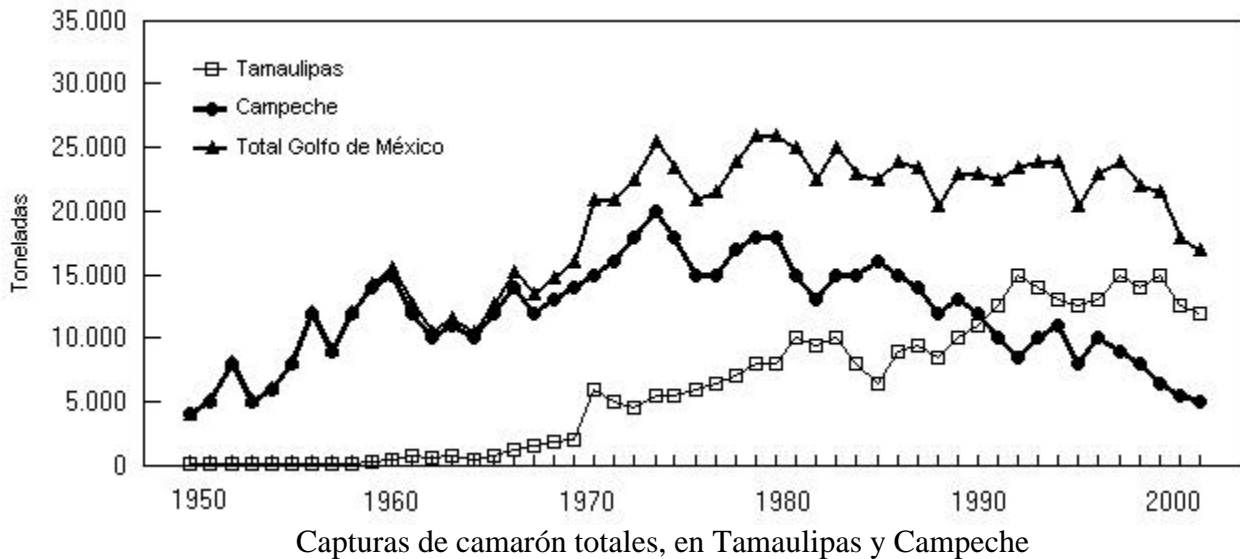


## 5.4. LA PESCA DEL CAMARON EN CAMPECHE

En México la pesquería de camarón es la tercera más importante después de la mojarra y el ostión en el litoral del Golfo de México. En el litoral Pacífico sólo es superada por el atún y la sardina. El valor económico de la producción hace a esta pesquería la más importante del país ya que aporta el 40% de los ingresos. Los barcos camaroneros son el 66% de la flota pesquera de altura nacional actual, y en 1970 representaban el 82% .

En la Sonda de Campeche, al sur del Golfo de México, la especie más importante era el camarón rosado. En los setentas se capturaban más de 20.000 toneladas por año. Pero las capturas disminuyeron constantemente desde mediados de esa década y actualmente se capturan 4.000 toneladas por año. Los pescadores acusan a PEMEX, la empresa petrolera estatal, de causar el colapso al ocupar sus áreas de pesca y contaminar, a pesar de que la pesca se hace más al norte y las corrientes marinas concentran la contaminación al sur.



A pesar de que las estimaciones apuntan claramente a la sobreexplotación, entre los investigadores ha surgido una polémica interesante. Uno de los mejores investigadores del país sugirió que dado que el número de barcos había disminuido la mortalidad por pesca también debió de haberlo hecho y , por lo tanto, si la captura no ha aumentado la población si lo ha de haber hecho (y tal vez esté escondida en alguna parte). Si la población disminuía debía ser por otra causa.

Apoyaba su argumento con el modelo de Schaeffer (el de Verhulst-Pearl pero aplicándolo a biomasa en vez del número de individuos e incluyendo la pesca) asumiendo la pesquería en equilibrio (la captura iguala el crecimiento poblacional). En ese modelo si baja la actividad de captura, medida en número de barcos, la población aumenta.

