



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE BIOLOGÍA

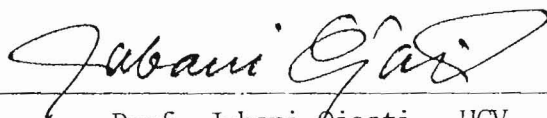
Este trabajo especial de
grado fue presentado por

Bianca D'Andria

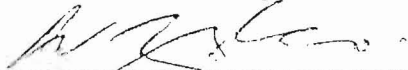
el mismo fue defendido públicamente el

25 de junio de 1980

y aprobado por los Miembros
del Jurado designados por
el Decano de Estudios Profesionales

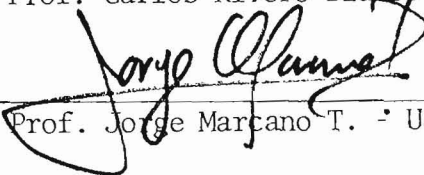


Prof. Juhani Ojasti - UCV



Prof. Carlos Rivero-Blanco - INAP

Tutor:



Prof. Jorge Marciano T. - USB

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE BIOLOGÍA

Estructuración de un modelo matemático sobre la dinámica poblacional de la baba (Caiman crocodylus) con miras a su posible explotación comercial.

Trabajo dirigido por el
Prof. Jorge Marcano T.

Trabajo Especial de Grado
presentado ante la Universidad Simón Bolívar por la
Br. Bianca M. D'Andria
para optar al título de
Licenciado en Biología.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a José Ayarzagüena por haber brindado desinteresadamente los datos que fueron utilizados para la realización de este trabajo y por estar siempre a la disposición para cualquier circunstancia en que lo necesitara. De igual manera Peter Zadrosny brindó sus conocimientos de computación indispensables en la realización del modelo; además le agradezco la paciencia con que me enseñó a utilizar la computadora y el interés demostrado siempre durante el desarrollo de este trabajo.

Quiero agradecer especialmente a Diógenes Infante por ayudarme en algunos aspectos de programación muy importantes para la estructuración del modelo. De la misma forma agradezco la ayuda brindada por Josene Ezcurra, Emma D'Andria, María Elena León y María Elena Chemello ya que de una u otra forma colaboraron en la versión final del trabajo. Al Dr. Rivero-Glanco por permitirme disponer de su bibliografía. Quiero agradecer muy especialmente al Profesor Jorge Marcano por el valioso asesoramiento prestado, sin el cual no habría sido posible la realización de este trabajo. Para mis padres, cuyo esfuerzo me ha permitido llegar a este momento.

Por último quiero darle las gracias especialmente a Emilio Herrera por el estímulo constante que me brindó a lo largo de la realización de este trabajo.

INDICE GENERAL

	Pág.
SECCION I: INTRODUCCIÓN	10
SECCION II: AREA DE ESTUDIO	16
Determinación del área de estudio específica	20
SECCION III: DATOS DEL TRABAJO DE CAMPO REALIZADO EN 1977 Y 1978	
- Tamaño de las babas	22
- División de la población en clases de tamaño	22
- Abstención de hembras adultas a la reproducción.....	27
- Depredación sufrida en el primer año de vida	27
- Tamaño de la población	28
SECCION IV: METODOS : Trabajo de campo realizado en 1979	
a) <u>Reproducción</u>	
- Número de nidos construidos en mata y en tapa	29
- Número de huevos por puesta	30
- Depredación de huevos en ambos hábitats ...	30
- Recién nacidos	31
b) <u>Mortalidad natural</u>	31
SECCION V: RESULTADOS: Trabajo de campo realizado en 1979	34
SECCION VI: ESTRUCTURACION DEL MODELO	
- Tamaño de la población	41
- Proporción de hembras que se abstienen a la reproducción	42
- Depredación de huevos.....	42
- Depredación durante el primer año de vida ...	42
- Mortalidad natural	44
- Correlación entre la edad y el tamaño.....	48
- Factores abióticos que condicionan la población de babas de El Frio	49
MODELO	51
SECCION VII: RESULTADOS Y DISCUSION	
1. Máxima cosecha autosostenida (MCA).....	66
Prueba de sensibilidad	68
2. Cosecha de individuos adultos : control sobre la depredación de verano	80
3. Cosecha de individuos adultos : recolección de huevos y cría en cautiverio por	

	Pág.
un año	81
a. Cosecha de machos adultos.....	85
b. Cosecha de machos y hembras adultos.....	91
c. Cosecha de un número fijo de machos	91
d. Cosecha de un número fijo de hembras	102
4. Cosecha de individuos adultos : recolección de huevos y cría en cautiverio por tres años	106
e. Cosecha de 2.000 individuos criados.....	110
f. Cosecha de machos adultos y 2000 individuos criados.....	110
g. Cosecha de machos y hembras adultos y 2.000 individuos criados	116
h. Cosecha de un número fijo de machos y 2.000 individuos criados.....	116
SECCION VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
Apéndice I : Costos de caza para las diferentes alternativas de manejo	134
Apéndice II : Programa del modelo	143
BIBLIOGRAFIA	147

