

ISSN 0325 - 9439

**EL PINGÜINO DE MAGALLANES****(SPHENISCUS MAGELLANICUS)****VIII. Aspectos de la Dinámica de  
su Población en Punta Tombo  
(Chubut)**

por:

**J. A. Sclaro, J. O. Ares, E. Alessandria, S. Estecondo,  
C. Ghera, M. Gomez, M. S. Hoffmeyer,  
M. S. Orozco Storni, A. Perez y J. Zavatti****Subsecretaría de Estado de Ciencia y Tecnología  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
Centro Nacional Patagónico****Agosto 1981****Contribución N°. 49****Apartado de la Revista Historia Natural, Corrientes, Vol. 2 - N°. 2****CENTRO  
NACIONAL  
PATAGONICO**

# HISTORIA NATURAL

Volumen 2

1981

Número 2

## EL PINGUINO DE MAGALLANES (*Spheniscus magellanicus*). VIII. ASPECTOS DE LA DINAMICA DE SU POBLACION EN PUNTA TOMBO, CHUBUT.

J.A. SCOLARO (1), J.O. ARES (2), E. ALESSANDRIA (3),  
S. ESTECONDO (2), C. GHERSA (4), M. GOMEZ (2), M. HOFFMEYER (5),  
M.S. OROZCO STORNI (5), A. PEREZ (2) y J. ZAVATTI (5) \*

**SUMMARY:** The Magellanic penguin (*Spheniscus magellanicus*). VIII. Aspects of their population dynamics in Punta Tombo, Chubut.

The objective of the present work was the elaboration of the available information on density of the penguin population by age classes at Punta Tombo, in order to build a simulation model of the demography of this breeding site.

The data used were gathered since 1976 to 1980. The model developed contains density dependent mechanism of the variation of mortality rates, which was developed on the basis of recorded mortalities in areas of the site which differed with respect to the total density of individuals of the species.

The results obtained by simulation with the model indicate that it satisfactorily reproduces the cyclic trends observed in the field. The density dependent mechanism incorporated allows the simulation of some simple interventions in the demography of the colony.

One of the interventions explored was the suppression of one of the two eggs laid by nest. The results of the simulation under these conditions indicate that due to the operation of the density dependent mortality rates, the colony attains its normal density three years after such perturbation is performed in a single event. Other perturbation which was explored was the occurrence of pelagic mortality rates greater than usual among yearlings. The simulation of this event indicates that normal density values of the colony are attained one year after the perturbation ceased.

The analysis of field data by means of this model supports the idea that the demographic strategy of this species is relatively firmly structured, even against perturbation of considerable magnitude as those explored in these exercises.

### INTRODUCCION:

La biología de esta especie ha sido objeto de numerosos estudios, llevados a cabo principalmente en la colonia de Punta Tombo, en la Provincia de Chubut. Así se han realizado varias estimaciones de numerosidad a través del tiempo (CARRARA, 1952; GODOY, 1963; BOSWALL y MAC IVER, 1974; DACIUK, 1976; SCOLARO *et al.*, 1979, 1980), de modo que ésta puede evaluarse con cierta precisión.

(1) Centro Nacional Patagónico. CONICET. 28 de Julio 28, 9120 Puerto Madryn, Chubut, ARGENTINA.

(2) Universidad Nacional de Sur. Departamento de Ciencias Naturales. Alem 1300, 8000 Bahía Blanca, ARGENTINA.

(3) Centro de Ecología y Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. 5000 Córdoba, ARGENTINA.

(4) Departamento de Ecología. Universidad N. de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, 1417 Capital Federal, ARGENTINA.

(5) Instituto Argentino de Oceanografía IADO. Alem 53, 8000 Bahía Blanca, ARGENTINA.

\* La responsabilidad de los autores se describe en Agradecimientos.

Hist. Nat.	Corrientes	Argentina	v. 2	n. 2	pp. 5 - 20
------------	------------	-----------	------	------	------------

En SCOLARO *et al.* (1979) se presenta además un estudio de la estratificación de la densidad de individuos en diversos sectores de la colonia que por su cercanía al mar, estructura del terreno, cobertura vegetal, etc., difieren en cuanto a su oferta como sitios potenciales de anidamiento. En efecto, soportan densidades variables de nidos ocupados durante la estación de reproducción (postura y cría de la especie).

En cada uno de esos ambientes de la colonia, se establecen los porcentajes de sobrevivencia de la primera clase de edad, y de ellos se constata que la tasa de sobrevivencia es marcadamente dependiente de la densidad, lo cual constituye un mecanismo de retrocontrol de la numerosidad de la población.

La dinámica anual de esta especie puede resumirse en dos diferentes períodos: uno de establecimiento terrestre con frecuentes incursiones al mar (alimentación) y otro de migración pelágica de duración entre 4 y 5 meses.

El período de establecimiento terrestre cumple un rol importante en la vida de la especie y comprende fundamentalmente el ciclo reproductivo anual. Este se inicia con el arribo de las aves reproductoras a la colonia, a la cual vuelven todos los años, en las primeras semanas de Setiembre de cada año; la oviposición comienza a fines de ese mes prolongándose la incubación durante Octubre. Los primeros nacimientos ocurren en la primera semana de Noviembre prolongándose por todo el mes. La crianza de los pichones abarca un período entre 85 y 107 días y al final del mismo cambian su plumaje de nacimiento por el de juvenil abandonando entonces la colonia e iniciando su vida pelágica a mediados de Febrero.

Los juveniles regresan a la colonia luego de siete meses hacia fines de Noviembre y mediados de Diciembre cuando una nueva temporada de reproducción ya se encuentra avanzada, en pleno período de cría de pichones. Transcurrido un par de meses estos juveniles de un año de edad cambian su plumaje juvenil por el plumaje de adulto característico de la especie y una vez ocurrido, los ahora inmaduros se confundirán con el resto de las clases de edad de la colonia. Aún transcurrirán otros años más de inmadurez sexual no establecidos por el momento, pero estimándose que se inician en la reproducción entre los 3 y 4 años, no descartándose la posibilidad de que exista una diferencia cronológica en la madurez de ambos sexos (SCOLARO, 1978, 1980).

