000,00	4.986.167,57
3	Krill flake-Chorito	2.024.562,28	480.000,00	2.504.562,28
4	Chorito	4.244.273,53	480.000,00	4.724.273,53
5	Artemia	1.448.953,57	480.000,00	1.928.953,57
6	Krill flake	1.133.549,87	480.000,00	1.613.549,87

Tabla 8. Flujo de Costos anual, Activos fijos e inversiones y VAC de 5 años de producción por escenario (\$).

Escenario	Alimento	Flujo costos	Activos fijos	VAC
1	Control	27.019.863,02	57.400.000,00	159.826.539,30
2	Artemia-chorito	28.715.585,57	82.228.425,00	191.083.086,83
3	Krill flake-Chorito	26.233.980,28	82.228.425,00	181.675.850,34
4	Chorito	28.453.691,53	82.228.425,00	190.090.302,40
5	Artemia	22.058.371,57	82.228.425,00	165.847.008,09
6	krill flake	19.942.967,87	82.228.425,00	157.827.963,76

Tabla 9. Número de individuos anuales producidos y costo medio (costo/individuo) (\$).

Escenario	Alimento	Nº ind. Finales	costo/ind.
1	Control	37.109,18	728,12
2	Artemia-Chorito	37.109,18	773,81
3	Krill flake-Chorito	5.879,49	4.461,95
4	Chorito	7.969,42	3.570,36
5	Artemia	3.048,63	7.235,50
6	Krill flake	12.848,78	1.552,13

Tabla 10. Número de individuos anuales producidos y costo medio (costo/individuo) (\$), obtenidos en las simulaciones adicionales.

Escenario	Alimento	Nº ind. Finales	costo/ind.
3	Krill flake-Chorito	12.848,78	2.063,37
4	Chorito	12.848,78	2.179,20
5	Artemia	12.848,78	1.709,59
6	Krill flake	12.848,78	1.552,13

Tabla 11. Costos variables anuales de cada escenario (\$), obtenidos en las simulaciones adicionales.

Escenario	Alimento	Alimentación	costos varios	Costos variables
3	Krill flake-Chorito	2.302.370,71	480.000,00	2.504.562,28
4	Chorito	3.790.590,78	480.000,00	4.724.273,53
5	Artemia	1.356.774,89	480.000,00	1.928.953,57
6	Krill flake	1.133.549,87	480.000,00	1.613.549,87

Tabla 12. Flujo de Costos anual, Activos fijos e inversiones y VAC de 5 años de producción por escenario (\$), obtenidos en las simulaciones adicionales.

Escenario	Alimento	Flujo costos	Activos fijos	VAC
3	Krill flake-Chorito	26.511.788,71	82.228.425,00	182.728.962,88
4	Chorito	28.000.008,78	82.228.425,00	188.370.487,82
5	Artemia	21.966.192,89	82.228.425,00	165.497.578,38
6	Krill flake	19.942.967,87	82.228.425,00	157.827.963,76

Tabla 13. Detalle del costo anual en alimentación para los escenarios 1 y 2 (\$).

Escenario	Alimento	Alim. Artemia	Artemia	Chorito	Alimentación
1	Control	2.160.000,00 ₁	2.431.913,61	5.181.857,41	7.613.771,02
2	Artemia-Chorito	57.781,64 ₂	96.076,15	4.410.091,42	4.506.167,57

*1=Microalga, 2=Luche.

Figuras

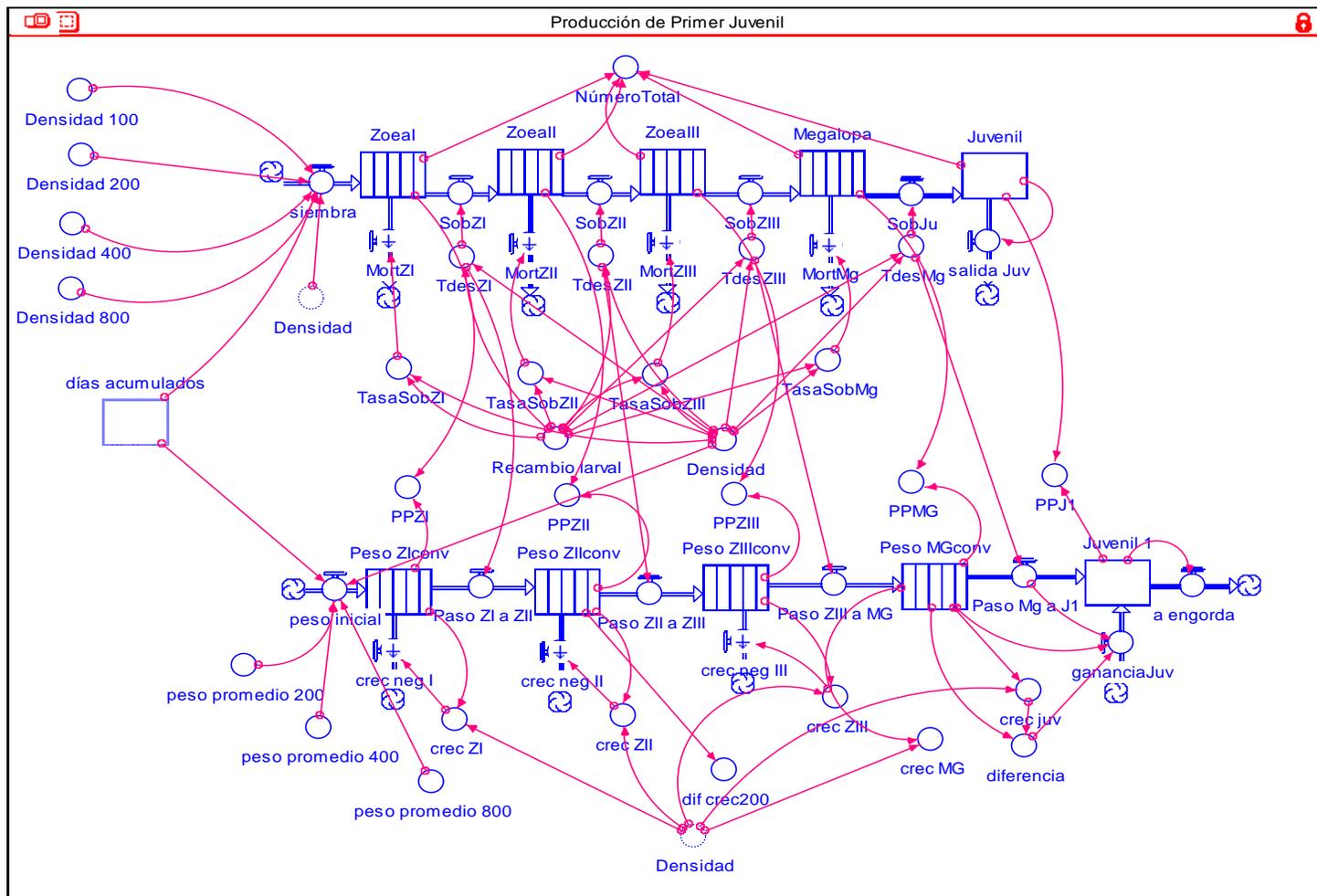


Figura 1: Submodelo de Producción de Primer Juvenil para escenarios 1 y 2 (Control y Artemia-Chorito, respectivamente). Modelo Base MBEPJC V1.

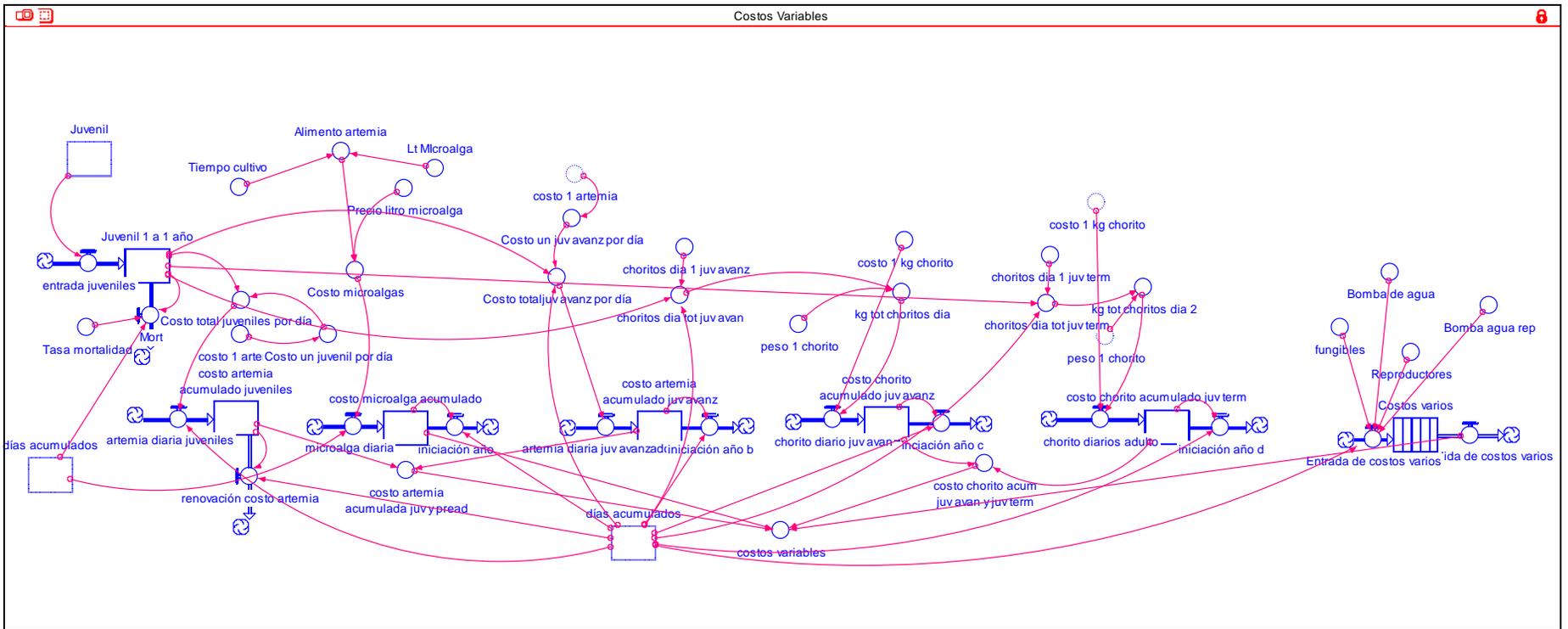


Figura 2: Submodelo de Costos Variables para escenario 1 (Control). Modelo Base MBEPJC V1.