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Clases de edad determinadas para la población de babas que habitan El Frio. Cuadros de censos y segregación sexual de la población	23
Tabla 2: Datos para el calculo de la regresión edad-tamaño.	25
Tabla 3: Resultados del trabajo de campo realizado en 1979	36
Tabla 4: Mortalidad natural correspondiente a los primeros 6 años de vida.	38
Tabla 5: Mortalidad natural causada por Distrofia muscular	39
Tabla 6: Datos recopilados en el trabajo de campo de 1977 y 1978 : Reproducción	43
Tabla 7: Individuos que integran los 6 primeros años de vida.	47
Tabla 8: Nivel poblacional (sin cosecha).	60
Tabla 9: Precios/piel según la longitud del animal.	64
Tabla 10: Costos de instalaciones para cría en cautiverio	65
Tabla 11a: Estrategia de cosecha de exceso de machos (cría durante 1 año).	66
Tabla 11b: Estrategia de cosecha de exceso de machos (continuación; cría en cautiverio por 1 año)	69
Tabla 12: Costo-Beneficio de la cosecha de exceso de machos (cría por 1 año)	90
Tabla 13a: Cosecha de machos y hembras adultos (cría por 1 año)	92
Tabla 13b: Cosecha de machos y hembras adultos (continuación, cría en cautiverio por 1 año)	93
Tabla 14: Costo-Beneficio de la cosecha de machos y hembras adultos (cría por 1 año)	96
Tabla 15: Cosecha de un número fijo de machos (cría por 1 año)	98
Tabla 16: Cosecha de un número fijo de machos (continuación, cría por 1 año)	99
Tabla 17: Costo-Beneficio para la cosecha de un número fijo de machos (cría por 1 año)	100
Tabla 18: Costo-Beneficio para la cosecha de un número fijo de machos (continuación, cría por 1 año).	101
Tabla 19: Cosecha de un número fijo de hembras (cría por 1 año)	103

Tabla 20: Costo-Beneficio para la cosecha de machos adultos y número fijo de hembras	105
Tabla 21: Individuos criados	108
Tabla 22: Cosecha de 2000 individuos criados (cría por 3 años)	110
Tabla 23: Cosecha de machos adultos (cría por 3 años)	114
Tabla 24: Costo-Beneficio para la cosecha de machos adultos (cría por 3 años)	115
Tabla 25: Cosecha de machos y hembras adultos (cría por 3 años)	117
Tabla 26: Costo_beneficio para la cosecha de machos y hembras adultos (cría por 3 años)	119
Tabla 27: Cosecha de un número fijo de machos (cría por 3 años)	121
Tabla 28: Cosecha de un número fijo de machos (continuación, cría por 3 años)	122
Tabla 29: Costo-Beneficio de la cosecha de un número fijo de machos (cría por 3 años)	123

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Climadiagrama de Mantecal	
Grafico 1: Curva de crecimiento de la población de babas que habitan en el Frio	24
Grafico 2: Histograma de longitud vs número de individuos	46
Gráfico 3: Regresión edad tamaño	50
Gráfico 4: Variación del nivel poblacional (sin cosecha)	58
Figura 5: Diagrama de flujo	61
Grafico 5: Variación media del nivel poblacional (Maxima cosecha autosostenida, MCA)	67
Grafico 6: Coeficiente de variación (MCA)	69
Grafico 7: Escenario super óptimo (prueba de sensibilidad)	71
Grafico 8: Escenario super óptimo. Coeficiente de variación	72
Grafico 9: Escenario óptimo (prueba de sensibilidad)	73
Gráfico 10: Escenario óptimo. Coeficiente de variación	74
Gráfico 11: Escenario pésimo (prueba de sensibilidad)	76
Grafico 12: Escenario pésimo. Coeficiente de variación	77
Gráfico 13: Escenario super pésimo (prueba de sensibilidad)	78
Grafico 14: Escenario super pésimo. Coeficiente de variación	79
Grafico 15: Control sobre la depredación de verano	82
Grafico 16: Cosecha de machos adultos (cria por 1 año)	88
Grafico 17: Variación del nivel poblacional al cosechar machos y hembras adultas (cria por 1 año)	94
Gráfico 18: Cosecha de machos y hembras adultos (cria por 1 año)	95
Grafico 19: Variación del nivel poblacional al cosechar 2.000 individuos criados	111
Grafico 20: Cosecha de machos adultos (cria por 3 años)	112
Gráfico 21: Cosecha de machos y hembras adultos (cria por 3 años)	117
Gráfico 22: Histograma de longitud vs número de individuos Datos utilizados para el cálculo de la regresion	26

RESUMEN

En base a información proveniente fundamentalmente de la literatura se estructuró un modelo de simulación de la dinámica poblacional de la baba (Caiman crocodilus), específicamente para la población de el hato El Frío, Edo. Apure. El modelo está constituido básicamente por ecuaciones de diferencia. Los datos con que se alimentó al modelo son reales o extrapolados de datos reales, a excepción de la estructura de edades de la población de juveniles (1 a 6 años) que se tuvo que estimar.

El objetivo fundamental del modelo es el de obtener la mejor estrategia de explotación de forma de mantener los niveles poblacionales y de obtener máxima rentabilidad económica.

Un resultado importante de la simulación en este modelo es que no se puede obtener una tasa de cosecha autosostenida que cumpla con los dos requisitos antes mencionados. De modo que es necesario controlar alguna (s) de las variables que afectan a la población. De las varias alternativas ensayadas, se obtuvo que la mejor estrategia es la cosecha de un número fijo de machos anualmente (000) y el exceso de hembras con respecto a un mínimo, con incubación de los huevos y cría en cautiverio por un año.

Los beneficios económicos obtenidos de la explotación según este modelo son bajos, pero se considera que pueden ser mucho más altos. Se recomienda que se estudie la estructura por edades, sobre todo a nivel de juveniles y la curva de crecimiento en vida libre y cautiverio para que los resultados del modelo sean más realistas.

SECTION 1

INTRODUCCION

Una gran fuente de riqueza de la que dispone un país, se ve representada en sus recursos naturales renovables. La utilización de estos recursos para provecho de los hombres, es algo lícito siempre y cuando se realicen estudios previos que promuevan una explotación racional que permita disfrutar de las riquezas naturales por un tiempo indefinido.