La construcción de un modelo de simulación en esta etapa del conocimiento de la biología del Pingüino de Magallanes, ofrece varios ángulos de interés. Por un lado es necesario organizar la información disponible en un esquema global, que verifique la concordancia interna entre las estimaciones de densidad por clase de edad, tasas de mortalidad, natalidad, etc., existentes.

Este ejercicio de concordancia es necesario para identificar áreas oscuras en el conocimiento de la dinámica poblacional y corregir estimaciones actuales. Al mismo tiempo pueden juzgarse algunos parámetros dinámicos que por razones experimentales se han evaluado imperfectamente o aún no se han determinado.

Una vez construido, el modelo de simulación puede ser utilizado para analizar la sensibilidad (magnitud del cambio) de sus componentes ante perturbaciones momentáneas o sostenidas en el tiempo. En el caso de esta población, resulta de interés conocer cuál puede ser el efecto demográfico de algunas alteraciones de la biología normal que resultarían de acciones antrópicas involuntarias o voluntarias.

Como ejemplo del primer caso podemos mencionar las modificaciones en la mortalidad pelágica de los individuos juveniles y adultos de ambos sexos, que puede aumentar por la contaminación de las aguas que transitan durante la fase migratoria de su ciclo (FIGURA 1); como ejemplo del segundo caso puede citarse la eventual recolección de una fracción de los huevos de la postura total de la colonia a efectos de controlar la fecundidad de la misma.

En este trabajo se exploran estas dos alternativas mediante un modelo determinístico de ecuaciones diferenciales lineales, con coeficientes tiempo-variables que contiene un mecanismo de retrocontrol densidad dependiente.

## MATERIALES Y METODOS:

La FIGURA 2 muestra la estructura del modelo de compartimentos diseñado, que es similar a la utilizada por JACKSON *et al.* (1976) para describir la dinámica poblacional de otro esfeniscido muy cercano a nuestra especie en estudio, el "pingüino burro" o de "patas negras" de Sud Africa, *Spheniscus demersus*.

La nomenclatura de los diferentes compartimentos (individuos/m<sup>2</sup>) se ajusta a las siguientes definiciones y valores iniciales, según los trabajos anteriormente citados (SCOLARO *et al.*, op. cit.).

$X_1$  = es el compartimento que representa la densidad de huevos de la población (individuos/m<sup>2</sup>). Su valor inicial fue de 0.0 huevos . m<sup>-2</sup> y su valor máximo se alcanza el día 256 correspondiente a la postura del segundo huevo.

$X_2$  = representa la densidad de pichones. Su valor inicial es de 0.08 individuos . m<sup>-2</sup>.

$X_3$  = representa el número de juveniles. Su valor inicial es de 0.035 individuos . m<sup>-2</sup>.

$X_4$  y  $X_6$  = representan el número de individuos inmaduros, machos y hembras respectivamente. El valor inicial para ambos es de 0.022 individuos . m<sup>-2</sup>.

$X_5$  y  $X_7$  = representan el número de individuos maduros machos y hembras respectivamente. El valor inicial para ambos es de 0.18 individuos . m<sup>-2</sup>. En estos compartimentos se incluyen los seniles ya que resulta difícil identificarlos para su separación del grupo de adultos reproductores.

$X_{100}$  = compartimento operativo que se trata como destino no identificado. Está constituido por los individuos de todos los estadios.

Los coeficientes tiempo-variables del modelo fueron escogidos de acuerdo a los siguientes criterios:

$t_1$  = es la tasa de postura de huevos. Esta tasa está controlada indistintamente por el número de individuos del sexo que se encuentre en defecto limitando la formación de parejas. Considerando que cada hembra pone 2 huevos por año, con dos picos de postura correspondiente a los días 252 y 256 (tiempo Juliano), se calculó la tasa de postura de la siguiente manera, (FIGURA 3a):

$$t_1 = 0 \text{ si } t \neq 252 \text{ ó } t \neq 256$$

$$t_1 = 1 \text{ si } t = 252 \text{ ó } t = 256$$

$t_2$  = es la tasa de eclosión de huevos. Representa una función de supervivencia densidad-dependiente obtenida a partir de los siguientes valores basados en censos estratificados por áreas de densidad para las fechas 28/X y 26/XI de 1976. (FIGURA 3b).

La TABLA 1 muestra las tasas de supervivencia de huevos observada en censos realizados en áreas de distinta densidad de ocupación, calculadas sobre la base de los valores de SCOLARO *et al.* (1979, 1980).

$t_3$  = es la tasa de transformación de pichones en pingüinos juveniles. Su tendencia es bimodal, densidad dependiente y se calcula a partir de los valores de la TABLA II. Esta muestra la supervivencia de pichones observados en áreas de distinta densidad de ocupación de nidos en la pingüinera de Punta Tombo y calculados sobre la base de los valores de SCOLARO *et al.* (op. cit.), en censos realizados en Noviembre de 1979 y Febrero de 1980.

$t_4$  y  $t_6$  = tasas de transformación de juveniles en adultos inmaduros, machos y hembras respectivamente. Se obtienen calculando la proporción de cada individuo juvenil que pasa al estadio siguiente en el término de 330 días (tiempo de duración del período juvenil), (FIGURA 3d). Su valor es de:

$$t_4 = t_6 = (1/330) \cdot 1/2 = 0.00151$$

$t_5$  = tasa que describe la transformación de machos inmaduros a machos maduros adultos. Se obtiene a partir del cálculo de la proporción de individuos machos inmaduros que se transforman en machos maduros, teniendo en cuenta el lapso que dura dicho estadio: 1.025 días. (FIGURA 3e).

$$t_5 = 1/1.025 = 9.75 \cdot 10^{-4}$$

$t_7$  = tasa de transformación de hembras inmaduras en hembras maduras; se obtiene teniendo en cuenta el período de tiempo que dura dicho estadio: 660 días (FIGURA 3f).