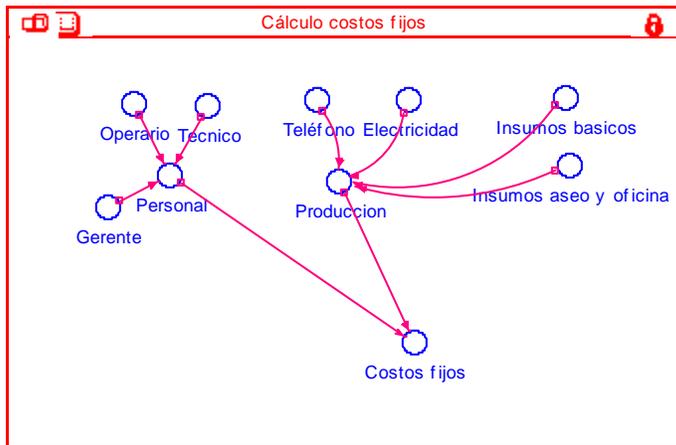


Figura 3: Submodelo de Cálculo de Costos Fijos para escenario 1 (Control). Modelo Base MBEPJC V1

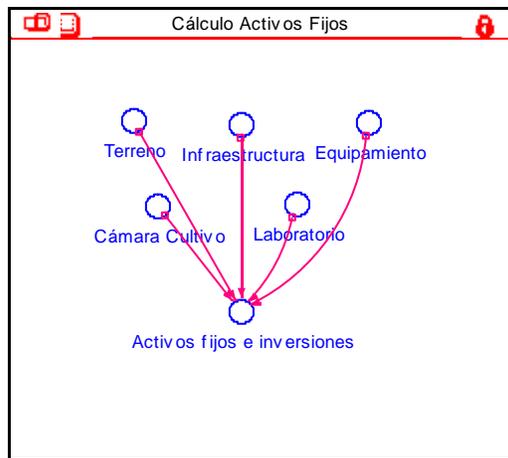


Figura 4: Submodelo de Cálculo de Activos Fijos para escenario 1 (Control). Modelo Base MBEPJC V1.

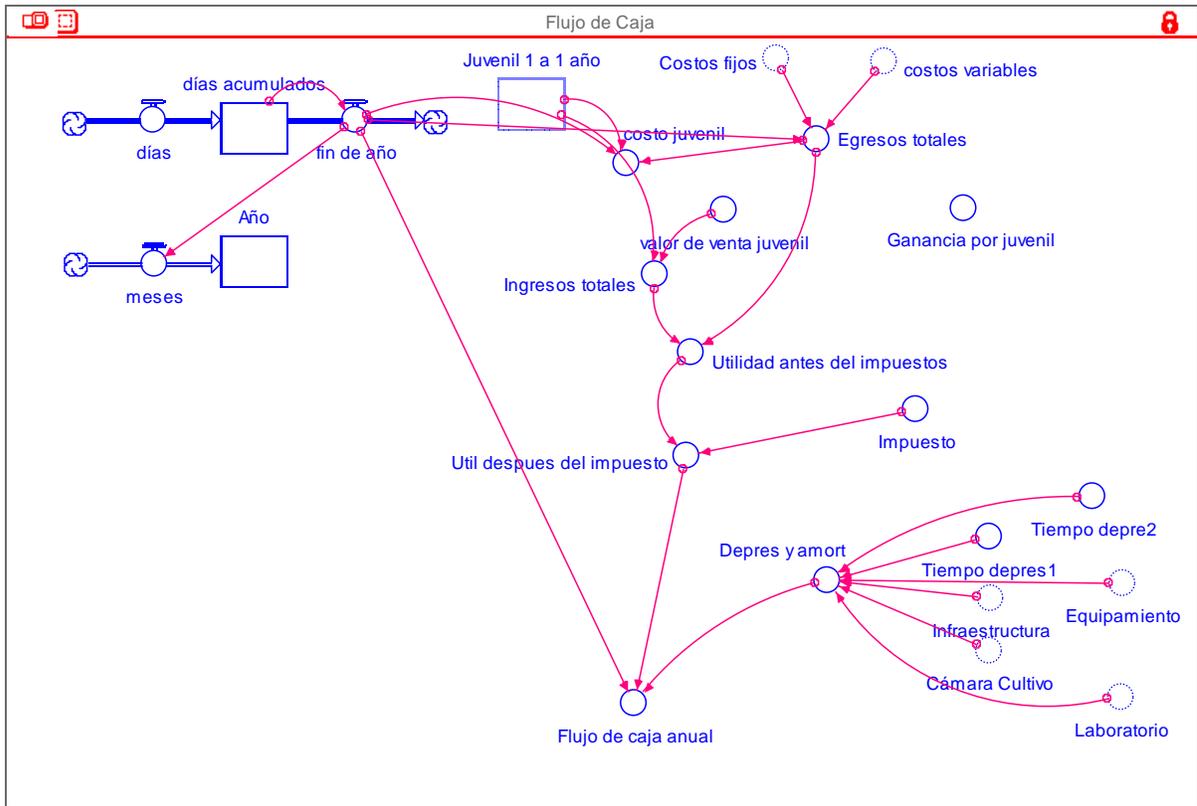


Figura 5: Submodelo de Flujo de Caja utilizado en la versión 1 (MBEPJC V1).

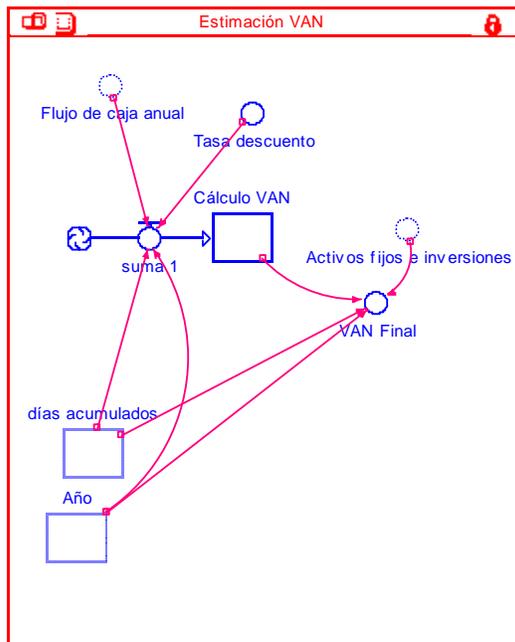


Figura 6: Submodelo de Cálculo del VAN utilizado en la versión 1 (MBEPJC V1).

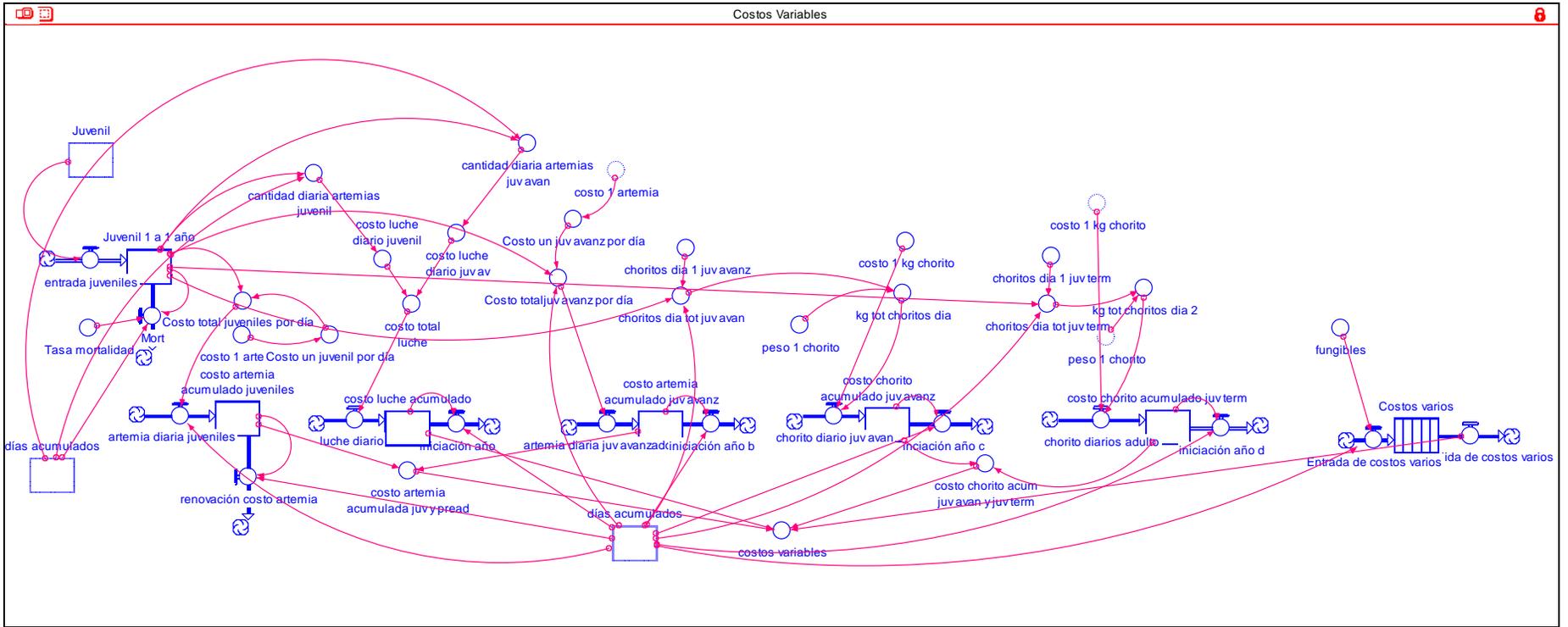


Figura 7: Submodelo de Costos Variables para escenario 2 (Artemia-Chorito) (MBEPJC V1).