El valor económico que en algún momento representa una especie animal, puede desencadenar la explotación irracional de la misma originando así una disminución vertiginosa de sus niveles poblacionales. En efecto, la mayoría de las 21 especies de cocodrilos existentes actualmente están o han estado en peligro de extinción a causa del interés comercial que despiertan las pieles de estos animales (Brazaitis, 1968). En Venezuela y Colombia, debido a la casi desaparición de las mejores especies explotables (Crocodylus acutus y Crocodylus intermedius), la industria comenzó a interesarse en las babas (Caiman crocodilus) cuyo valor comercial es menor.

Recientemente el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables (MARNR) ha mostrado nuevo interés en introducir una legislación que rija la explotación comercial de las diferentes especies de cocodrilos (entre ellos la baba), sin proceder aún debido a la falta de estudios que brinden información sobre la mejor política que permita maximizar la cosecha obtenible sobre la base de garantizar la preservación de la población sujeta a manejo.

Por otra parte, numerosos autores, preocupados por el fin que pueden correr estas especies, han realizado diferentes estudios sobre la ecología de las mismas brindando de esta manera una base científica para el diseño de programas eficientes que permitan legalizar la explotación racional de estos animales. Entre algunos de estos estudios tenemos el realizado por Blohm (1973) y Rivero-Blanco (1973) quienes suministraron datos importantes sobre la cría en cautividad de cocodrilos, con el fin de obtener beneficios económicos previniendo al mismo tiempo su extinción. Además, Rivero-Blanco (1974) hizo estudios sobre la reproducción de la baba en los llanos venezolanos. De igual manera, Chiriví-Gallego (1973) recopiló información acerca de la reproducción de varias subespecies del C. crocodilus que habitan en Colombia. Mondolfi (1965), en cambio, refleja en su artículo una gran

preocupación por la extinción que están sufriendo varias especies de nuestra fauna silvestre, ofreciendo así recomendaciones sobre el uso racional de estos recursos naturales garantizando al mismo tiempo su preservación. Brazaitis (1963) y Rivero-Blanco (1963, 1970) hacen otro tanto refiriendo en sus respectivos trabajos las necesidades de implementar medidas conservacionistas para las especies de cocodrilos.

Por su parte, Staton y Dixon (1975, 1977) realizaron una de los trabajos más completos sobre la ecología de la baba, estudiando el efecto que sobre ellas ejercen los intensos períodos de verano e invierno típicos de nuestros llanos. Con el mismo interés, Ayarzagüena (en prep.) ha realizado un estudio que abarca un período de 2 años (1977, 1978) sobre la ecología de las babas que habitan en el hato El Frío (Edo. Apure). Los datos suministrados por dicho estudio constituyeron la información básica del trabajo que aquí se presenta, ya que el objetivo principal del mismo es el análisis de la posible explotación de esa población. Además, se ha realizado un trabajo de campo con el fin de obtener información adicional correspondiente al año de 1979, obteniéndose resultados que reafirman a aquellos suministrados por Ayarzagüena.

Los modelos matemáticos de simulación son instrumentos útiles que facilitan la integración de la información existente sobre una población, y de igual manera ayudan a abordar los diferentes problemas que surgen cuando se intenta realizar la explotación de esa población. Como bien expone Bone (1977) "...Las variables más importantes que afectan a la población, la validez y el significado de los datos empíricos que se poseen y la búsqueda de diferentes alternativas de manejo racional son problemas que se pueden afrontar en forma teórica empleando el modelaje y la computadora..."

Un modelo matemático es una representación expresada en ecuaciones matemáticas de un proceso, que en el caso de un modelo ecológico, es de tipo natural. Los objetivos que se pueden cumplir, según Stenseth (1977), con la modelación matemática son:

1.- Proveer un instrumento donde se almacenen datos agrupados ordenadamente, facilitando así nuevos análisis e interpretaciones de sucesos que ya habían sido estudiados anteriormente.

2.- Predecir el éxito de futuros experimentos. Es importante indicar que un modelo frecuentemente es usado para planificar la manera de llevar a cabo un experimento.

3.- Analizar si una hipótesis formulada verbalmente es plausible, es decir, analizar si las predicciones que se han supuesto se cumplen en la realidad.

El hecho de utilizar en este caso un modelo como instrumento para analizar la factibilidad de un manejo de fauna, radica en la conveniencia de integrar la información existente de una manera ordenada, facilitando la introducción de nuevos datos que se obtengan de la baba en el futuro. De igual manera el modelo permite predecir con varis años de anticipación, los efectos que se producen sobre la población en estudio cuando suceden cambios en factores que condicionan su vida.

Las cosechas de tipo experimental que envuelven las poblaciones de cocodrilos, son potencialmente más peligrosas que para cualquier otra especie comercialmente explotable. Este peligro radica en la alta vulnerabilidad de estos animales a ser cazados, al largo periodo requerido para alcanzar la madurez sexual y los efectos que sobre la población de estos animales tienen los fenómenos naturales (Nichols y col. 1975).

Por esta razón la política que el MARNR debe adoptar en cada momento no tiene por que ser la misma que se fijó en un determinado instante, los veranos prolongados, las inundaciones de las tierras, la continua modulación (construcción de terraplenes o tapas) son factores que influyen sobre la población originando continuos cambios en el número de animales que se intenta cosechar. De esta manera, el modelo constituye el mejor instrumento que permite predecir los resultados de la aplicación de la nueva política.