Sin embargo, se puede argumentar que los barcos de ahora son más potentes que a mediados de los setenta, las redes más grandes, los viajes más largos (60 días ahora contra 15 días entonces). La población está más concentrada en unos pocos lugares y es más vulnerable a la flota. Ahora existe una flota con la cuarta parte del número máximo histórico de barcos. A pesar de eso, el argumento usando el modelo de Schaeffer se sigue esgrimiendo. Más que el modelo en sí, el problema está en su uso en este caso.

El primer problema está en asumir equilibrio al ajustar el modelo a los datos observados, equivale a que la captura observada haya sido igual al crecimiento poblacional. Ese supuesto se hacía en los días en que, sin computadoras, el tomarlo simplificaba el proceso de estimar los parámetros, que incluía una linearización para hacer una regresión. Actualmente, muchos autores aconsejan abandonar ese supuesto y se han propuesto métodos de “no equilibrio” (que simplemente aceptan que las capturas puedan ser diferentes del crecimiento poblacional). El modelo tiene la forma

$$\frac{dB}{dt} = rB\left(1 - \frac{B}{K}\right) - C$$

$$C = f^* q^* B$$

B= Biomasa de la población.

r=Tasa de crecimiento de la biomasa

K=Biomasa máxima de la población

C =Captura

f= Esfuerzo pesquero

q= Coeficiente de capturabilidad, la fracción de la biomasa capturada por cada unidad de esfuerzo

El segundo problema es que ese modelo no nos dice nada de cómo reacciona la flota a los cambios en la captura. Hilborn y Walters (1992) propusieron una modificación que incluye la modificación del esfuerzo de acuerdo con la renta (ganancia neta):

$$\frac{df}{dt} = k(Cp - cf)$$

k= Constante que determina la velocidad de entrada y salida del esfuerzo

p=Precio de venta del producto de la captura

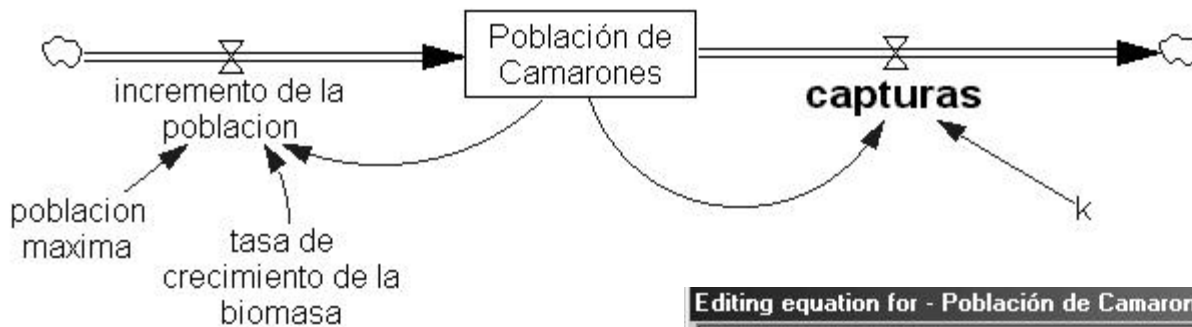
c= Costo de operación por unidad de esfuerzo

Cuando la renta es positiva nuevos barcos entran a la pesquería, si ésta es negativa los barcos salen de ella, ambas a una velocidad determinada por k. Cuando el número de barcos disminuye la población aumenta y viceversa. Esto podría causar oscilaciones en la población de camarones, en las capturas y el esfuerzo.

Autores citados:

Hilborn, R y C.J. Walters 1992 Quantitative Fisheries Stock Assessment; Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman & Hall. New York. Hoppennsteadt, F.C. 1982 Mathematical methods of population biology. Cambridge University Press. London.