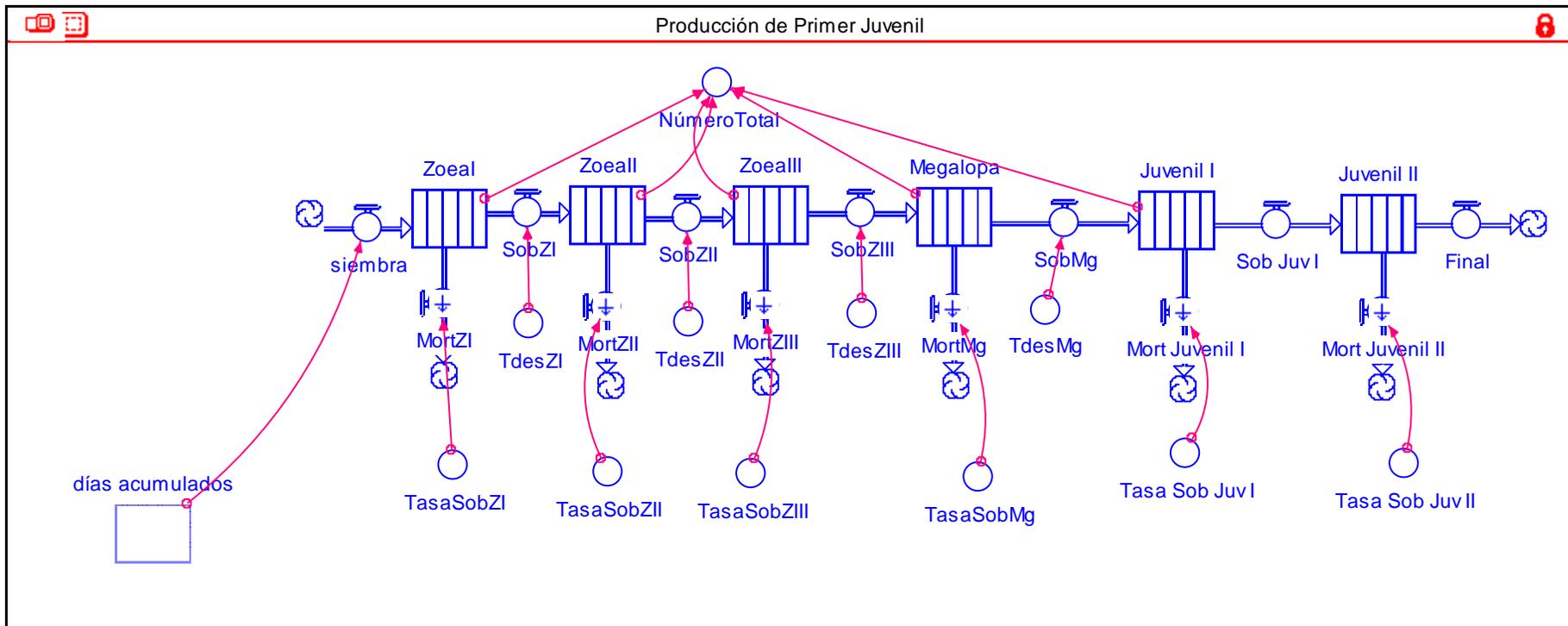


Figura 8: Submodelo de Producción de Primer Juvenil para escenarios 3, 4, 5 y 6 (Krill flake-Chorito, Chorito, Artemia y Krill flake; respectivamente) (MBEPJC V2).

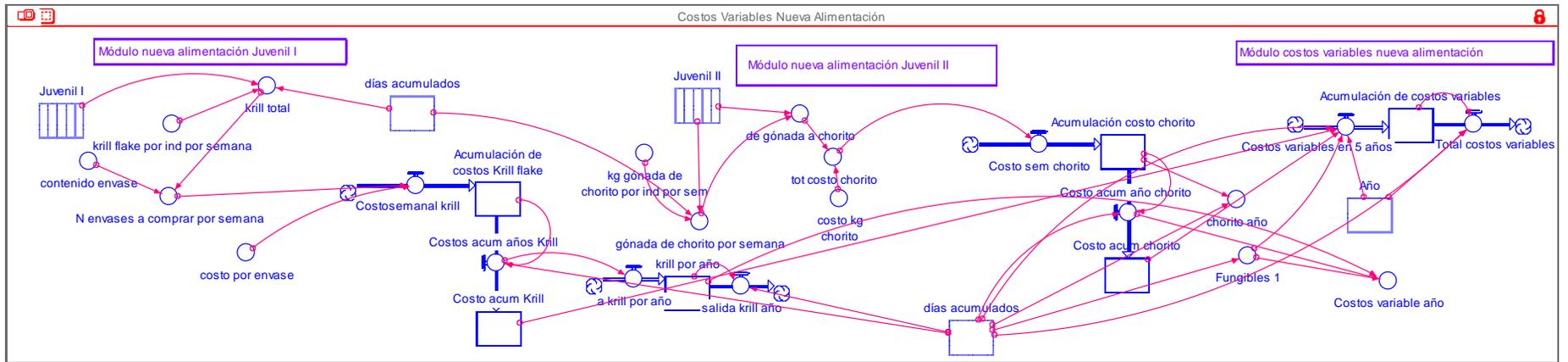


Figura 9: Submodelo de Costos Variables para escenario 3 (Krill flake-Chorito) (MBEPJC V2).

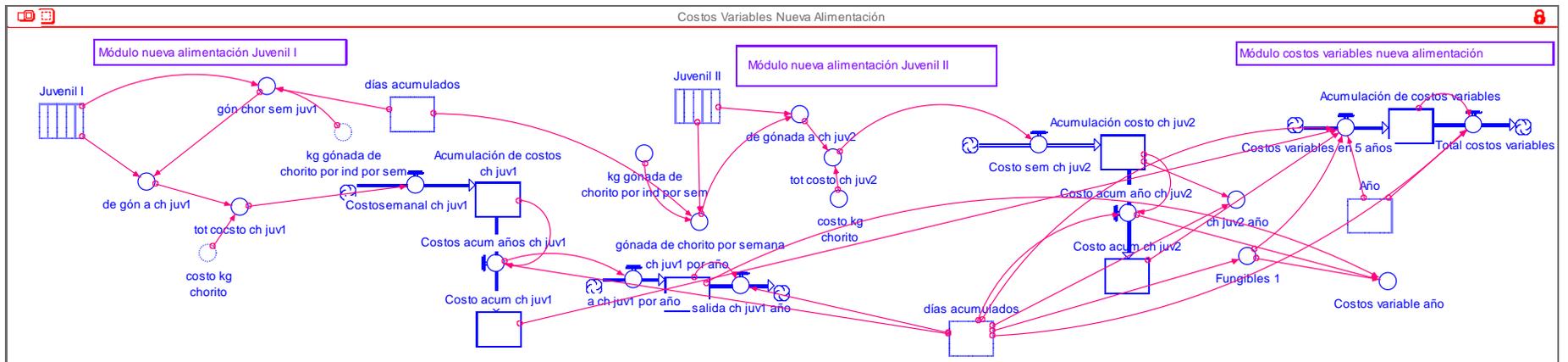


Figura 10: Submodelo de Costos Variables para escenario 4 (Chorito) (MBEPJC V2).

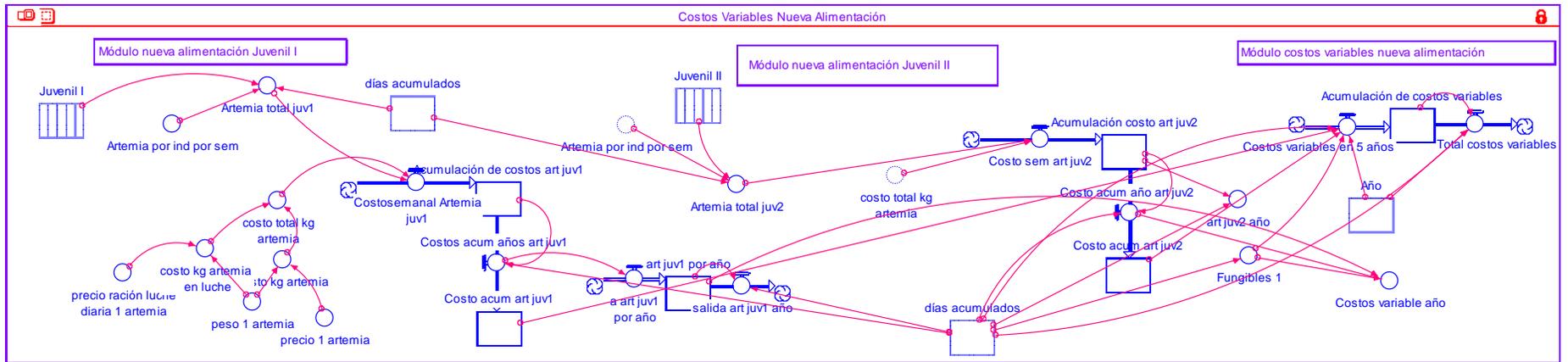


Figura 11: Submodelo de Costos Variables para escenario 5 (Artemia) (MBEPJC V2).

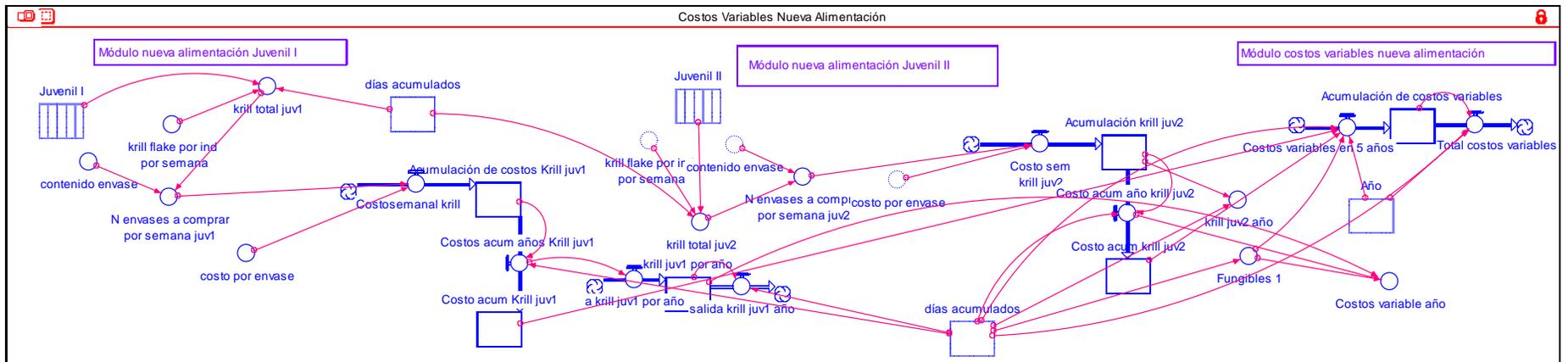


Figura 12: Submodelo de Costos Variables para escenario 6 (Krill flake) (MBEPJC V2).

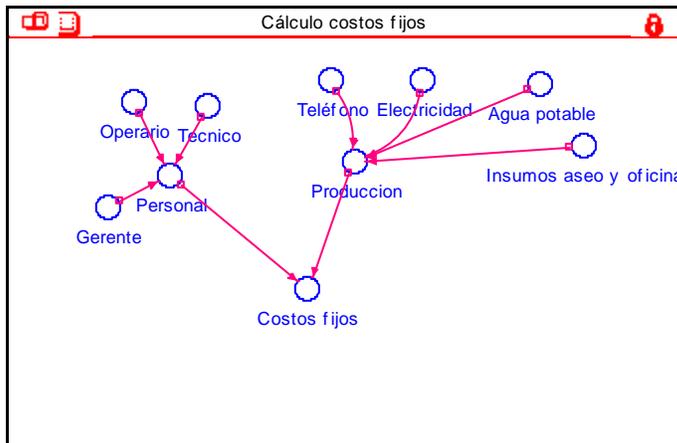


Figura 13: Submodelo de Costos Fijos para escenarios 2, 3 y 4 (Artemia-Chorito, Krill flake-Chorito y Chorito; respectivamente) (MBEPJC V2).