Cuando se dice que un modelo predice, se refiere que a través de él se pueden simular los cambios que sucederían en una población cuando se altera(n) alguno(s) de los factores que condicionan su vida; de esta manera se estudian los efectos que estos cambios causan sobre esa población aún antes de que la misma los sufra en realidad. Los modelos que presentan esta característica se denominan de simulación, siendo un modelo de este tipo el propuesto en este trabajo. El estudio realizado por Roseberry (1979) sobre la población de codornices (Colinus virginianus) sirve de ejemplo para un modelo de simulación. El trata de evaluar las respuestas que sobre esta población se originan al aplicarle, a través de la simulación, diferentes estrategias de cacería.

Es importante indicar que el grado de refinamiento del modelo y el número de variables que lo integran son función de la precisión de los datos con que se está trabajando. En ecología la precisión de muchos datos no es muy grande, por lo que es lógico construir modelos con un número limitado de variables. La inclusión de variables adicionales y nuevas relaciones matemáticas más detalladas pueden desviar nuestra atención de las propiedades esenciales del proceso natural que se está estudiando (Stenseth, 1977).

Para la traducción al idioma matemático se utilizaron en este caso ecuaciones de diferencia, ya que las observaciones de campo no fueron hechas en forma continua, por lo que los datos que se tienen no encierran cambios graduales. Este tipo de ecuaciones ofrecen información detallada sobre cualquier proceso que se intenta estudiar, a pesar de existir discontinuidad en la información que se maneja (de Witt, 1974).

En definitiva, el presente estudio tiene los siguientes objetivos:

- 1.- Construir un modelo matemático que integre y relacione las variables relativas a la dinámica poblacional de babas.
- 2.- Analizar, mediante la simulación, las posibilidades de explotación que brinda la especie, determinando así el número de individuos a explotar y su tamaño en caso de que la misma sea factible.

En la siguiente sección se hará una breve descripción del área de estudio con el fin de presentar el hábitat de las babas. De igual manera, se especificará la zona de donde se obtuvieron los datos empíricos en el trabajo de campo realizado en 1979.

En la sección III se evalúan los parámetros básicos de la dinámica poblacional de la baba, información recolectada en el trabajo de campo realizado en los años de 1977 y 1978. En las secciones IV y V se especifica respectivamente, los métodos utilizados para recolectar información durante el trabajo de campo de 1979 así como los resultados obtenidos de su aplicación.

En la sección VI se integran todas las variables de entrada incluidas en el modelo y se explica las transformaciones y cálculos que se realizaron con el fin de incluirlas en el mismo.

En la sección VII se presentan los resultados de la

aplicación (simulada) de las diferentes alternativas de manejo. De igual manera, se discute las ventajas y desventajas que implica cada una terminando por determinar la estrategia más conveniente de acuerdo a los criterios preestablecidos en los que se basa su evaluación.

Por último, en la sección VIII se presentan las conclusiones que se desprenden de los resultados. De igual manera se ofrecen recomendaciones acerca de estudios que deben realizarse con el fin de profundizar la información que se tiene sobre la dinámica poblacional de la baba y así garantizar la aplicación de la mejor política de explotación garantizando al mismo tiempo la preservación de la especie.

SECTION 11

AREA DE ESTUDIO

El trabajo de campo, tal y como se especificó anteriormente, se llevó a cabo en el Hato El Frio; extensión de 73000 hectáreas (Ha) localizado en el Alto Apure entre el distrito Muñoz y Achaguas. Su forma es casi rectangular, presentando dos fronteras naturales, una al Norte correspondiente al río Apure y caño Guaritico, y la otra al Sur constituida por el caño Caucajua. Los límites Este y Oeste están establecidos por los diferentes hatos que lindan con él.

La mayor parte del terreno de El Frio es plano y con vegetación rala, a no ser las agrupaciones con área variable de árboles, denominadas matas ("bosquetes aislados en la llanura" (Ojasti, 1973)) y los bosques de galería (vegetación también de tipo arbórea) que se extienden a ambos lados de la ribera de algunos caños mayores que surcan El Frio.

Los cursos de agua siguen, como es lógico, la misma dirección e inclinación de la pendiente del terreno (0,02 % Oeste-Este) y se pueden distinguir dos tipos de caños:

- 1) Los denominados caños funcionales que conducen agua en invierno perdiendo esta propiedad en los meses de sequía. En estos caños se forman "pozos" que conservan el agua en los severos meses de verano, por lo que se convierten en puntos de convergencia obligatoria de animales de hábitos acuáticos, como son las babas (J. Ayarzagüena, en prep)
- 2) Los caños inactivos, que ya sea por sedimentación, construcción de diques a través de su curso o cualquier otra causa, han perdido la propiedad de conducir agua en invierno.

Todos los caños de El Frio (excluyendo los inactivos que se les puede considerar incomunicados) se encuentran conectados a la red fluvial del río Apure por diferentes canales, constituyendo un sistema de drenaje natural. Esta conexión facilita a las diferentes especies de hábito acuático, su desplazamiento de un lugar a otro, especialmente el traslado de tipo migratorio que las babas están obligadas a realizar cuando, al acercarse la época seca, buscan pozos o masas de agua que les permiten subsistir.

J. Ayarzagüena (en prep.), en su trabajo, distingue dos tipos diferentes de cuerpos de agua característicos de la zona de estudio y que guardan relación con el hábitat de la baba. Su definición es la siguiente:

1) Masas de agua: Extensiones totalmente cubiertas de agua en época de lluvia. Estas zonas son ocupadas por las babas en este periodo para lograr una mayor dispersión y poder disminuir así la competencia por los recursos.

2) Masas principales de agua: Extensiones inundadas durante todo el año. Es aquí donde las babas se concentran en los meses de verano. Durante el invierno la densidad de animales en estas zonas es mucho menor, por disponer de otras igualmente favorables.