## Modelo 1



## NIVEL

Población de Camarones= incremento de la poblacion-capturas  
 Initial value: 30000  
 Units: toneladas

**Editing equation for - Población de Camarones**

Población de Camarones

= +incremento de la poblacion-capturas

INTEG (

Initial Value 30000

Type Level

Supplementary

Variables

Población capturas incrementc

## FLUJOS

incremento de la poblacion= tasa de crecimiento de la biomasa\*Población de Camarones\*(1-(Población de Camarones/poblacion maxima))  
 Units: toneladas/año

capturas=k\*Población de Camarones  
 Units: toneladas/año

Asumimos unas capturas iniciales del 10% de la población, siendo  $30.000 * 0,10 = 3.000$   
 Tm de capturas al año.

## VARIABLES AUXILIARES

k= 0.1  
 Units: 1/año

poblacion maxima= 37500  
 Units: toneladas

tasa de crecimiento de la biomasa= 0.5  
 Units: 1/año

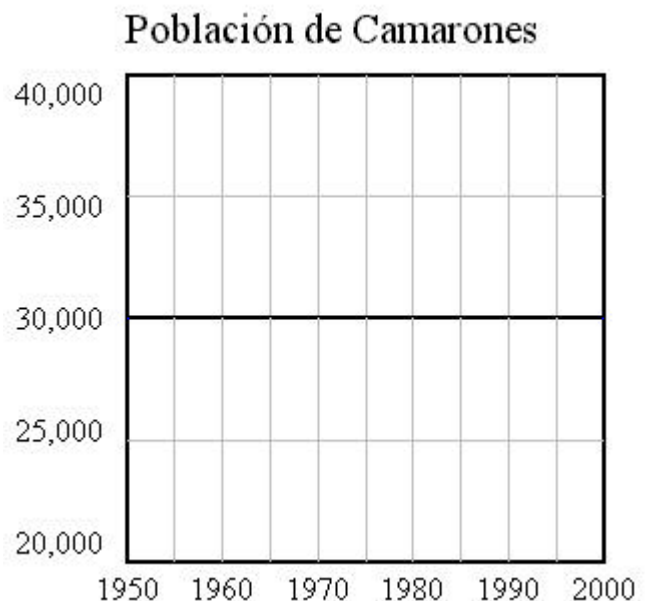
## CONTROLES (\*)