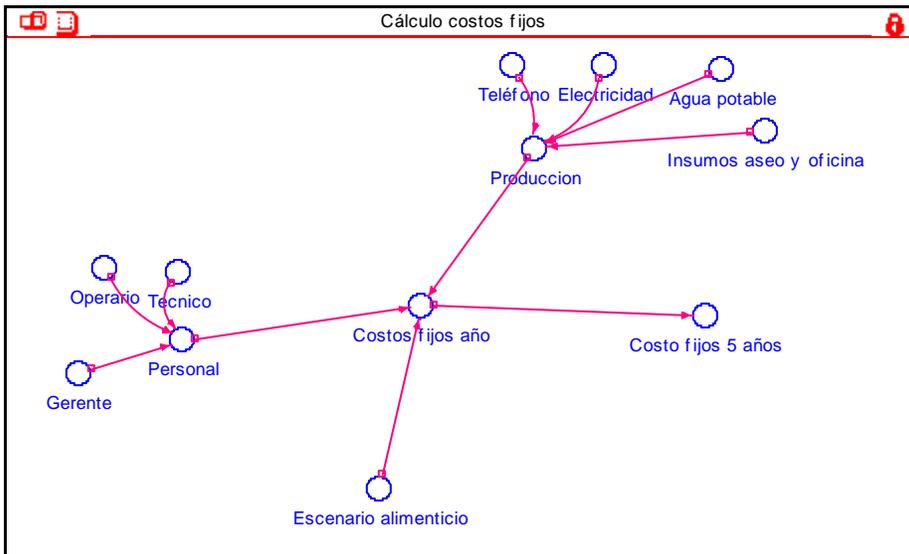


Figura 14: Submodelo de Costos Fijos para escenarios 5 y 6 (Artemia y Krill flake, respectivamente) (MBEPJC V2).

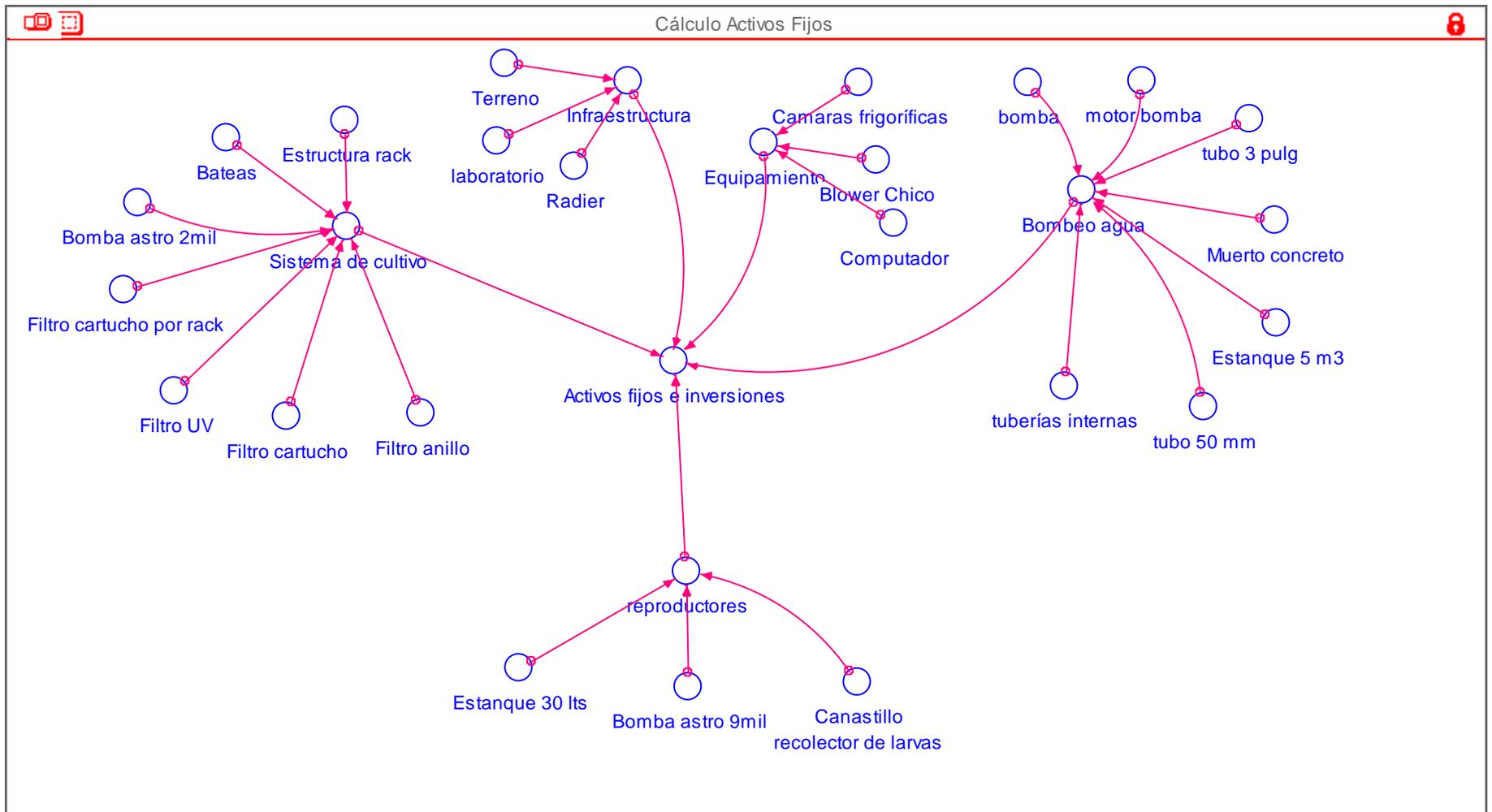


Figura 15: Submodelo de Cálculo de Activos Fijos para escenarios 2, 3, 4, 5 y 6 (Artemia-Chorito, Krill flake-Chorito, Chorito, Artemia y Krill flake; respectivamente) (MBEPJC V2).

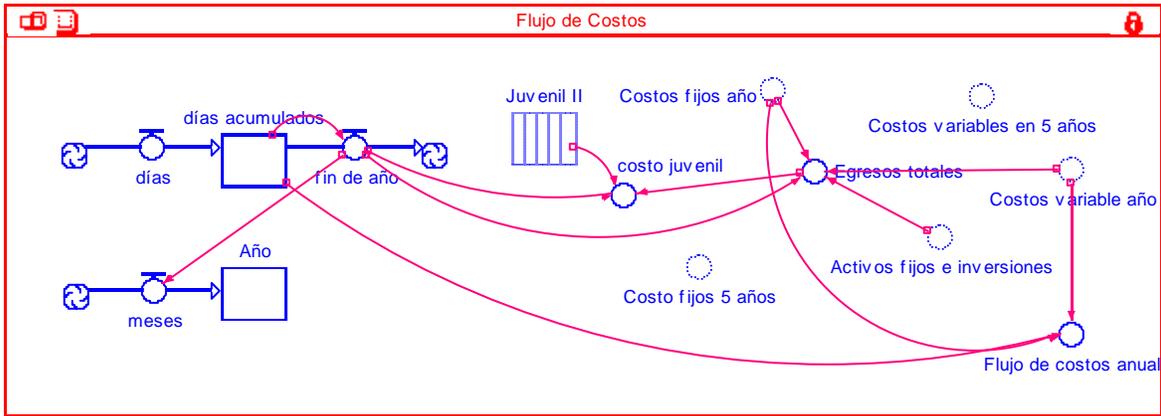


Figura 16: Submodelo de Flujo de Costos para los 6 escenarios.

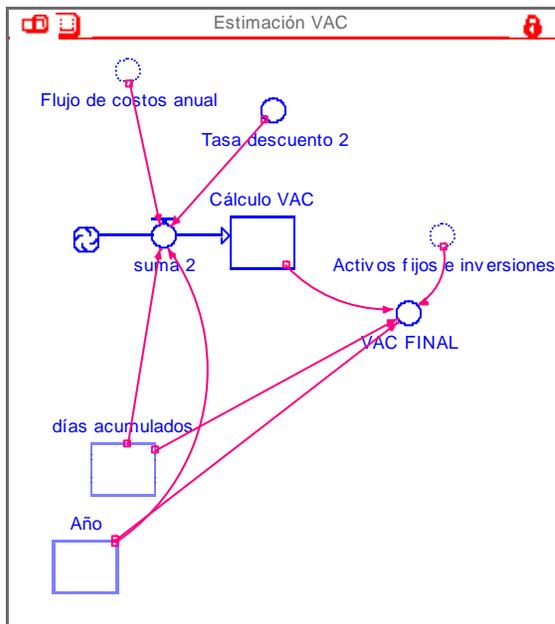


Figura 17: Submodelo de Cálculo del VAC para los 6 escenarios.