Tal y como se dijo anteriormente, el relieve de los llanos es monótonamente plano. Sin embargo, se distinguen en la sabana pequeñas diferencias en su microrelieve que cobran gran importancia cuando el llano se inunda. Estas unidades fisiográficas se conocen con el nombre de Banco, Bajío y Estero. Los límites de estas entidades topográficas no han sido definidas exactamente debido a, tal y como lo explica Ojasti (1973), que los botánicos no señalan las diferencias absolutas existentes entre ellas sino más bien la diferenciación se realiza en base al grado de inundación que presentan estas zonas durante el periodo de invierno.

Banco: Lo componen las partes de la sabana con mayor elevación. Estas zonas se encuentran casi siempre exentas a ser inundadas por las crecidas de los ríos durante los meses de invierno. La mata y los bosques de galería constituyen las únicas dos entidades vegetales de tipo arbóreo presentes en la zona, distinguiéndose en la primera una gran variedad de especies, principalmente caducifolias dispuestas en tres estratos bien diferenciados. El suelo se presenta sin gramíneas y cubierto de hojarasca, lo que proporciona a la mata su propio nutriente orgánico.

Sin embargo, el bosque de galería se muestra como una franja estrecha de árboles de un solo estrato y de suelo completamente limpio debido al lavado que realizan los ríos cuando suben y bajan su volumen (ya sea verano o invierno).

Ayarzagüena distingue en su trabajo tres tipos de matas clasificándolas de acuerdo a su grado de ocupación por las babas:

Mata 1: Próximas al agua y de diferente superficie (Ha). Son las matas de mayor importancia en El Frio y entre ellas tenemos a la Ramera, Carmera, Mata Gorda etc. Son las zonas de mayor ocupación por las babas en el periodo reproductivo.

Mata 2: Llamada también mata lineal por medirse en Km. debido a

que su superficie es muy pequeña pero de gran longitud. Acompañan también a los ríos y caños, razón por la que se le confunde con el bosque de galería.

Mata 3: Alejadas del agua (Mata Silva).

Bajío: Se reconocen con este nombre las zonas que se inundan durante los meses de lluvia.

La vegetación asociada con el bajío la constituyen las gramíneas en su totalidad, aunque se observan algunos arbustos dispersos por esas zonas. El bajío es la unidad de microrelieve que abarca mayor superficie en El Frío (Ayarzagüena, en prep.). A pesar de esto es la zona que menos ocupan las babas, utilizándola únicamente como paso obligatorio en sus migraciones.

Estero: Son zonas que se inundan en los meses de lluvia y dada su escasa elevación permanecen, casi en su totalidad, anegadas durante los meses de sequía. La vegetación del estero está constituida totalmente por gramíneas.

Tapas: Es importante el hacer hincapié en un tipo de construcción denominada terraplén (tapa) que se extiende por casi toda el área de El Frío. Estas tapas son levantamientos de tierra construidas por el hombre de tal manera que atraviesan, casi siempre, los caños de la sabana. El fin principal de este tipo de construcción es el manejo de agua en los meses de sequía. Estos diques artificiales mantienen represada el agua que inunda las sabanas cuando en los meses de lluvias se desbordan los ríos y los caños debido a la alta precipitación. Por esta razón, muchas zonas (Bancos y algunos Bajíos) que normalmente no hubieran sido inundadas debido a su elevación, permanecen cubiertas de agua en este período del año. De esta manera, los pozos naturales junto con el agua retenida por los terraplenes, constituyen los únicos cuerpos de agua con suficiente volumen y de relativamente poca corriente que albergan la mayor parte de las babas que recurren a ellos en la época de sequía. Al mismo tiempo, por ser estas tapas construcciones relativamente altas, facilitan la comunicación terrestre durante los meses en que se inunda la sabana.

Ocurre sin embargo, que la presión ejercida por el agua retenida es, a veces, grande, originando así el desmoronamiento de ciertas secciones de los terraplenes, trayendo como consecuencia la pérdida del agua retenida. En consecuencia, desaparecen todas las ventajas que tiene el modular el hato, ya que disminuyen los cuerpos de

agua disponibles para las babas en los meses de sequía y dificulta la movilización por la sabana, limitando las labores de campo.

La precipitación en la zona es de unos 1200 mm anuales (Estación Meteorológica de Mantecal) correspondiendo dicha cifra al promedio de precipitación entre los años 1977 y 1979, período en que se realizaron los trabajos de campo de los que se obtuvo información para la estructuración del modelo. Dicha precipitación se produce casi en su totalidad entre los meses de Mayo a Noviembre, época que los lugareños denominan invierno. El resto del año se caracteriza por una muy escasa precipitación y se denomina verano (sequía); la duración de este período varía de 4 a 6 meses de un año a otro tornándose algunos años muy crítico para las poblaciones que habitan las sabanas del hato.

En cuanto a la temperatura, la media anual es de 26,8°C (Estación Meteorológica de Mantecal) valor promedio de los 3 años de estudio, por lo que se podría considerar el clima como caluroso.