TIME STEP = 1

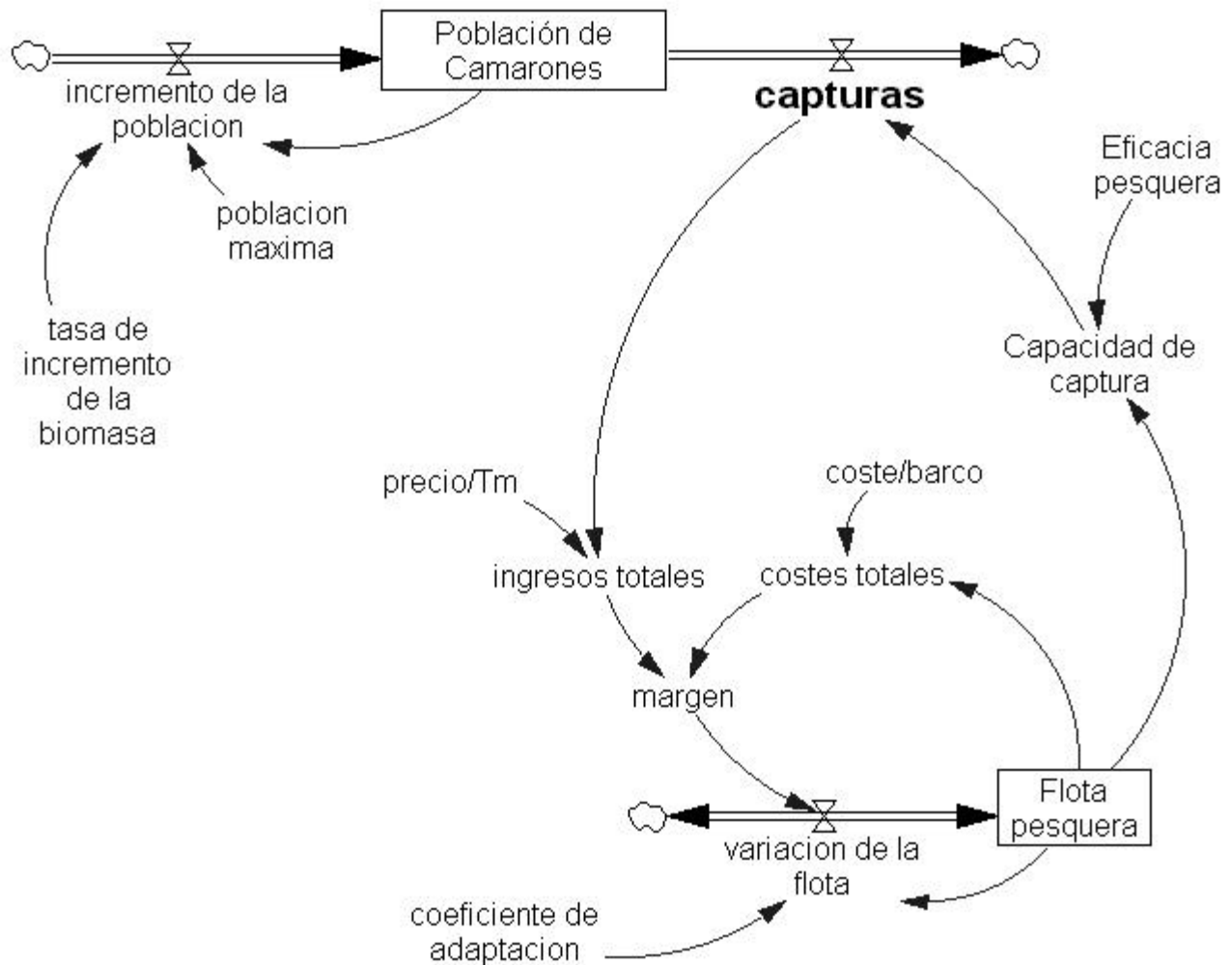
FINAL TIME = 2000

INITIAL TIME = 1950

(\*) El Initial y el Final time se definen en File – New Model o bien por Model – Settings



## Modelo 2



### NIVELES

Población de Camarones= +incremento de la poblacion-capturas

Initial value: 30000

Units: toneladas

Se toma un valor inicial superior al máximo de capturas anuales que fue de 20000 tm.

Flota pesquera= variacion de la flota

Initial value 50

Units: barcos

### FLUJOS

incremento de la poblacion= tasa de incremento de la biomasa\*Población de Camarones\*(1-(Población de Camarones/poblacion maxima))

Units: toneladas/año

capturas= Capacidad de captura

Units: toneladas/año

variacion de la flota= IF THEN ELSE(margen>0.2, Flota pesquera \*coeficiente de adaptacion, 0)

Units: barcos/año

cuando el margen es superior al 20% del coste total se produce un incremento del numero de barcos.

### VARIABLES AUXILIARES

Capacidad de captura=Flota pesquera\*Eficacia pesquera

Units: toneladas/año

es el producto de la cantidad de barcos que existen por la cantidad de capturas que cada uno puede realizar

coeficiente de adaptacion= 0.05

Units: 1/año

% de incremento o disminución anual del numero de barcos en función del margen. El modelo se muestra poco sensible a este parámetro.

"coste/barco"=1

Units: \$/barcos/año

millones de \$ al año de amortización y mantenimiento del barco.

costes totales=Flota pesquera\*"coste/barco"

Units: \$/año

Eficacia pesquera= 60

Units: toneladas/barcos/año valor inicial de 3.000 Tm de capturas/ 50 barcos=60Tm / barco

ingresos totales= capturas\*"precio/Tm"

Units: \$/año

margen=(ingresos totales-costes totales)/costes totales

valor relativo del margen, en función de los costes.