ANEXO 1

Producción de Primer Juvenil (MBEPJC V1)

Juvenil(t) = Juvenil(t - dt) + (SobJu - salida_Juv) * dt

INIT Juvenil = 0

INFLOWS:

SobJu = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesMg

OUTFLOWS:

salida_Juv = Juvenil*1

Juvenil_1(t) = Juvenil_1(t - dt) + (Paso_Mg_a_J1 + gananciaJuv - a_engorda) * dt

INIT Juvenil_1 = 0

INFLOWS:

Paso_Mg_a_J1 = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesMg

gananciaJuv = if (Paso_Mg_a_J1>0) then Peso_MGconv*diferencia else 0

OUTFLOWS:

a_engorda = Juvenil_1

Megalopa(t) = Megalopa(t - dt) + (SobZIII - SobJu - MortMg) * dt

INIT Megalopa = 0

TRANSIT TIME = varies

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

SobZIII = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZIII

OUTFLOWS:

SobJu = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesMg

MortMg = LEAKAGE OUTFLOW

LEAKAGE FRACTION = 1-TasaSobMg

NO-LEAK ZONE = 0%

Peso_MGconv(t) = Peso_MGconv(t - dt) + (Paso_ZIII_a_MG - Paso_Mg_a_J1) * dt

INIT Peso_MGconv = 0

TRANSIT TIME = varies

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

Paso_ZIII_a_MG = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZIII

OUTFLOWS:

Paso_Mg_a_J1 = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesMg
 Peso_ZIconv(t) = Peso_ZIconv(t - dt) + (peso_inicial - Paso_ZI_a_ZII - crec_neg_I) * dt
 INIT Peso_ZIconv = 0
 TRANSIT TIME = varies
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

INFLOWS:

peso_inicial = if (días_acumulados=1) and (Densidad=200) then peso_promedio_200 else if
 (días_acumulados=1) and (Densidad=400) then peso_promedio_400 else if (días_acumulados=1) and
 (Densidad=800) then peso_promedio_800 else 0

OUTFLOWS:

Paso_ZI_a_ZII = CONVEYOR OUTFLOW
 TRANSIT TIME = TdesZI
 crec_neg_I = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = crec_ZI
 NO-LEAK ZONE = 100%

Peso_ZIIconv(t) = Peso_ZIIconv(t - dt) + (Paso_ZI_a_ZII - Paso_ZII_a_ZIII - crec_neg_II) * dt
 INIT Peso_ZIIconv = 0
 TRANSIT TIME = varies
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

INFLOWS:

Paso_ZI_a_ZII = CONVEYOR OUTFLOW
 TRANSIT TIME = TdesZI

OUTFLOWS:

Paso_ZII_a_ZIII = CONVEYOR OUTFLOW
 TRANSIT TIME = TdesZII
 crec_neg_II = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = crec_ZII
 NO-LEAK ZONE = 100%

Peso_ZIIIconv(t) = Peso_ZIIIconv(t - dt) + (Paso_ZII_a_ZIII - Paso_ZIII_a_MG - crec_neg_III) * dt
 INIT Peso_ZIIIconv = 0
 TRANSIT TIME = varies
 INFLOW LIMIT = INF
 CAPACITY = INF

INFLOWS:

Paso_ZII_a_ZIII = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZII

OUTFLOWS:

Paso_ZIII_a_MG = CONVEYOR OUTFLOW
 TRANSIT TIME = TdesZIII
 crec_neg_III = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = crec_ZIII
 NO-LEAK ZONE = 100%

ZoeaI(t) = ZoeaI(t - dt) + (siembra - SobZI - MortZI) * dt

INIT ZoeaI = 0

TRANSIT TIME = varies

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

siembra = if (días_acumulados=1) and (Densidad=100) then Densidad_100 else if (días_acumulados=1) and (Densidad=200) then Densidad_200 else if (días_acumulados=1) and (Densidad=400) then Densidad_400 else if (días_acumulados=1) and (Densidad=800) then Densidad_800 else 0

OUTFLOWS:

SobZI = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZI

MortZI = LEAKAGE OUTFLOW

LEAKAGE FRACTION = 1-TasaSobZI

NO-LEAK ZONE = 0%

ZoeaII(t) = ZoeaII(t - dt) + (SobZI - SobZII - MortZII) * dt

INIT ZoeaII = 0

TRANSIT TIME = varies

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

SobZI = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZI

OUTFLOWS:

SobZII = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZII

MortZII = LEAKAGE OUTFLOW

LEAKAGE FRACTION = 1-TasaSobZII

NO-LEAK ZONE = 0%

ZoeaIII(t) = ZoeaIII(t - dt) + (SobZII - SobZIII - MortZIII) * dt

INIT ZoeaIII = 0

TRANSIT TIME = varies

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

SobZII = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZII

OUTFLOWS:

SobZIII = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZIII

MortZIII = LEAKAGE OUTFLOW

LEAKAGE FRACTION = 1-TasaSobZIII

NO-LEAK ZONE = 0%

```

crec_juv = if (Peso_MGconv>0) and (Densidad=200) then ((0.010845-(0.00614*5) +(0.000871*25))) else
if (Peso_MGconv>0) and (Densidad=400) then ((Peso_MGconv- (0.0211-(0.0113*5)
+(0.00161*25)))/Peso_MGconv ) else
if (Peso_MGconv>0) and (Densidad=800) then ((Peso_MGconv - (0.0441-(0.0234*5)
+(0.00325*25)))/Peso_MGconv) else 0
crec_MG = if (Peso_MGconv>0) and (Densidad=200) then ((Peso_MGconv - (0.010845-(0.00614*5)
+(0.000871*25)))/Peso_MGconv ) else if (Peso_MGconv>0) and (Densidad=400) then ((Peso_MGconv-
(0.0211-(0.0113*5) +(0.00161*25)))/Peso_MGconv ) else
if (Peso_MGconv>0) and (Densidad=800) then ((Peso_MGconv - (0.0441-(0.0234*5)
+(0.00325*25)))/Peso_MGconv) else 0
crec_ZI = if (Peso_ZIconv>0) and (Densidad=200) then ((Peso_ZIconv - (0.010845-(0.00614*2)
+(0.000871*4)))/Peso_ZIconv ) else if (Peso_ZIconv>0) and (Densidad=400) then ((Peso_ZIconv -
(0.0211-(0.0113*2) +(0.00161*4)))/Peso_ZIconv ) else
if (Peso_ZIconv>0) and (Densidad=800) then ((Peso_ZIconv - (0.0441-(0.0234*2)
+(0.00325*4)))/Peso_ZIconv ) else 0
crec_ZII = if (Peso_ZIIconv>0) and (Densidad=200) then ((Peso_ZIIconv - (0.010845-(0.00614*3)
+(0.000871*9)))/Peso_ZIIconv) else if (Peso_ZIIconv>0) and (Densidad=400) then ((Peso_ZIIconv-
(0.0211-(0.0113*3) +(0.00161*9)))/Peso_ZIIconv ) else
if (Peso_ZIIconv>0) and (Densidad=800) then ((Peso_ZIIconv - (0.0441-(0.0234*3)
+(0.00325*9)))/Peso_ZIIconv ) else 0
crec_ZIII = if (Peso_ZIIIconv>0) and (Densidad=200) then ((Peso_ZIIIconv - (0.010845-(0.00614*4)
+(0.000871*16)))/Peso_ZIIIconv ) else if (Peso_ZIIIconv>0) and (Densidad=400) then ((Peso_ZIIIconv-
(0.0211-(0.0113*4) +(0.00161*16)))/Peso_ZIIIconv ) else
if (Peso_ZIIIconv>0) and (Densidad=800) then ((Peso_ZIIIconv - (0.0441-(0.0234*4)
+(0.00325*16)))/Peso_ZIIIconv ) else 0
Densidad = 800
Densidad_100 = 100*6*4*3*2
Densidad_200 = 200*6*4*3*2
Densidad_400 = 400*6*4*3*2
Densidad_800 = 800*6*4*3*2
diferencia = if (Peso_MGconv>0) and (crec_juv>0) then (crec_juv-Peso_MGconv)/Peso_MGconv else 0
dif_crec200 = if (Peso_ZIIconv>0) then (Peso_ZIIconv - (0.010845-(0.0064*3) +(0.000871*9))) else 0
NúmeroTotal = Megalopa+ZoeaI+ZoeaII+ZoeaIII+Juvenil
peso_promedio_200 = 0.006
peso_promedio_400 = 0.012
peso_promedio_800 = 0.026*1000
PPJ1 = Juvenil*Juvenil_1
PPMG = Megalopa*Peso_MGconv
PPZI = Peso_ZIconv*ZoeaI
PPZII = Peso_ZIIconv*ZoeaII
PPZIII = Peso_ZIIIconv*ZoeaIII
Recambio_larval = 400
TasaSobMg = If (Recambio_larval=25) and (Densidad=100) then 0.38 else If (Recambio_larval=25) and
(Densidad=200) then 0.30 else If (Recambio_larval=25) and (Densidad=400) then 0.44 else If
(Recambio_larval=25) and (Densidad=800) then 0.30 else If (Recambio_larval=50) and (Densidad=100)
then 0.08 else If (Recambio_larval=50) and (Densidad=200) then 0.11 else If (Recambio_larval=50) and
(Densidad=400) then 0.41 else If (Recambio_larval=50) and (Densidad=800) then 0.24 else If
(Recambio_larval=100) and (Densidad=100) then 0.04 else If (Recambio_larval=100) and
(Densidad=200) then 0.24 else If (Recambio_larval=100) and (Densidad=400) then 0.21 else If

```



```

INIT Costos_varios = 0
    TRANSIT TIME = 361
    INFLOW LIMIT = INF
    CAPACITY = INF

```

INFLOWS:

```

Entrada_de_costos_varios = if (días_acumulados=1) then
(Bomba_de_agua+fungibles+Reproductores+Bomba_agua_rep) else 0

```

OUTFLOWS:

```

salida_de_costos_varios = CONVEYOR OUTFLOW
costo_artemia_acumulado_juveniles(t) = costo_artemia_acumulado_juveniles(t - dt) +
(artemia_diaria_juveniles - renovación_costo_artemia) * dt
INIT costo_artemia_acumulado_juveniles = 0

```

INFLOWS:

```

artemia_diaria_juveniles = if (días_acumulados>=0) and (días_acumulados<91) then
Costo_total_juveniles_por_día else 0

```

OUTFLOWS:

```

renovación_costo_artemia = if (días_acumulados=362) then costo_artemia_acumulado_juveniles else 0
costo_artemia_acumulado_juv_avanz(t) = costo_artemia_acumulado_juv_avanz(t - dt) +
(artemia_diaria_juv_avanzado - iniciación_año_b) * dt
INIT costo_artemia_acumulado_juv_avanz = 0

```

INFLOWS:

```

artemia_diaria_juv_avanzado = Costo_totaljuv_avanz_por_día

```

OUTFLOWS:

```

iniciación_año_b = if (días_acumulados=362) then costo_artemia_acumulado_juv_avanz else 0
costo_chorito_acumulado_juv_avanz(t) = costo_chorito_acumulado_juv_avanz(t - dt) +
(chorito_diario_juv_avanz - iniciación_año_c) * dt
INIT costo_chorito_acumulado_juv_avanz = 0

```

INFLOWS:

```

chorito_diario_juv_avanz = costo_1_kg_chorito*kg_tot_choritos_día

```

OUTFLOWS:

```

iniciación_año_c = if (días_acumulados=362) then costo_chorito_acumulado_juv_avanz else 0
costo_chorito_acumulado_juv_term(t) = costo_chorito_acumulado_juv_term(t - dt) +
(chorito_diarios_adulto - iniciación_año_d) * dt
INIT costo_chorito_acumulado_juv_term = 0