MANTECAL (79m)

26.6° 1565

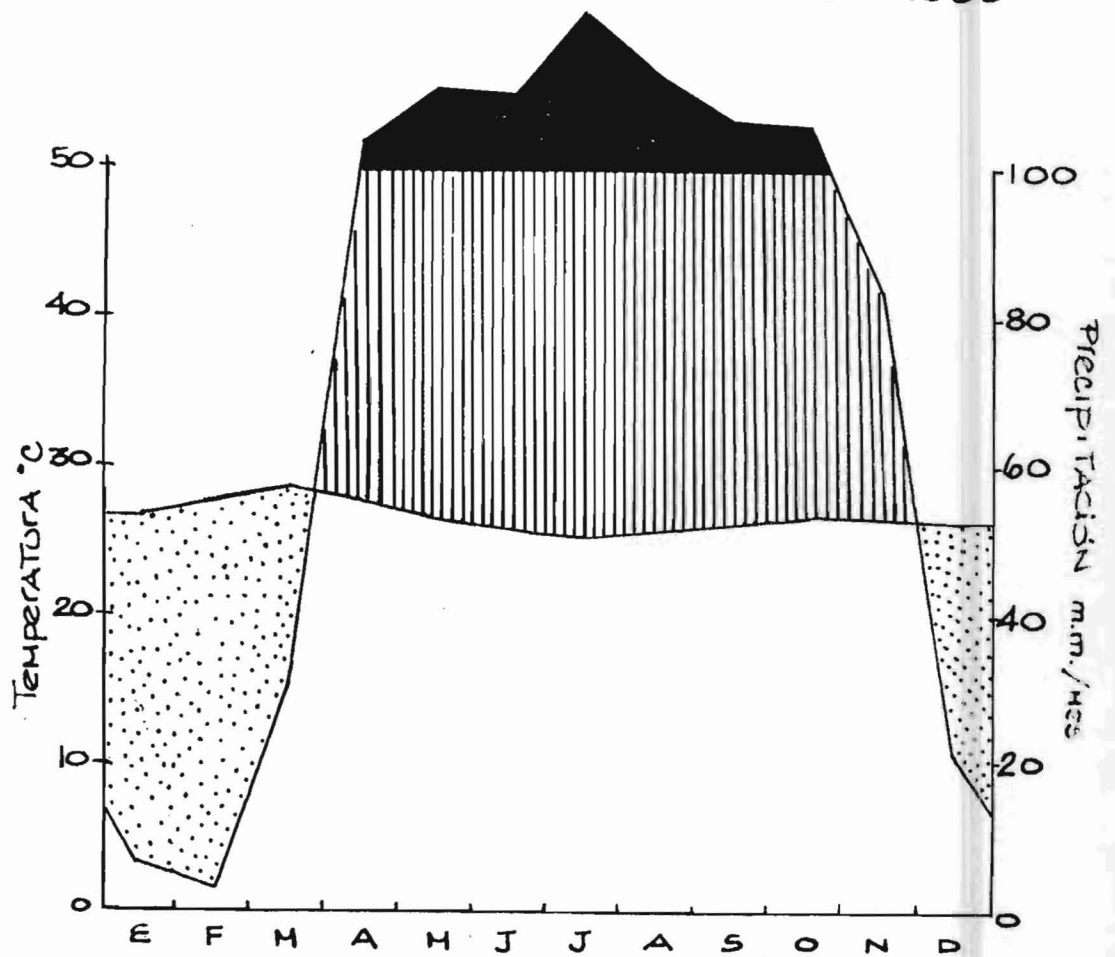


Figura 1. Climadiagrama de Mantecal. Mantecal se encuentra a 40 Km del hato El Frio. Tomado de Ojasti, (1978).

Determinación del área de estudio específica

Dado que únicamente se tienen datos sobre la población de babas correspondientes a 2 años de estudio (1977, 1978), se consideró conveniente realizar un trabajo de campo para el año de 1979 con el fin de recopilar mayor información sobre la dinámica poblacional de esta especie.

Durante el periodo de trabajo de campo, se hicieron fundamentalmente determinaciones de los parámetros que intervienen en la reproducción, recabando también información relacionada a la mortalidad natural. La duración del trabajo fue de 6 meses, periodo comprendido entre Agosto y Enero inclusive. Durante estos meses es posible realizar el estudio de los parámetros fundamentales que integran el proceso reproductivo, como son:

- a.- Construcción de nidos (principios de Agosto)
- b.- Ovoposición (mediados de Agosto)
- c.- Eclosión (mediados de Octubre)
- d.- Depredación de huevos (durante todo el proceso)

Los datos correspondientes a la mortalidad natural fueron recolectados a lo largo del periodo de trabajo de campo.

Este año, debido a la alta precipitación que hubo a principios del periodo de lluvias, se produjo una gran inundación de la sabana, especialmente en el área de estudio, lo que provocó un retraso en todo el proceso reproductivo. La ovoposición, este año, se realizó a principios de Septiembre.

Se escogió como área de estudio específica para la recolección de los datos que integran el proceso reproductivo las matas de la Ramera y de la Carmera, resultando entre ambas un número de 38 nidos, proporción significativa con respecto al número de nidadas (60) estudiadas por Ayarzagüena para la misma zona. Es de hacer notar que las babas, generalmente, construyen sus nidos en los mismos sitios donde lo han hecho en años anteriores, facilitando así la localización de los mismos para estudios posteriores. Se incluyeron en el estudio aquellos nidos que fueron construidos en los alrededores de ambas matas, lo que aumenta el número total de nidadas a 42.

El nido está construido en la superficie del terreno sin excavación alguna. Está formado por material vegetal (hojas, beju-

cos) aunado a material terroso que recoge el propio animal. De esta manera el nido aparece como una especie de loma que conserva en su interior los huevos depositados.

Si se comparan los nidos construidos en la mata y en la tapa, se nota una gran diferencia en tamaño y calidad de construcción; en la primera los nidos son más grandes (mayor cantidad de material orgánico disponible). Por esta razón, con el propósito de estudiar la diferencia existente en la evolución del proceso reproductivo en ambos hábitats, se incluyeron en el estudio los nidos construidos en los bordes de los terraplenes. También fueron incluidos en el estudio unos nidos construidos en una mata lineal cercana a la Ramera.