$$t_7 = 1/660 = 0.00151$$

$t_8$  = corresponde a la tasa de mortalidad de machos adultos. Se obtiene a partir del tiempo estimado de vida que corresponde a dicho estadio:



4.058 días, (FIGURA 3g).

$$t_8 = 1/4.058 = 0.00025$$

$t_9$  = es la tasa de mortalidad de hembras adultas. Se calcula teniendo en cuenta el período que permanecerían en este estadio: 3.693 días (FIGURA 3h).

$$t_9 = 1/3.693 = 0.00027$$

$t_{10}$  = corresponde a la tasa de mortalidad de huevos y se calcula a partir de la tasa de supervivencia de huevos ( $t_2$ ) de la siguiente manera:

$$t_{10} = 1 - t_2 = 1 - (0.442 - 0.197 X)$$

$t_{11}$  = representa la tasa de mortalidad de pichones. Se calcula siguiendo el mismo método utilizado para calcular  $t_3$ ; teniendo en cuenta que entre los dos censos informados por SCOLARO *et al.* (op. cit.) han transcurrido 93 días:

$$t_{11} = (1 - t_3)/93$$

$t_{12}$  = corresponde a la tasa de mortalidad de individuos juveniles y se calcula a partir de los datos de censos realizados antes ( $n = 187.000$ ) y después del período migratorio ( $n = 80.000$ ), teniendo en cuenta que el estadio juvenil dura 330 días.

$$t_{12} = (80.000/187.000)/330 = 0.00175$$

$t_{13}$  y  $t_{14}$  = representan a las tasas de mortalidad de hembras y machos inmaduros respectivamente.

$$t_{13} = t_{14} = 2.4 \cdot 10^{-4}$$

El siguiente conjunto de ecuaciones diferenciales de primer orden describe el modelo de compartimentos utilizado para describir la dinámica poblacional de esta especie:

$$\begin{aligned} \dot{X}_1 &= X_5 \cdot t_1 - (X_1 \cdot t_2 + X_1 \cdot t_{10}) \\ \dot{X}_2 &= X_1 \cdot t_2 - (X_2 \cdot t_{11} + X_2 \cdot t_3) \\ \dot{X}_3 &= X_2 \cdot t_3 - (X_3 \cdot t_4 + X_3 \cdot t_6 + X_3 \cdot t_{12}) \\ \dot{X}_4 &= X_3 \cdot t_4 - (X_4 \cdot t_{14} + X_4 \cdot t_5) \\ \dot{X}_5 &= X_4 \cdot t_5 - (X_5 \cdot t_8) \\ \dot{X}_6 &= X_3 \cdot t_6 - (X_6 \cdot t_7 + X_6 \cdot t_{13}) \\ \dot{X}_7 &= X_6 \cdot t_7 - (X_7 \cdot t_9) \end{aligned}$$

Algunos parámetros aún no estudiados o disponibles en la bibliografía para el Pingüino de Magallanes, tuvieron que ser necesariamente estimados. A este efecto se consideró la posibilidad de asimilar los valores determinados para otra especie: el Pingüino de Adelia (*Pygoscelis adeliae*). Si bien entre estas especies se

aprecia una cierta distancia filogenética y ecológica, existe una gran similitud en diversos aspectos de la biología de ambas.

Para la comparación con los parámetros del Pingüino de Adelia se han tomado como base los importantes trabajos de AINLEY (1978) y AINLEY y DE MASTER (1980). En particular se han considerado la longevidad y edad de madurez sexual diferencial para machos y hembras. Además al analizar las curvas de supervivencia del Pingüino de Adelia se notó que los valores calculados para el Pingüino de Magallanes no diferían mayormente de manera que los valores estimados como tasas de mortalidad de juveniles, de inmaduros y de machos y hembras reproductores, guardan una comparable relación con aquella especie.

## RESULTADOS:

El modelo fue procesado para un período consecutivo de cinco años a los efectos de probar su estabilidad. En la FIGURA 4, puede observarse que la curva que grafica la variable de estado  $X_1$  presenta picos bien definidos, que corresponden a la época de postura de huevos, entre los días 252 y 305 de cada año.

La variable  $X_2$  alcanza valores máximos inmediatamente después que  $X_1$  llega a su valor superior. Los máximos valores de esta curva son significativamente menores que los más altos valores de  $X_1$ . Este comportamiento evidencia una alta mortandad de huevos.

En la FIGURA 5 se representan las oscilaciones de  $X_3$ , cuyos máximos coinciden con la época estival y los mínimos con el período pelágico.

Cuando se analizan las perturbaciones de  $X_4$  y  $X_6$  se manifiestan oscilaciones anuales de menor amplitud que en las variables consideradas anteriormente, pero con tendencias crecientes hasta el tercer año a partir del cual comienzan a estabilizarse;  $X_4$  crece a mayor velocidad que  $X_6$  debido a que la tasa de maduración de los machos es menor que la tasa correspondiente a las hembras, lo que provoca una acumulación de individuos en este período.

En la FIGURA 6 se representan las variables  $X_5$  y  $X_7$  que denotan mayor estabilidad que las otras variables a lo largo de los cinco años. Desaparecen las oscilaciones anuales y el crecimiento en el período de 5 años es muy leve. Es de notar que debido a lo ocurrido en el estadio anterior, el número de hembras crece en forma más acentuada que el de machos. Por esta razón los machos limitarían la formación de parejas, lo que justifica el control de  $X_1$  a  $X_5$  (FIGURA 2).

## INTRODUCCION DE PERTURBACIONES Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD:

Con el fin de analizar el modelo frente a diferentes perturbaciones, se llevaron a cabo las siguientes experiencias: 1º) reducción de la variable  $X_1$  a la mitad de su valor en el día 276 del primer año (20 días después de la fecha de iniciación de la postura) y posterior operación del modelo por un período de cinco años (FIGURA 4), 2º) oscilación de las tasas  $t_{11}$  (mortalidad de pichones),  $t_8$  y  $t_9$  (mortalidad de machos y hembras adultas) y  $t_{12}$  (mortalidad de individuos juveniles), en un entorno de  $\pm 20\%$  de su valor de equilibrio durante el primer año de simulación y posterior operación del mismo por un período de cinco años.