poblacion maxima= 37500

Units: toneladas

se toma un valor para conseguir una población estable de capturas de 3000 tm/año

"precio/Tm"= 0.02

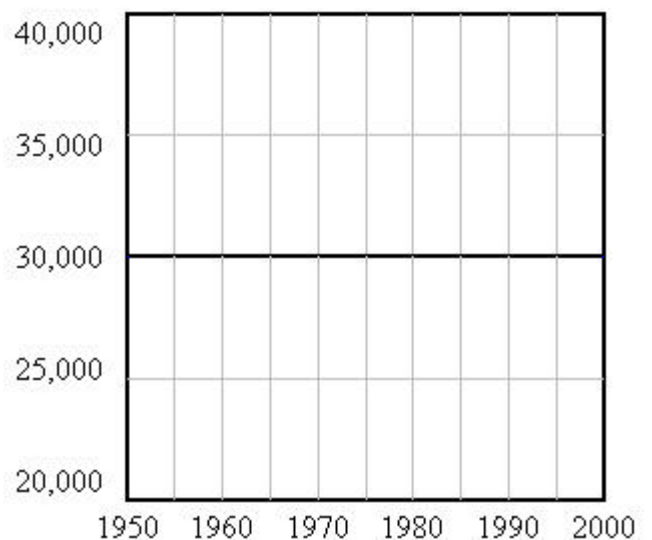
Units: \$/toneladas

ingresos en millones de \$ por tonelada de camarón

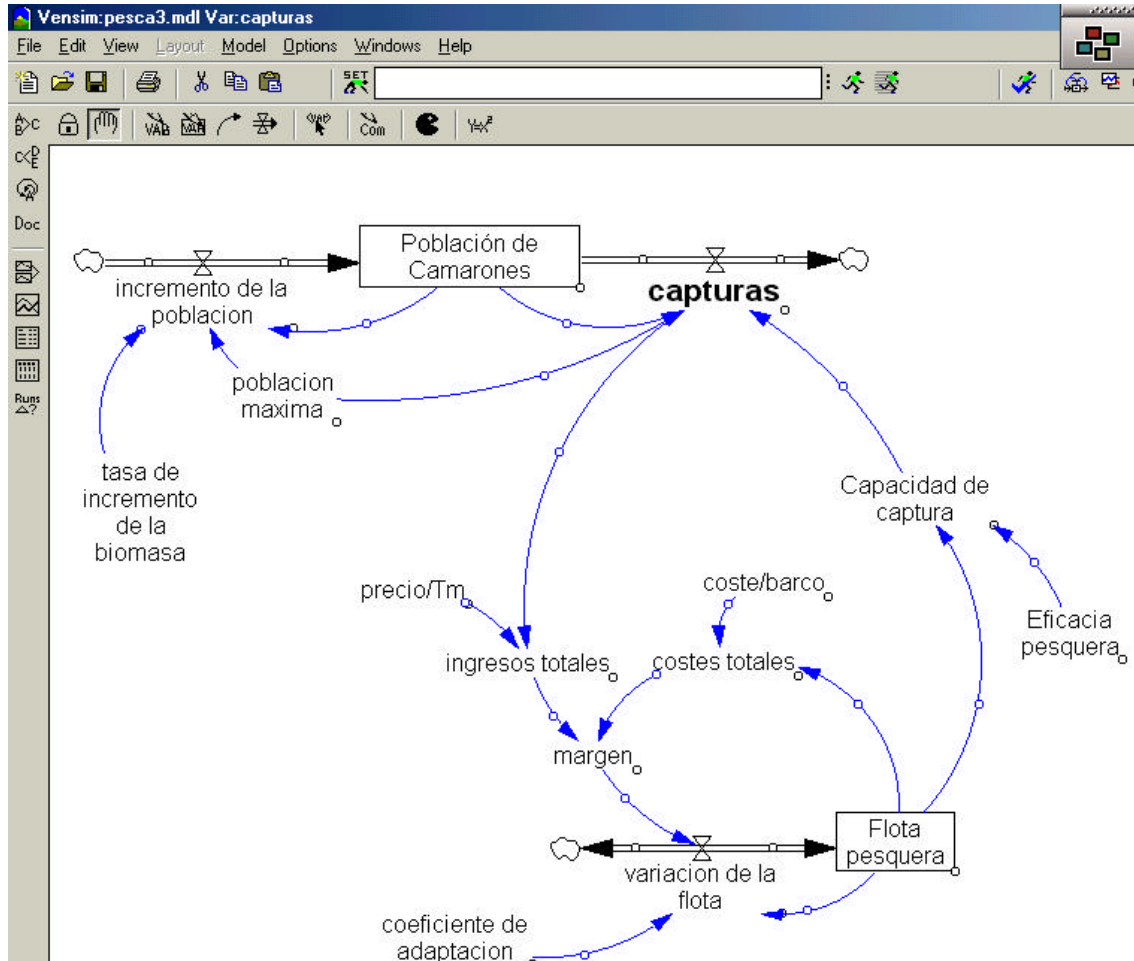
tasa de incremento de la biomasa= 0.5

Units: 1/año

Población de Camarones



### Modelo 3



Para incluir una imagen junto al diagrama es necesario tenerla en formato bmp, visualizarla, y copiarla. Después hay que colocarse en la pantalla de Vensim, pulsar al icono Com y señalar la opción Custom Metafile.

## NIVELES

Población de Camarones= +incremento de la poblacion-capturas

Initial value: 30000

Units: toneladas

Se toma un valor inicial superior al máximo de capturas anuales que fue 20000 tn.

Flota pesquera= variacion de la flota

Initial value: 50

Units: barcos

numero de barcos

## FLUJOS

incremento de la poblacion= tasa de incremento de la biomasa\*Población de Camarones\*(1-(Población de Camarones/poblacion maxima))

Units: toneladas/año

capturas=Capacidad de captura\*(Población de Camarones/poblacion maxima)\* RANDOM NORMAL(0.8, 1.2 , 1 , 0.1 , 5)

Units: toneladas/año

Es función de la Capacidad y de la Población real en relación a la máxima. Se añade un componente aleatorio para simular fenómenos ocasionales.

variacion de la flota= IF THEN ELSE(margen>0.2, Flota pesquera \*coeficiente de adaptacion\*margen, -Flota pesquera \*coeficiente de adaptacion\*abs(margen))

Units: barcos/año