```

INFLOWS:

```

chorito_diarios_adulto = costo_1_kg_chorito*kg_tot_choritos_día_2

```

OUTFLOWS:

```

iniciación_año_d = if (días_acumulados=362) then costo_chorito_acumulado_juv_term else 0
costo_microalga_acumulado(t) = costo_microalga_acumulado(t - dt) + (microalga_diaria -
iniciación_año) * dt
INIT costo_microalga_acumulado = 0

```

INFLOWS:

```

microalga_diaria = if (días_acumulados=1) then Costo_microalgas else 0

```

OUTFLOWS:

iniciación_año = if (días_acumulados=362) then costo_microalga_acumulado else 0
 Juvenil_1_a_1_año(t) = Juvenil_1_a_1_año(t - dt) + (entrada_juveniles - Mort) * dt
 INIT Juvenil_1_a_1_año = 0

INFLOWS:

entrada_juveniles = if (Juvenil>0) then (Juvenil) else 0

OUTFLOWS:

Mort = if (días_acumulados=362) then Juvenil_1_a_1_año else (Juvenil_1_a_1_año*Tasa_mortalidad)

Alimento_artemia = Lt_Microalga*Tiempo_cultivo

Bomba_agua_rep = 180000

Bomba_de_agua = 270000

choritos_dia_1_juv_avanz = 0.08

choritos_dia_1_juv_term = 0.125

choritos_dia_tot_juv_avanz = if (días_acumulados>90) and (días_acumulados<211) then Juvenil_1_a_1_año*choritos_dia_1_juv_avanz else 0

choritos_dia_tot_juv_term = if (días_acumulados>210) and (días_acumulados<361) then Juvenil_1_a_1_año*choritos_dia_1_juv_term else 0

costos_variables = costo_microalga_acumulado+salida_de_costos_varios+costo_artemia_acumulada_juv_y_pread+costo_chorito_acum_juv_avanz_y_juv_term

costo_1_artemia = 0.006

costo_1_kg_chorito = 470

costo_artemia_acumulada_juv_y_pread = costo_artemia_acumulado_juveniles+costo_artemia_acumulado_juv_avanz

costo_chorito_acum_juv_avanz_y_juv_term = costo_chorito_acumulado_juv_term+costo_chorito_acumulado_juv_avanz

Costo_microalgas = Alimento_artemia*Precio_litro_microalga

Costo_totaljuv_avanz_por_día = if (días_acumulados>90) and (días_acumulados<211) then Juvenil_1_a_1_año*Costo_un_juv_avanz_por_día else 0

Costo_total_juveniles_por_día = Juvenil_1_a_1_año*Costo_un_juvenil_por_día

Costo_un_juvenil_por_día = costo_1_artemia*10

Costo_un_juv_avanz_por_día = costo_1_artemia*5

fungibles = 8000+7200+60000

kg_tot_choritos_dia = choritos_dia_tot_juv_avanz*peso_1_chorito

kg_tot_choritos_dia_2 = choritos_dia_tot_juv_term*peso_1_chorito

Lt_Microalga = 40

peso_1_chorito = 0.01

Precio_litro_microalga = 600

Reproductores = 44000

Tasa_mortalidad = 0.00038

Tiempo_cultivo = 90

Cálculo Costos Fijos (MBEPJC V1)

Costos_fijos = Personal+Produccion

Electricidad = 89741*12

Gerente = 800000*12

Insumos_aseo_y_oficina = 25000*12

Insumos_basicos = 40000*12

Operario = 200000*12

Personal = Operario+Tecnico+Gerente

Produccion = Teléfono+Electricidad+Insumos_aseo_y_oficina+Insumos_basicos
Tecnico = 400000*12
Teléfono = 15000*12

Cálculo Activos Fijos (MBEPJC V1)

Activos_fijos_e_inversiones = Cámara_Cultivo+Equipamiento+Infraestructura+Laboratorio+Terreno
Cámara_Cultivo = 17400000
Equipamiento = 10000000
Infraestructura = 18000000
Laboratorio = 5000000
Terreno = 7000000

Producción de Primer Juvenil (MBEPJC V2)

Juvenil_I(t) = Juvenil_I(t - dt) + (SobMg - Sob_Juv_I - Mort_Juvenil_I) * dt
INIT Juvenil_I = 0
TRANSIT TIME = 120
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF

INFLOWS:

SobMg = CONVEYOR OUTFLOW
TRANSIT TIME = TdesMg

OUTFLOWS:

Sob_Juv_I = CONVEYOR OUTFLOW
Mort_Juvenil_I = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = 1-Tasa_Sob_Juv_I
NO-LEAK ZONE = 0

Juvenil_II(t) = Juvenil_II(t - dt) + (Sob_Juv_I - Final - Mort_Juvenil_II) * dt
INIT Juvenil_II = 0
TRANSIT TIME = 210
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF

INFLOWS:

Sob_Juv_I = CONVEYOR OUTFLOW

OUTFLOWS:

Final = CONVEYOR OUTFLOW
Mort_Juvenil_II = LEAKAGE OUTFLOW
LEAKAGE FRACTION = 1-Tasa_Sob_Juv_II
NO-LEAK ZONE = 0

Megalopa(t) = Megalopa(t - dt) + (SobZIII - SobMg - MortMg) * dt
INIT Megalopa = 0
TRANSIT TIME = varies
INFLOW LIMIT = INF
CAPACITY = INF

INFLOWS:

SobZIII = CONVEYOR OUTFLOW
TRANSIT TIME = TdesZIII

OUTFLOWS:

SobMg = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesMg

MortMg = LEAKAGE OUTFLOW

LEAKAGE FRACTION = 1-TasaSobMg

NO-LEAK ZONE = 0%

ZoeaI(t) = ZoeaI(t - dt) + (siembra - SobZI - MortZI) * dt

INIT ZoeaI = 0

TRANSIT TIME = varies

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

siembra = if (días_acumulados=1) then 128000 else 0

OUTFLOWS:

SobZI = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZI

MortZI = LEAKAGE OUTFLOW

LEAKAGE FRACTION = 1-TasaSobZI

NO-LEAK ZONE = 0%

ZoeaII(t) = ZoeaII(t - dt) + (SobZI - SobZII - MortZII) * dt

INIT ZoeaII = 0

TRANSIT TIME = varies

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

SobZI = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZI

OUTFLOWS:

SobZII = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZII

MortZII = LEAKAGE OUTFLOW

LEAKAGE FRACTION = 1-TasaSobZII

NO-LEAK ZONE = 0%

ZoeaIII(t) = ZoeaIII(t - dt) + (SobZII - SobZIII - MortZIII) * dt

INIT ZoeaIII = 0

TRANSIT TIME = varies

INFLOW LIMIT = INF

CAPACITY = INF

INFLOWS:

SobZII = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZII

OUTFLOWS:

SobZIII = CONVEYOR OUTFLOW

TRANSIT TIME = TdesZIII

MortZIII = LEAKAGE OUTFLOW
 LEAKAGE FRACTION = 1-TasaSobZIII
 NO-LEAK ZONE = 0%

NúmeroTotal = Megalopa+ZoeaI+ZoeaII+ZoeaIII+Juvenil_I
 TasaSobMg = 0.501
 TasaSobZI = 0.992
 TasaSobZII = 0.958
 TasaSobZIII = 0.9615
 Tasa_Sob_Juv_I = 0.467
 Tasa_Sob_Juv_II = 0.633
 TdesMg = 21
 TdesZI = 3
 TdesZII = 3
 TdesZIII = 4

Costos Variables Nueva Alimentación (Krill flake-Chorito) (MBEPJC V2)

Acumulación_costo_chorito(t) = Acumulación_costo_chorito(t - dt) + (Costo_sem_chorito - Costo_acum_año_chorito) * dt
 INIT Acumulación_costo_chorito = 0

INFLOWS:

Costo_sem_chorito = tot_costo_chorito

OUTFLOWS:

Costo_acum_año_chorito = if (días_acumulados=362) then Acumulación_costo_chorito else 0
 Acumulación_de_costos_Krill_flake(t) = Acumulación_de_costos_Krill_flake(t - dt) + (Costosemanal_krill - Costos_acum_años_Krill) * dt
 INIT Acumulación_de_costos_Krill_flake = 0

INFLOWS:

Costosemanal_krill = N_envases_a_comprar_por_semana*costo_por_envase

OUTFLOWS:

Costos_acum_años_Krill = if (días_acumulados=154) then Acumulación_de_costos_Krill_flake else 0
 Acumulación_de_costos_variables(t) = Acumulación_de_costos_variables(t - dt) + (Costos_variables_en_5_años - Total_costos_variables) * dt
 INIT Acumulación_de_costos_variables = 0

INFLOWS:

Costos_variables_en_5_años = if (días_acumulados=362) and (Año=5) then (Costo_acum_chorito+Costo_acum_Krill+(Fungibles_1*5)) else 0

OUTFLOWS:

Total_costos_variables = if (días_acumulados=362) and (Año=6) then Acumulación_de_costos_variables else 0
 Costo_acum_chorito(t) = Costo_acum_chorito(t - dt) + (Costo_acum_año_chorito) * dt
 INIT Costo_acum_chorito = 0

INFLOWS:

Costo_acum_año_chorito = if (días_acumulados=362) then Acumulación_costo_chorito else 0
 Costo_acum_Krill(t) = Costo_acum_Krill(t - dt) + (Costos_acum_años_Krill) * dt
 INIT Costo_acum_Krill = 0

INFLOWS:

Costos_acum_años_Krill = if (días_acumulados=154) then Acumulación_de_costos_Krill_flake else 0
krill_por_año(t) = krill_por_año(t - dt) + (a_krill_por_año - salida_krill_año) * dt
INIT krill_por_año = 0