En el primer caso, de la observación de los gráficos surge que pese a la introducción de la perturbación, los valores de  $X_1$  y  $X_2$  no presentan mayores diferencias con los correspondientes a la población en condiciones normales con el transcurrir del tiempo.

En el segundo caso se observa que la curva que describe la conducta de los individuos juveniles alcanza valores menores con respecto a la que describe la conducta del modelo perturbado (FIGURA 5).

En la FIGURA 6 se observa que las perturbaciones introducidas en el primer año son denunciadas en la población al segundo y tercer año para finalmente ser absorbidas por la comunidad al final de los cinco años.

En la Tabla III se presentan los resultados obtenidos del análisis de los datos procesados considerando períodos de cinco años.

Las variables  $X_2$  y  $X_3$  presentaron la mayor sensibilidad a una variación de  $\pm 20\%$  de  $t_{11}$ . Los porcentajes de variación fueron para  $X_2$  de  $7\%$  y  $7.59\%$  para el aumento y la disminución, respectivamente. Para la variable  $X_3$  se obtuvo  $4.23\%$  y  $-4.79\%$  para idénticas modificaciones de la tasa.

La variable  $X_4$  presentó una sensibilidad menor correspondiéndole  $1.9\%$  tanto para aumento como disminución de la tasa; para la variable  $X_6$  la sensibilidad es similar con un valor de  $1.75\%$ .

Considerando las modificaciones de las tasas  $t_8$  y  $t_9$  surgieron como variables sensibles  $X_7$ ,  $X_5$  y  $X_1$ . En este caso los porcentajes de variación fueron  $1.9\%$ ,  $1.77\%$  y  $1.25\%$  respectivamente, tanto para el aumento como para la disminución en un  $20\%$  en las tasas respectivas.

De los coeficientes de variación se deduce que modificaciones de  $t_{11}$  tienen un mayor efecto sobre el estado de las variables, respecto a modificaciones de  $t_8$  y de  $t_9$ . De modo que una variación en la tasa de mortalidad de los pichones influye más profundamente en la población que una variación de la mortalidad de los adultos reproductores.

La variable  $X_3$  presentó un porcentaje muy elevado de variación pese a que la modificación en el flujo de entrada de esta variable, causada por la alteración de  $t_{11}$  sería menor al  $20\%$ .

La sensibilidad de algunas variables ( $X_3$  y  $X_6$ ) es distinta según se trate de un aumento o disminución en la tasa. Esto es debido a que las tasas que afectan estos compartimentos son densidad-dependientes por lo que toman valores diferentes de acuerdo al valor de la variable afectada por la perturbación.

## CONCLUSIONES:

Se presenta un modelo demográfico de ecuaciones diferenciales que contiene un ciclo de retrocontrol densidad dependiente de la tasa de eclosión de los huevos y del desarrollo de pichones. Este ciclo ha sido diseñado sobre la base de la información obtenida en áreas que difieren en cuanto a la densidad de individuos que las ocupan.

Los resultados obtenidos mediante la operación del modelo indican que éste puede reproducir satisfactoriamente las tendencias cíclicas observadas a campo. El mecanismo densidad dependiente incorporado pretende utilizar este modelo para explicar con cierto grado de verosimilitud el efecto demográfico de algunas intervenciones simples en la colonia.

Las intervenciones experimentadas, que fueron escogidas por su eventual in-



terés práctico (supresión de huevos) o significado ecológico (mortalidad de individuos adultos en su fase pelágica) no producen efectos duraderos en la densidad de la colonia, después del tercer año de producidos. Este criterio de estabilidad, exclusivamente demográfico, debería ser complementado con observaciones acerca de las características genéticas de la población remanente, que podrían alterarse en correspondencia con los cambios de densidad observados.

La población de adultos crece lenta y sostenidamente por lo que perturbaciones que afecten en forma considerable a las variables de los primeros años de vida tienen muy poco efecto sobre la población de adultos maduros. Una gran disminución en el número de huevos, pichones o juveniles ( $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$ ) durante un período considerable de tiempo, por ejemplo tres años, no tendría mayores implicancias en la dinámica de la población.

En cambio una pérdida prolongada de los individuos inmaduros, produciría un marcado efecto sobre la población.

Los machos maduros tienen una tasa de crecimiento más pequeña que la de las hembras maduras debido a que tienen un menor flujo de ingreso proveniente del estadio juvenil y requieren más tiempo para la maduración sexual. Por esta razón el número de individuos machos es el que limitaría la formación de parejas y esta situación se vería en parte compensada naturalmente por una mayor longevidad de los machos.

El análisis de los datos de campo mediante este modelo corrobora la idea de que el sistema demográfico de esta especie es relativamente robusto aún frente a perturbaciones de magnitud considerable como las exploradas en estos ejemplos de simulación.