SECTION III

DATOS RECOPIADOS EN EL TRABAJO DE CAMPO REALIZADO EN 1977 y 1978

Información utilizada para la estructuración del modelo

Como se dijo anteriormente en el apartado correspondiente a la Introducción, la información suministrada por el trabajo de campo realizado por J. Ayarzagüena fue la que principalmente se utilizó para el diseño de las ecuaciones que integran el modelo.

A continuación se expondrán las variables que fueron incluidas, la metodología aplicada para recabar la información y los resultados obtenidos de las mismas.

Tamaño de las babas (Tabla 1)

En el trabajo de campo realizado por Staton y Dixon (1975) y en el de Ayarzagüena (en prep.), aparecen medidas hechas para más de 200 babas. En este segundo estudio se divide la población en tres clases de tamaño guardando relación con caracteres biológicos de madurez y sexo. Este dato fue de utilidad ya que permitió saber que proporción de la población se encuentra en estado reproductivo (adultos). El tamaño de las babas se expresa en milímetros (mm) midiéndose la longitud desde la nariz hasta el ano (N-A).

División de la población en clases de tamaño (Tabla 1)

La información suministrada por Ayarzagüena a este respecto fue de muy poca utilidad para el modelo ya que su división de la población no es conveniente para los fines que persigue el modelo. Para la alimentación del mismo sobre este aspecto se necesitan datos preferiblemente anuales de crecimiento individual.

Dado el inconveniente que se presentaba por la falta de información, se pensó en calcular una regresión con el fin de obtener una ecuación que relacionara el tamaño con la edad para así poder disponer de al menos datos teóricos que brindaran información sobre el crecimiento anual de estos animales. Para el cálculo de la regresión se utilizaron valores de tamaño y edad correspondientes a ejemplares capturados durante el periodo de trabajo de 1978 (Tabla 2).

La relación edad-tamaño para estos ejemplares capturados se calculó en base a una curva de crecimiento obtenida por Gorzula (1978) quien estudió, por un periodo de 6 años, la ecología de las babas que habitan en la Guayana venezolana. Por su parte, Ayarzagüena estimó una curva de crecimiento para las babas que habitan en el hato El Frio correspondiente a un periodo de vida de 4 años (Gráfico 1).

T A B L A 1 :

CLASES DE EDAD

Clase		Rango de longitud (mm.)
1	Recién nacidos (infantiles)	100-200
2	Juveniles	200-600
3	Adultos (hembras y machos)	600-900
4	Adultos (machos)	900 --

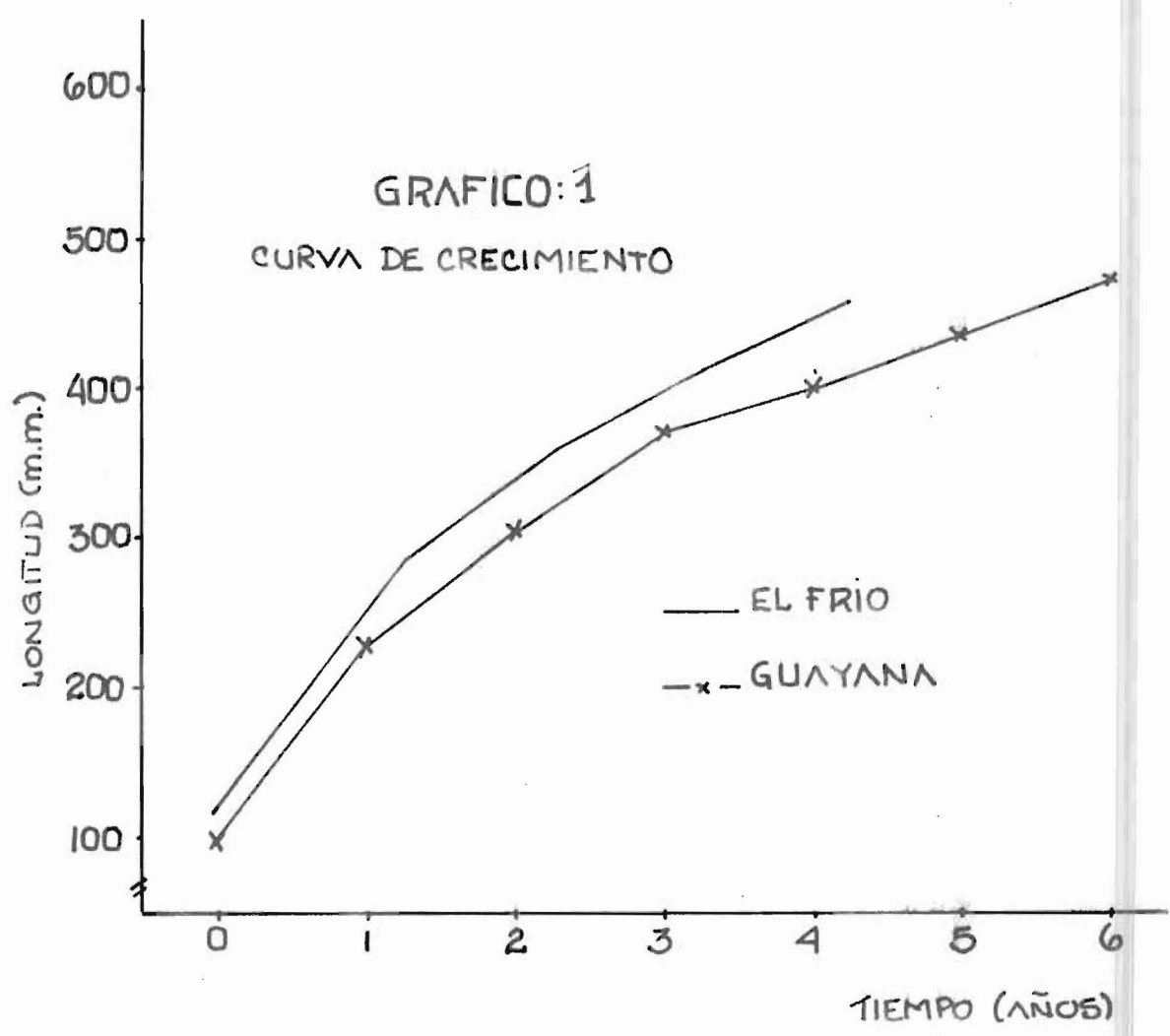
CUADRO DE CENSOS

Proporción de individuos pertenecientes a las diferentes clases de edad

Total Ind.	Clase 2	Clase 3	Clase 4
296	92	127	77

Proporción de hembras y machos, por clase de edad, estimada de los censos (segregación sexual 1:1)