INFLOWS:

a_krill_por_año = Costos_acum_años_Krill

OUTFLOWS:

salida_krill_año = if (días_acumulados=362) then krill_por_año else 0
chorito_año = if (días_acumulados=362) then Acumulación_costo_chorito else 0
contenido_envase = 55/1000
Costos_variable_año = krill_por_año+Fungibles_1+Costo_acum_año_chorito
costo_kg_chorito = 400
costo_por_envase = 7500
de_gónada_a_chorito = if (Juvenil_II>0) and (gónada_de_chorito_por_semana__>0) then
(gónada_de_chorito_por_semana__*7.6) else 0
Fungibles_1 = if (días_acumulados=362) then (40000*12) else 0
gónada_de_chorito_por_semana__ = if (días_acumulados=153) or (días_acumulados=160) or
(días_acumulados=167) or (días_acumulados=174) or (días_acumulados=181) or (días_acumulados=188)
or (días_acumulados=195) or (días_acumulados=202) or (días_acumulados=209) or
(días_acumulados=216) or (días_acumulados=223) or (días_acumulados=230) or (días_acumulados=237)
or (días_acumulados=244) or (días_acumulados=251) or (días_acumulados=258) or
(días_acumulados=265) or (días_acumulados=272) or (días_acumulados=279) or (días_acumulados=286)
or (días_acumulados=293) or (días_acumulados=300) or (días_acumulados=307) or
(días_acumulados=314) or (días_acumulados=321) or (días_acumulados=328) or (días_acumulados=335)
or (días_acumulados=342) or (días_acumulados=349) or (días_acumulados=356) or
(días_acumulados=363) then (Juvenil_II*kg_gónada_de_chorito_por_ind_por_sem) else 0
kg_gónada_de_chorito_por_ind_por_sem = 0.9/1000
krill_flake_por_ind_por_semana = (0.002/1000)*3
krill_total = if (días_acumulados=33) or (días_acumulados=40) or (días_acumulados=47) or
(días_acumulados=54) or (días_acumulados=61) or (días_acumulados=68) or (días_acumulados=75) or
(días_acumulados=82) or (días_acumulados=89) or (días_acumulados=96) or (días_acumulados=103) or
(días_acumulados=110) or (días_acumulados=117) or (días_acumulados=124) or (días_acumulados=131)
or (días_acumulados=138) or (días_acumulados=145) or (días_acumulados=152) then
(Juvenil_I*krill_flake_por_ind_por_semana) else 0
N_envases_a_comprar_por_semana = krill_total/contenido_envase
tot_costo_chorito = de_gónada_a_chorito*costo_kg_chorito

Costos Variables Nueva Alimentación (Chorito) (MBEPJC V2)

Acumulación_costo_ch_juv2(t) = Acumulación_costo_ch_juv2(t - dt) + (Costo_sem_ch_juv2 -
Costo_acum_año_ch_juv2) * dt
INIT Acumulación_costo_ch_juv2 = 0

INFLOWS:

Costo_sem_ch_juv2 = tot_costo_ch_juv2

OUTFLOWS:

Costo_acum_año_ch_juv2 = if (días_acumulados=362) then Acumulación_costo_ch_juv2 else 0
Acumulación_de_costos_variables(t) = Acumulación_de_costos_variables(t - dt) +
(Costos_variables_en_5_años - Total_costos_variables) * dt

INIT Acumulación_de_costos_variables = 0

INFLOWS:

Costos_variables_en_5_años = if (días_acumulados=362) and (Año=5) then (Costo_acum_ch_juv2+Costo_acum_ch_juv1+(Fungibles_1*5)) else 0

OUTFLOWS:

Total_costos_variables = if (días_acumulados=362) and (Año=6) then Acumulación_de_costos_variables else 0

Acumulación_de_costos_ch_juv1(t) = Acumulación_de_costos_ch_juv1(t - dt) + (Costosemanal_ch_juv1 - Costos_acum_años_ch_juv1) * dt

INIT Acumulación_de_costos_ch_juv1 = 0

INFLOWS:

Costosemanal_ch_juv1 = tot_cocsto_ch_juv1

OUTFLOWS:

Costos_acum_años_ch_juv1 = if (días_acumulados=154) then Acumulación_de_costos_ch_juv1 else 0

ch_juv1_por_año(t) = ch_juv1_por_año(t - dt) + (a_ch_juv1_por_año - salida_ch_juv1_año) * dt

INIT ch_juv1_por_año = 0

INFLOWS:

a_ch_juv1_por_año = Costos_acum_años_ch_juv1

OUTFLOWS:

salida_ch_juv1_año = if (días_acumulados=362) then ch_juv1_por_año else 0

Costo_acum_ch_juv1(t) = Costo_acum_ch_juv1(t - dt) + (Costos_acum_años_ch_juv1) * dt

INIT Costo_acum_ch_juv1 = 0

INFLOWS:

Costos_acum_años_ch_juv1 = if (días_acumulados=154) then Acumulación_de_costos_ch_juv1 else 0

Costo_acum_ch_juv2(t) = Costo_acum_ch_juv2(t - dt) + (Costo_acum_año_ch_juv2) * dt

INIT Costo_acum_ch_juv2 = 0

INFLOWS:

Costo_acum_año_ch_juv2 = if (días_acumulados=362) then Acumulación_costo_ch_juv2 else 0

ch_juv2_año = if (días_acumulados=362) then Acumulación_costo_ch_juv2 else 0

Costos_variable_año = ch_juv1_por_año+Fungibles_1+Costo_acum_año_ch_juv2

costo_kg_chorito = 400

de_gónada_a_ch_juv2 = if (Juvenil_II>0) and (gónada_de_chorito_por_semana__>0) then (gónada_de_chorito_por_semana__*7.6) else 0

de_gón_a_ch_juv1 = if (Juvenil_I>0) and (gón_chor_sem_juv1>0) then (gón_chor_sem_juv1*7.6) else 0

Fungibles_1 = if (días_acumulados=362) then (40000*12) else 0

gónada_de_chorito_por_semana__ = if (días_acumulados=153) or (días_acumulados=160) or (días_acumulados=167) or (días_acumulados=174) or (días_acumulados=181) or (días_acumulados=188) or (días_acumulados=195) or (días_acumulados=202) or (días_acumulados=209) or (días_acumulados=216) or (días_acumulados=223) or (días_acumulados=230) or (días_acumulados=237) or (días_acumulados=244) or (días_acumulados=251) or (días_acumulados=258) or (días_acumulados=265) or (días_acumulados=272) or (días_acumulados=279) or (días_acumulados=286) or (días_acumulados=293) or (días_acumulados=300) or (días_acumulados=307) or (días_acumulados=314) or (días_acumulados=321) or (días_acumulados=328) or (días_acumulados=335) or (días_acumulados=342) or (días_acumulados=349) or (días_acumulados=356) or (días_acumulados=363) then (Juvenil_II*kg_gónada_de_chorito_por_ind_por_sem) else 0

$g\acute{o}n_chor_sem_juv1 = \text{if } (d\acute{a}s_acumulados=33) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=40) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=47) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=54) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=61) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=68) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=75) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=82) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=89) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=96) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=103) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=110) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=117) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=124) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=131) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=138) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=145) \text{ or } (d\acute{a}s_acumulados=152) \text{ then } (Juvenil_I * kg_g\acute{o}nada_de_chorito_por_ind_por_sem) \text{ else } 0$
 $kg_g\acute{o}nada_de_chorito_por_ind_por_sem = 0.9/1000$
 $tot_cocsto_ch_juv1 = de_g\acute{o}n_a_ch_juv1 * costo_kg_chorito$
 $tot_cocsto_ch_juv2 = de_g\acute{o}nada_a_ch_juv2 * costo_kg_chorito$

Costos Variables Nueva Alimentaci3n (Artemia) (MBEPJC V2)

$Acumulaci3n_cocsto_art_juv2(t) = Acumulaci3n_cocsto_art_juv2(t - dt) + (Costo_sem_art_juv2 - Costo_acum_a\acute{n}o_art_juv2) * dt$
 INIT $Acumulaci3n_cocsto_art_juv2 = 0$

INFLOWS:

$Costo_sem_art_juv2 = Artemia_total_juv2 * costo_total_kg_artemia$

OUTFLOWS:

$Costo_acum_a\acute{n}o_art_juv2 = \text{if } (d\acute{a}s_acumulados=362) \text{ then } Acumulaci3n_cocsto_art_juv2 \text{ else } 0$
 $Acumulaci3n_de_costos_art_juv1(t) = Acumulaci3n_de_costos_art_juv1(t - dt) + (Costosemanal_Artemia_juv1 - Costos_acum_a\acute{n}os_art_juv1) * dt$
 INIT $Acumulaci3n_de_costos_art_juv1 = 0$

INFLOWS:

$Costosemanal_Artemia_juv1 = Artemia_total_juv1 * costo_total_kg_artemia$

OUTFLOWS:

$Costos_acum_a\acute{n}os_art_juv1 = \text{if } (d\acute{a}s_acumulados=154) \text{ then } Acumulaci3n_de_costos_art_juv1 \text{ else } 0$
 $Acumulaci3n_de_costos_variables(t) = Acumulaci3n_de_costos_variables(t - dt) + (Costos_variables_en_5_a\acute{n}os - Total_costos_variables) * dt$
 INIT $Acumulaci3n_de_costos_variables = 0$

INFLOWS:

$Costos_variables_en_5_a\acute{n}os = \text{if } (d\acute{a}s_acumulados=362) \text{ and } (A\acute{n}o=5) \text{ then } (Costo_acum_art_juv2 + Costo_acum_art_juv1 + (Fungibles_1 * 5)) \text{ else } 0$

OUTFLOWS:

$Total_costos_variables = \text{if } (d\acute{a}s_acumulados=362) \text{ and } (A\acute{n}o=6) \text{ then } Acumulaci3n_de_costos_variables \text{ else } 0$
 $art_juv1_por_a\acute{n}o(t) = art_juv1_por_a\acute{n}o(t - dt) + (a_art_juv1_por_a\acute{n}o - salida_art_juv1_a\acute{n}o) * dt$
 INIT $art_juv1_por_a\acute{n}o = 0$

INFLOWS:

$a_art_juv1_por_a\acute{n}o = Costos_acum_a\acute{n}os_art_juv1$

OUTFLOWS:

$salida_art_juv1_a\acute{n}o = \text{if } (d\acute{a}s_acumulados=362) \text{ then } art_juv1_por_a\acute{n}o \text{ else } 0$
 $Costo_acum_art_juv1(t) = Costo_acum_art_juv1(t - dt) + (Costos_acum_a\acute{n}os_art_juv1) * dt$
 INIT $Costo_acum_art_juv1 = 0$

INFLOWS:

$Costos_acum_a\acute{n}os_art_juv1 = \text{if } (d\acute{a}s_acumulados=154) \text{ then } Acumulaci3n_de_costos_art_juv1 \text{ else } 0$
 $Costo_acum_art_juv2(t) = Costo_acum_art_juv2(t - dt) + (Costo_acum_a\acute{n}o_art_juv2) * dt$

INIT Costo_acum_art_juv2 = 0

INFLOWS:

Costo_acum_año_art_juv2 = if (días_acumulados=362) then Acumulación_costo_art_juv2 else 0

Artemia_por_ind_por_sem = 0.000140883*7

Artemia_total_juv1 = if (días_acumulados=33) or (días_acumulados=40) or (días_acumulados=47) or (días_acumulados=54) or (días_acumulados=61) or (días_acumulados=68) or (días_acumulados=75) or (días_acumulados=82) or (días_acumulados=89) or (días_acumulados=96) or (días_acumulados=103) or (días_acumulados=110) or (días_acumulados=117) or (días_acumulados=124) or (días_acumulados=131) or (días_acumulados=138) or (días_acumulados=145) or (días_acumulados=152) then (Juvenil_I*Artemia_por_ind_por_sem) else 0