#### BIBLIOGRAFIA:

- AINLEY, D.G., 1978. Activity patterns and social behavior of non-breeding Adelle Penguins. *Condor*, **80**: 138 - 146.
- AINLEY, D.G. and DE MASTER, D.P., 1980. Survival and mortality in a population of Adelle Penguins, *Ecology*, **61** (3): 522 - 530.
- BOSWALL, J. and MAC IVER, D., 1974. The Magellanic Penguin *Spheniscus magellanicus*. IN: *The Biology of Penguins* by B. STONEHOUSE, University Park Press, London: 271 - 305.
- CARRARA, I.S., 1952. Lobos marinos, pingüinos y guaneras del litoral marítimo e islas adyacentes de la República Argentina. Universidad Nac. La Plata, Fac. Cs. Veterinarias (mimeógrafo): 80 pp.
- DACIUK, J., 1976. Notas faunísticas y bioecológicas de Península Valdés y Patagonia XV. Estudio bioecológico inicial de los esfeniscidos visitantes y colonizadores de Península Valdés y costas aledañas (Chubut, Arg.). *Physis* (C) **35** (90): 43 - 56.
- GODOY, J.C., 1963. Fauna silvestre. Evaluación de los Recursos naturales argentinos. *Cons. Federal de Inversiones*, Bs. As., **8** (1-2): 135 - 159.
- JACKSON, F., SIEGFRIED, W.R. and J. COOPER, 1976. A simulation model for the population dynamics of the Jackass Penguin. *Trans. Roy. Soc. S. Africa*, **42** (1): 11-21.
- SCOLARO, J.A., 1978. El Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*). IV. Notas biológicas y de comportamiento. *Pub. Ocas. Inst. Biol. Animal*, **10**: 1 - 6.
- SCOLARO, J.A., HALL, M.A., XIMENEZ, I.M. y O. KOVACS, 1979. Idem I. Evaluación y estratificación de densidades de su población en Punta Tombo, Chubut, Arg. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. B. Rivadavia, Ecología*, **2** (4): 89 - 102.
- SCOLARO, J.A., HALL, M.A., XIMENEZ, I.M. y O. KOVACS, 1980. Idem II. Biología y desarrollo de la incubación en la colonia de P. Tombo, Chubut, Argentina. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. B. Rivadavia, Ecología*, **2** (5): 103 - 110.
- SCOLARO, J.A., 1980. Idem VI. Dinámica de la población de juveniles. *Hist. Nat.* **1** (25): 173 - 178.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se llevó a cabo como ejercicio de un curso de Ecología de Sistemas dictado en el Dpto. de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional del Sur, con auspicio de la CIC (Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires). Se agradece, asimismo, la cooperación del Centro de Cómputo (Dpto. de Ciencias Exactas) de dicha Universidad.

J.A. Scolaro proveyó los datos de campo para la realización de este trabajo. J. Ares coordinó el trabajo y el curso. Los restantes autores, alumnos del curso, redactaron dos informes que fueron utilizados para elaborar este texto.

### TABLA I

Clase de densidad	Promedio nidos/m <sup>2</sup>	Censo 28/X Promedio huevos/nido	Censo 26/XI Promedio huevos/nido	Supervivencia
ALTA	92.1	1.803	0.288	$0.288/1.803 = 0.159$
MEDIA	46.02	1.872	0.856	$0.856/1.872 = 0.457$
BAJA	7.54	1.846	1.462	$1.462/1.846 = 0.793$

Supervivencias de huevos observadas en censos realizados en áreas de distinta densidad de ocupación de nidos en la pingüinera de Punta Tombo. Calculados sobre la base de los valores comunicados por SCOLARO *et al.* (op. cit.).

### TABLA II

Clase de densidad	Densidad Individuos Totales	Censo Noviembre	Censo Febrero	Supervivencia
ALTA	2.099	0.28	0.24	$0.24/0.28 = 0.86$
MEDIA	1.3116	0.85	0.42	$0.42/0.85 = 0.52$
BAJA	0.256	1.4	0.91	$0.91/1.4 = 0.65$

valores = individuos . m<sup>-2</sup>

Supervivencias de pichones observadas en áreas de distinta densidad de ocupación de nidos en la pingüinera de Punta Tombo. Calculados sobre los datos de SCOLARO *et al.* (op. cit.) de censos realizados en Noviembre de 1979 y Febrero de 1980.

TABLA III

VARIABLE		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
DIA		256	365	365	365	365	365	365
VALOR ORIGINAL	t <sub>11</sub>	0.32834	0.0514	0.0543	0.03262	0.17377	0.0285	0.1766
	t <sub>8, t<sub>9</sub></sub>	0.32834	0.0514	0.0543	0.03262	0.17377	0.0285	0.1766
+ 20 %	t <sub>11</sub>	0.32829	0.0478	0.0520	0.0320	0.17369	0.0280	0.1765
	t <sub>8, t<sub>9</sub></sub>	0.32429	0.05095	0.05411	0.0326	0.17072	0.02852	0.17329
- 20 %	t <sub>11</sub>	0.3284	0.0553	0.0569	0.03324	0.17385	0.0291	0.17672
	t <sub>8, t<sub>9</sub></sub>	0.33245	0.05188	0.0546	0.03263	0.17687	0.02855	0.17997

Resultados del análisis de sensibilidad. Valores de las variables de estado cuando se modifican en los rangos indicados los coeficientes tiempo-variables del modelo. "Valor original" alude a los valores de los coeficientes que confieren al modelo una conducta estable.



**FIGURA 1. Mortalidad en la fase pelágica. La contaminación con petróleo es una de las principales causas de mortalidad de esta fase.**