cuando el margen es superior al 20% del coste total se produce un incremento del numero de barcos, sino se produce una disminución. La variación de la flota es proporcional al margen real de forma que es mas intensa cuando los márgenes son muy altos.

## VARIABLES AUXILIARES

Capacidad de captura=Flota pesquera\*Eficacia pesquera

Units: toneladas/año

es el producto de la cantidad de barcos que existen por la cantidad de capturas que cada uno puede realizar

coeficiente de adaptacion= 0.05

Units: 1/año

% de incremento o disminución anual del numero de barcos en función del margen. El modelo se muestra poco sensible a este parámetro.

"coste/barco"= 1

Units: \$/barcos/año

millones de \$ al año de amortización y mantenimiento del barco.

costes totales=Flota pesquera\*"coste/barco"

Units: \$/año

Eficacia pesquera= 60+RAMP(3,1950,2050)

Units: toneladas/barcos/año

valor inicial de 3.000 Tm de capturas / 50 barcos = 60 Tm / barco Incremento del 5% anual en la eficacia (incremento de la productividad)

ingresos totales=capturas\*"precio/Tm"

Units: \$/año

margen=(ingresos totales-costes totales)/costes totales

valor relativo del margen, en función de los costes.

poblacion maxima= 37500

Units: toneladas

se toma un valor que permite conseguir una población estable con unas capturas de 3000 toneladas al año

"precio/Tm"= 0.02

Units: \$/toneladas

ingresos en millones de \$ por tonelada de camarón

tasa de incremento de la biomasa= 0.5

Units: 1/año

## CONTROLES

TIME STEP = 1

INITIAL TIME = 1950

FINAL TIME = 2000