Artemia_total_juv2 = if (días_acumulados=153) or (días_acumulados=160) or (días_acumulados=167) or (días_acumulados=174) or (días_acumulados=181) or (días_acumulados=188) or (días_acumulados=195) or (días_acumulados=202) or (días_acumulados=209) or (días_acumulados=216) or (días_acumulados=223) or (días_acumulados=230) or (días_acumulados=237) or (días_acumulados=244) or (días_acumulados=251) or (días_acumulados=258) or (días_acumulados=265) or (días_acumulados=272) or (días_acumulados=279) or (días_acumulados=286) or (días_acumulados=293) or (días_acumulados=300) or (días_acumulados=307) or (días_acumulados=314) or (días_acumulados=321) or (días_acumulados=328) or (días_acumulados=335) or (días_acumulados=342) or (días_acumulados=349) or (días_acumulados=356) or (días_acumulados=363) then (Juvenil_II*Artemia_por_ind_por_sem) else 0

art_juv2_año = if (días_acumulados=362) then Acumulación_costo_art_juv2 else 0

Costos_variable_año = art_juv1_por_año+Fungibles_1+Costo_acum_año_art_juv2

costo_kg_artemia = precio_1_artemia/peso_1_artemia

costo_kg_artemia_en_luche = precio_ración_luche_diaria_1_artemia/peso_1_artemia

costo_total_kg_artemia = costo_kg_artemia+costo_kg_artemia_en_luche

Fungibles_1 = if (días_acumulados=362) then (40000*12) else 0

peso_1_artemia = 4.26978E-07/0.2

precio_1_artemia = 0.000845

precio_ración_luche_diaria_1_artemia = 0.001275

Costos Variables Nueva Alimentación (Krill flake) (MBEPJC V2)

Acumulación_de_costos_Krill_juv1(t) = Acumulación_de_costos_Krill_juv1(t - dt) + (Costosemanal_krill - Costos_acum_años_Krill_juv1) * dt

INIT Acumulación_de_costos_Krill_juv1 = 0

INFLOWS:

Costosemanal_krill = N_envases_a_comprar_por_semana_juv1*costo_por_envase

OUTFLOWS:

Costos_acum_años_Krill_juv1 = if (días_acumulados=154) then Acumulación_de_costos_Krill_juv1 else 0

Acumulación_de_costos_variables(t) = Acumulación_de_costos_variables(t - dt) + (Costos_variables_en_5_años - Total_costos_variables) * dt

INIT Acumulación_de_costos_variables = 0

INFLOWS:

Costos_variables_en_5_años = if (días_acumulados=362) and (Año=5) then (Costo_acum_krill_juv2+Costo_acum_Krill_juv1+(Fungibles_1*5)) else 0

OUTFLOWS:

Total_costos_variables = if (días_acumulados=362) and (Año=6) then Acumulación_de_costos_variables else 0

Acumulación_krill_juv2(t) = Acumulación_krill_juv2(t - dt) + (Costo_sem_krill_juv2 - Costo_acum_año_krill_juv2) * dt

INIT Acumulación_krill_juv2 = 0

INFLOWS:

Costo_sem_krill_juv2 = N_envases_a_comprar_por_semana_juv2*costo_por_envase

OUTFLOWS:

Costo_acum_año_krill_juv2 = if (días_acumulados=362) then Acumulación_krill_juv2 else 0

Costo_acum_Krill_juv1(t) = Costo_acum_Krill_juv1(t - dt) + (Costos_acum_años_Krill_juv1) * dt

INIT Costo_acum_Krill_juv1 = 0

INFLOWS:

Costos_acum_años_Krill_juv1 = if (días_acumulados=154) then Acumulación_de_costos_Krill_juv1 else 0

Costo_acum_krill_juv2(t) = Costo_acum_krill_juv2(t - dt) + (Costo_acum_año_krill_juv2) * dt

INIT Costo_acum_krill_juv2 = 0

INFLOWS:

Costo_acum_año_krill_juv2 = if (días_acumulados=362) then Acumulación_krill_juv2 else 0

krill_juv1_por_año(t) = krill_juv1_por_año(t - dt) + (a_krill_juv1_por_año - salida_krill_juv1_año) * dt

INIT krill_juv1_por_año = 0

INFLOWS:

a_krill_juv1_por_año = Costos_acum_años_Krill_juv1

OUTFLOWS:

salida_krill_juv1_año = if (días_acumulados=362) then krill_juv1_por_año else 0

contenido_envase = 55/1000

Costos_variable_año = krill_juv1_por_año+Fungibles_1+Costo_acum_año_krill_juv2

costo_por_envase = 7500

Fungibles_1 = if (días_acumulados=362) then (40000*12) else 0

krill_flake_por_ind_por_semana = (0.002/1000)*3

krill_juv2_año = if (días_acumulados=362) then Acumulación_krill_juv2 else 0

krill_total_juv1 = if (días_acumulados=33) or (días_acumulados=40) or (días_acumulados=47) or (días_acumulados=54) or (días_acumulados=61) or (días_acumulados=68) or (días_acumulados=75) or (días_acumulados=82) or (días_acumulados=89) or (días_acumulados=96) or (días_acumulados=103) or (días_acumulados=110) or (días_acumulados=117) or (días_acumulados=124) or (días_acumulados=131) or (días_acumulados=138) or (días_acumulados=145) or (días_acumulados=152) then (Juvenil_I*krill_flake_por_ind_por_semana) else 0

krill_total_juv2_ = if (días_acumulados=153) or (días_acumulados=160) or (días_acumulados=167) or (días_acumulados=174) or (días_acumulados=181) or (días_acumulados=188) or (días_acumulados=195) or (días_acumulados=202) or (días_acumulados=209) or (días_acumulados=216) or (días_acumulados=223) or (días_acumulados=230) or (días_acumulados=237) or (días_acumulados=244) or (días_acumulados=251) or (días_acumulados=258) or (días_acumulados=265) or (días_acumulados=272) or (días_acumulados=279) or (días_acumulados=286) or (días_acumulados=293) or (días_acumulados=300) or (días_acumulados=307) or (días_acumulados=314) or (días_acumulados=321) or (días_acumulados=328) or (días_acumulados=335) or (días_acumulados=342) or (días_acumulados=349) or (días_acumulados=356) or (días_acumulados=363) then (Juvenil_II*krill_flake_por_ind_por_semana) else 0

N_envases_a_comprar_por_semana_juv1 = krill_total_juv1/contenido_envase
N_envases_a_comprar_por_semana_juv2 = krill_total_juv2_/contenido_envase

Cálculo Costos Fijos (MBEPJC V2)

Agua_potable = 25000*12
Costos_fijos_año = if (Escenario_alimenticio=1) then (Personal__chorito+Produccion) else 0
Costo_fijos_5_años = Costos_fijos_año*5
Electricidad = (516501*6)+(508402*6)
Escenario_alimenticio = 1
Gerente = 800000*12
Insumos_aseo_y_oficina = 25000*12
Operario = 200000*12
Personal__chorito = Operario+Tecnico+Gerente
Produccion = Agua_potable+Electricidad+Insumos_aseo_y_oficina+Teléfono
Tecnico = 400000*12
Teléfono = 15000*12

Cálculo Activos Fijos (MBEPJC V2)

Activos_fijos_e_inversiones =
Bombeo_agua+Equipamiento+Infraestructura+reproductores_+Sistema_de_cultivo
Bateas = 300000*48
Blower_Chico = 500000
bomba = 304057
Bomba_astro_2mil = 18500*48
Bomba_astro_9mil = 57000*2
Bombeo_agua =
bomba+Estanque_5_m3+motor_bomba+Muerto_concreto+tuberías_internas+tubo_3_pulg+tubo_50_mm
Camaras_frigoríficas = 10000000*2
Canastillo__recolector_de_larvas = 2500*16
Computador = 200000
Equipamiento = Blower_Chico+Camaras_frigoríficas+Computador
Estanque_30_lts = 5000*16
Estanque_5_m3 = 434350*2
Estructura_rack = 100000*8
Filtro_anillo = 90000*4
Filtro_cartucho = 90000*2
Filtro_cartucho_por_rack = 75000*8
Filtro_UV = 75000*8
Infraestructura = laboratorio+Radier+Terreno
laboratorio = 17000000
motor_bomba = 357548
Muerto_concreto = 22000*80
Radier = 210000*56
reproductores_ = Bomba_astro_9mil+Canastillo__recolector_de_larvas+Estanque_30_lts
Sistema_de_cultivo =
Bateas+Bomba_astro_2mil+Estructura_rack+Filtro_anillo+Filtro_cartucho+Filtro_cartucho_por_rack+Filtro_UV
Terreno = 10000000
tuberías_internas = 80000
tubo_3_pulg = 1970*650

tubo_50_mm = 6180*9

Flujo de Costos

Año(t) = Año(t - dt) + (meses) * dt

INIT Año = 1

INFLOWS:

meses = if (fin_de_año=362) then 1 else 0

días_acumulados(t) = días_acumulados(t - dt) + (días - fin_de_año) * dt

INIT días_acumulados = 1

INFLOWS:

días = 1

OUTFLOWS:

fin_de_año = if (días_acumulados=362) then días_acumulados else 0

costo_juvenil = if (fin_de_año=361) and (Egresos_totales>0) and (Juvenil_1_a_1_año>0) then (Egresos_totales/Juvenil_1_a_1_año) else 0

Egresos_totales = if (fin_de_año=361) then (Costos_fijos+costos_variables) else 0

Flujo_de_costos_anual = if (fin_de_año=362) then (Costos_variables+Costos_fijos) else 0

Estimación VAC

Cálculo_VAC(t) = Cálculo_VAC(t - dt) + (suma_1) * dt

INIT Cálculo_VAC = 0

INFLOWS:

suma_1 = if (días_acumulados=362) and (Año=1) then (Flujo_de_costos_anual/Tasa_descuento) else if (días_acumulados=362) and (Año=2) then (Flujo_de_costos_anual/(Tasa_descuento^2)) else if (días_acumulados=362) and (Año=3) then (Flujo_de_costos_anual/(Tasa_descuento^3)) else if (días_acumulados=362) and (Año=4) then (Flujo_de_costos_anual/(Tasa_descuento^4)) else if (días_acumulados=362) and (Año=5) then (Flujo_de_costos_anual/(Tasa_descuento^5)) else 0

Tasa_descuento = 1.1

VAC_Final = if (días_acumulados=1) and (Año=6) then

(Cálculo_VAC+Activos_fijos_e_inversiones) else 0