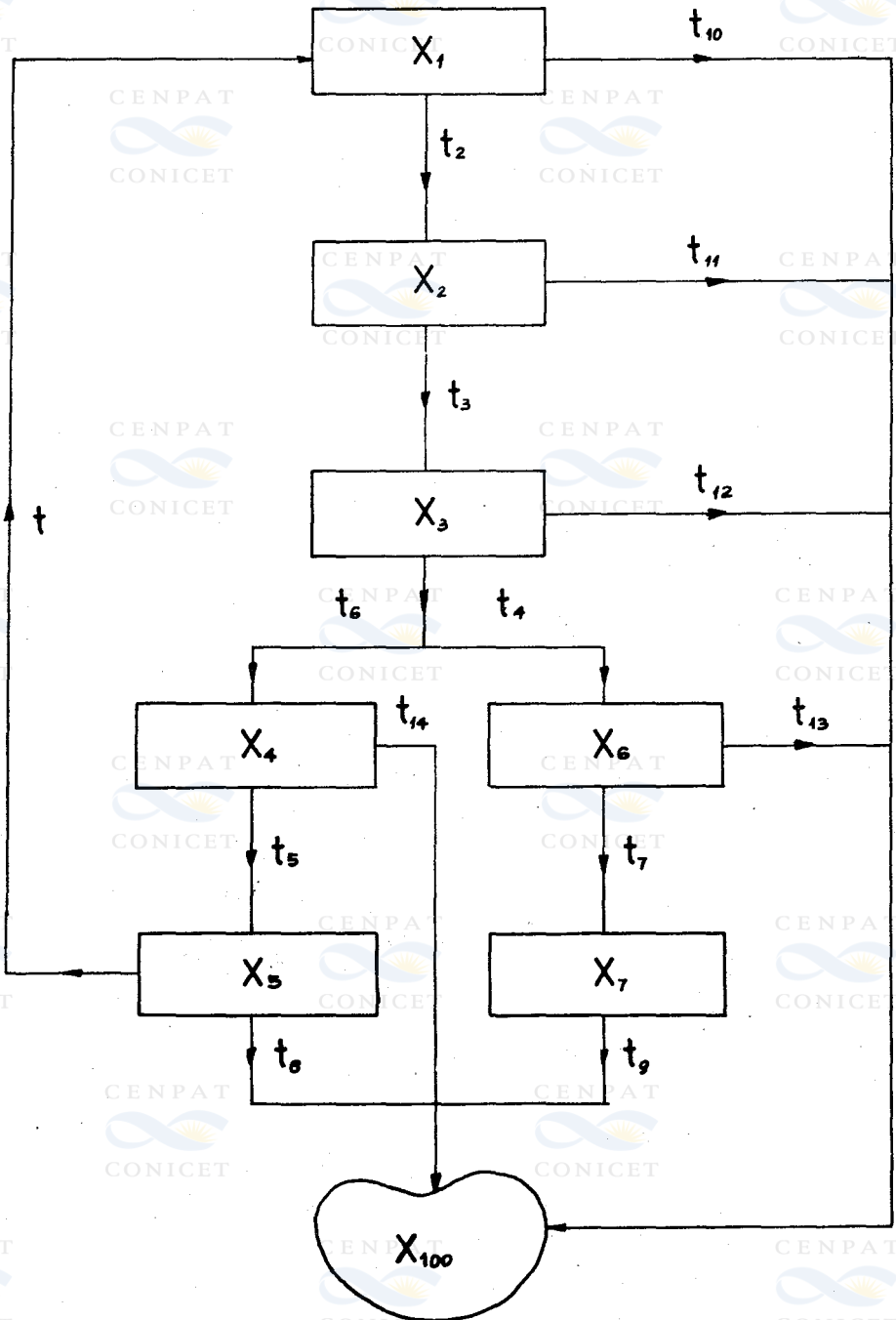


FIGURA 2. Compartimentos y flujos definidos en el modelo para simular la dinámica de *Spheniscus magellanicus*. Los compartimentos y valores iniciales se definen en el texto.



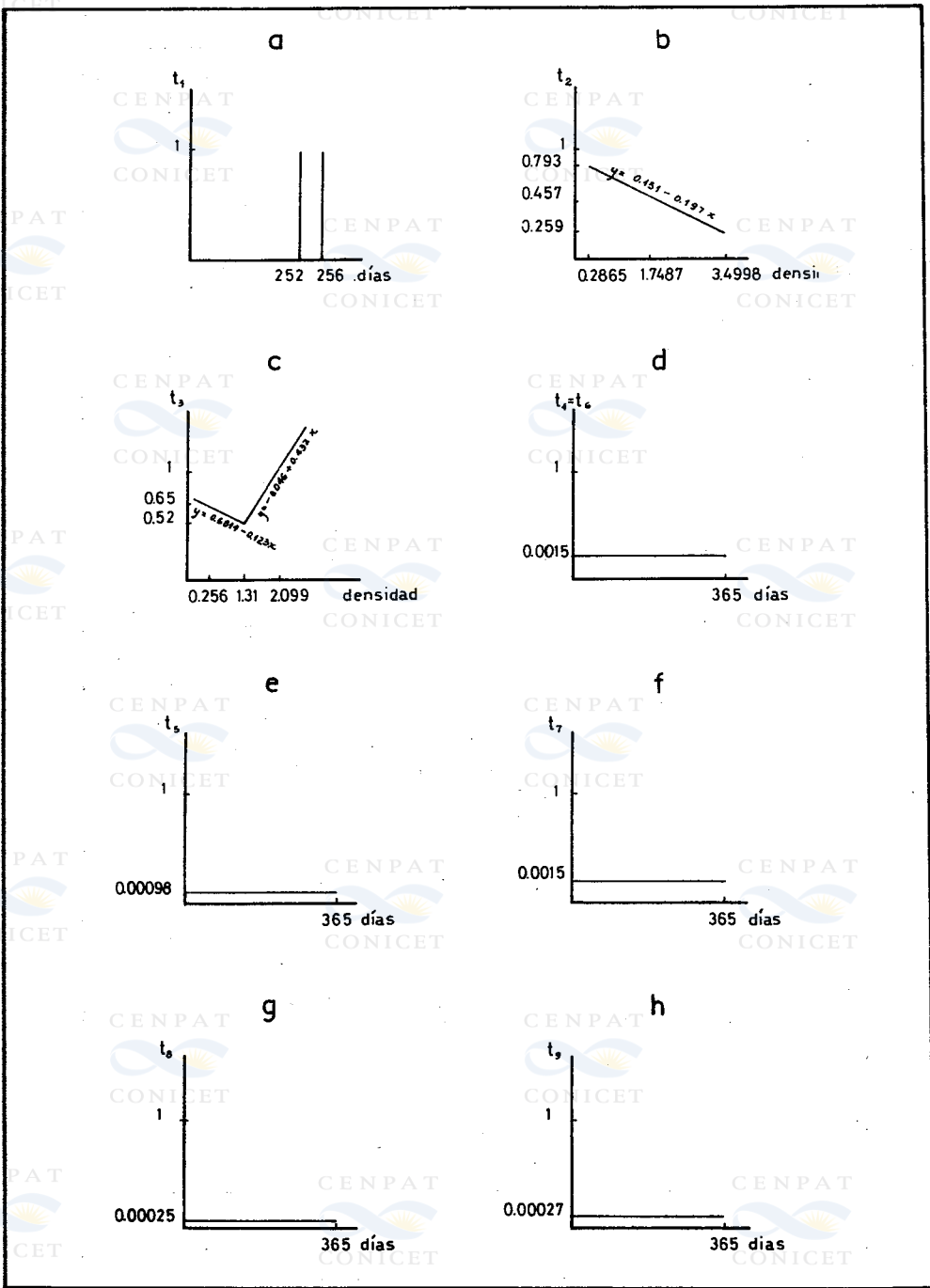


FIGURA 3. Definición de los coeficientes tiempo-variables del modelo de compartimentos.

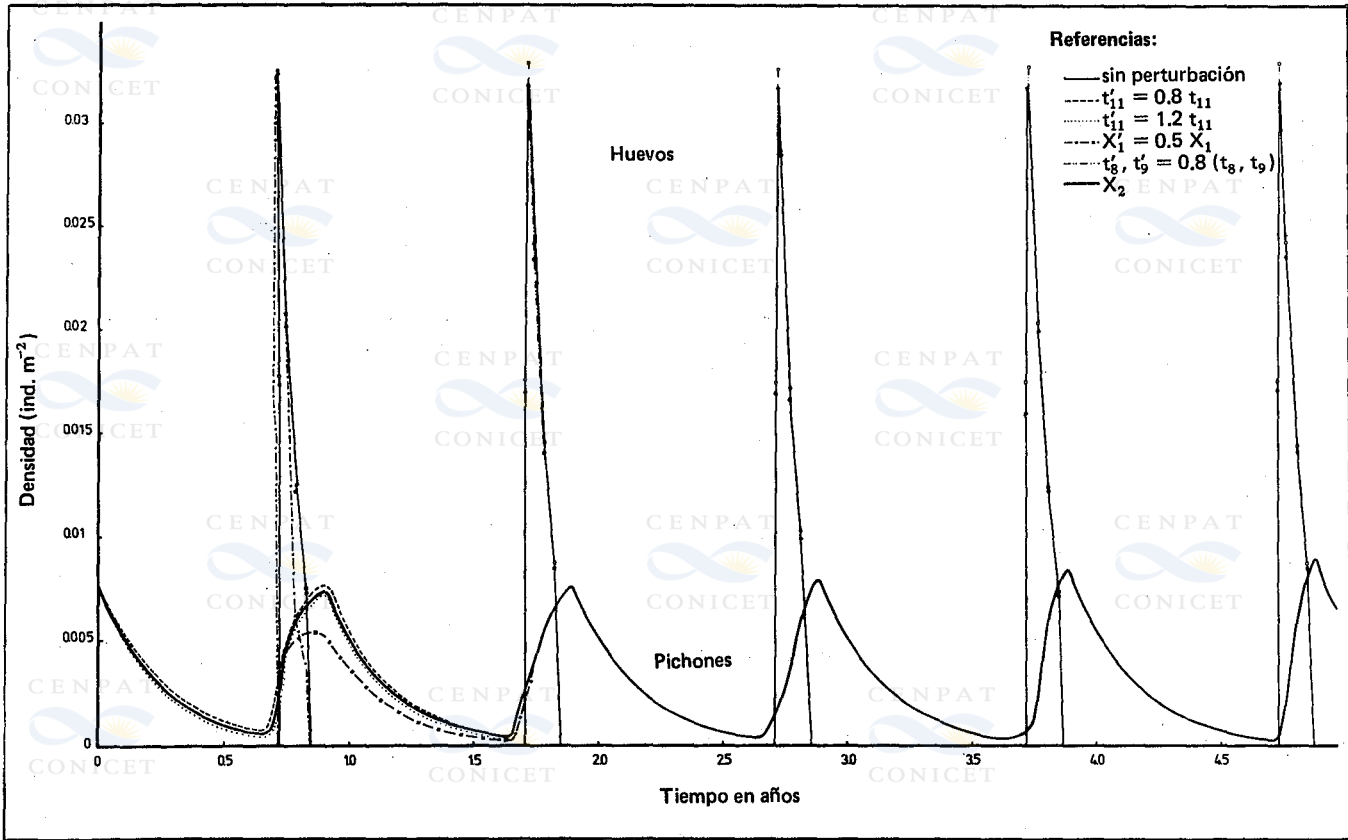
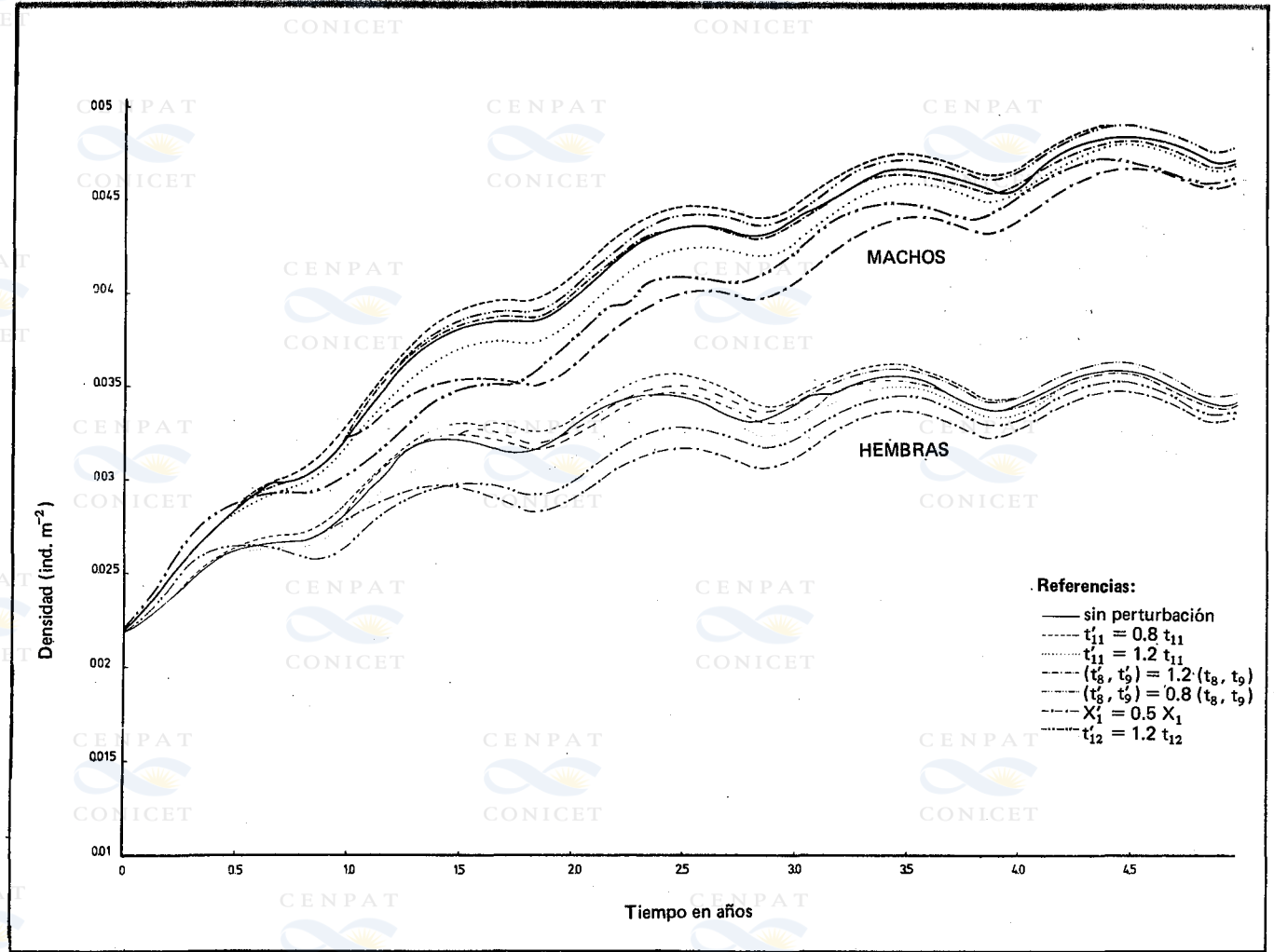


FIGURA 4. Densidad de huevos y pichones y sensibilidad a perturbaciones demográficas.

FIGURA 5. Densidad de individuos juveniles y sensibilidad a perturbaciones demográficas.



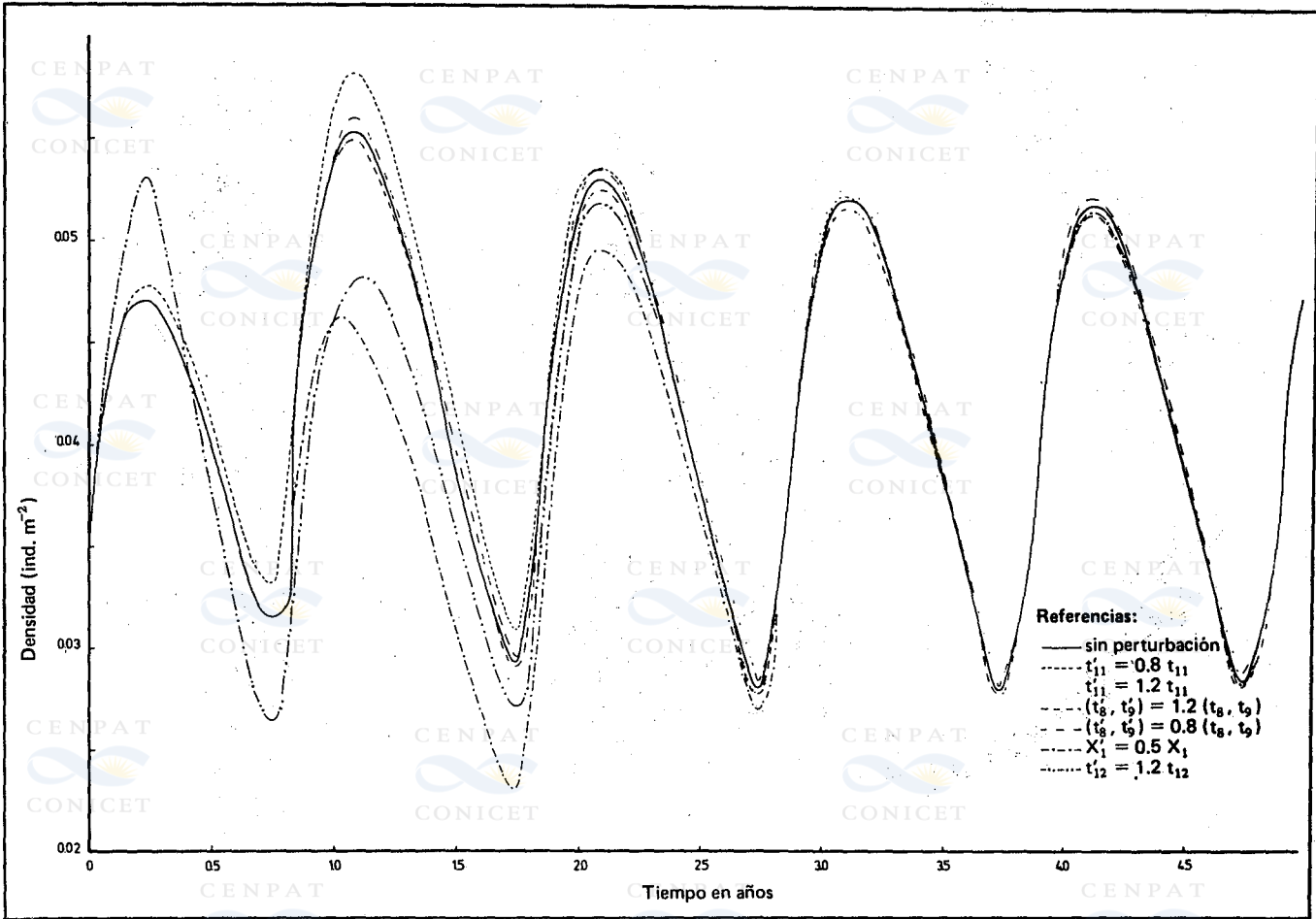


FIGURA 6. Densidad de machos y hembras reproductores y sensibilidad a perturbaciones demográficas.