Sexo	Clase 2		Clase 3		Clase 4	
	Nº indiv.	%	Nº indiv.	%	Nº indiv.	%
Machos	46	50	25	19,7	77	100
Hembras	46	50	102	80,3	0	0



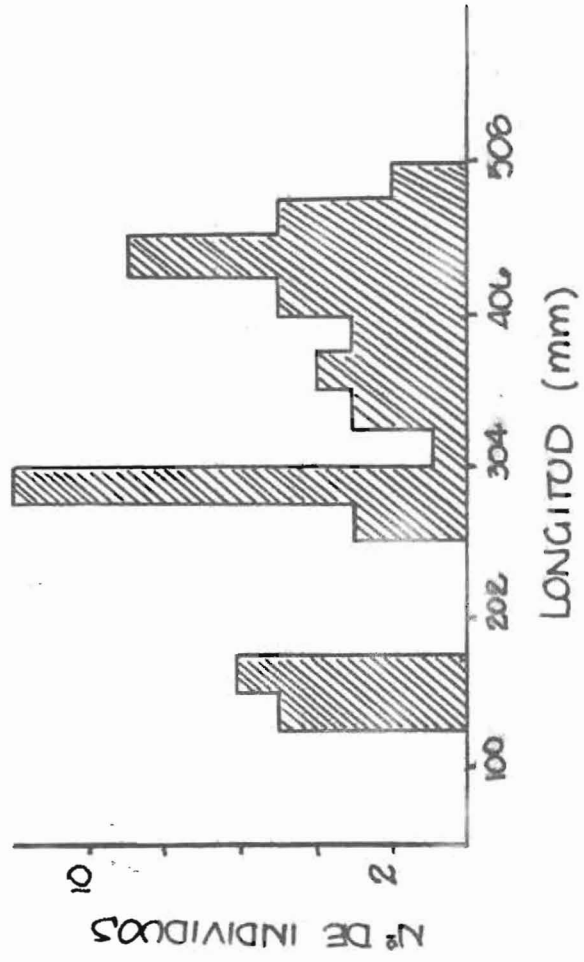
T A B L A 2 :

DATOS PARA EL CALCULO DE LA REGRESION EDAD-TAMAÑO

Recién nacidos Longitud: mm	Individuos de 1 año Longitud: mm		Individuos de 2 años Longitud: mm		Individuos de 3 años Longitud: mm		Individuos de 4 años Longitud: mm		
	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	
135	273	278	345	330	420	425	445	445	
155	275	283	353	361	422	426	450	452	
149	287	285	358	390	430	426	450	473	
155	288	285	375	405	435		455	498	
154	297	287	385		440		458	490	
149		290	402					515	
154		290							
139		293							
157		293							
146									
160									
$\bar{x} = 150,27$ mm *Intervalo de longitud: 125,5-176,5			$\bar{x} = 286$ mm Intervalo de longitud: 253,5-304,5		$\bar{x} = 370,4$ Intervalo de longitud: 304-406		$\bar{x} = 426$ mm Intervalo de longitud: 406-444		$\bar{x} = 466,45$ Intervalo de longitud: 444-515

* Los intervalos de longitud se determinaron a partir del gráfico adjunto 22

GRAFICO : 22



Abstención de hembras adultas a la reproducción

En Alligator mississippiensis Nichols y col. (1976)

notaron que un gran número de hembras adultas se abstienen de reproducirse en determinados años, y que la variación anual influye sobre esta abstención. De igual manera se comprobó que existía abstención en la reproducción para las babas que habitan en el hato El Frío, siendo los veranos prolongados la principal causa que la determina.

Este dato se calcula a partir de la variación anual en el número de hembras que realizan el proceso de oviposición. Para el año de 1978, de 50 babas, 17 se abstuvieron de reproducirse, lo que corresponde a un valor de 34%.

Predación de los nacidos durante el primer verano y el primer invierno.

Para la población de babas que habitan en El Frío se obtuvieron valores de mortalidad diferentes de acuerdo al tamaño de los ejemplares.

Se determinó un valor de mortalidad natural muy bajo para la población adulta (mayores de 1,20 m); sin embargo, los valores de depredación infantil son muy altos, siendo esta la mayor causa de pérdida de los ejemplares de la población. Es de hacer notar que el hecho de adjudicar a la predación la mayor pérdida de individuos puede ser aventurado dado que existen otras causas de mortalidad de crías como es, por ejemplo, el hambre. Sin embargo, se denominó, en este trabajo a la mortalidad de recién nacidos como predación con el fin de indicar que los individuos de ese tamaño son los únicos que podrían ser depredados por los animales que habitan por la misma zona, mientras que al alcanzar un tamaño de 40 cm (1 año) ningún animal que habita El Frío tiene gran facilidad en depredarlos. Para 1978 se obtuvo un valor de depredación para el período de verano de 63% y para el invierno de 57%, ambos correspondientes al primer año de vida.

La inclusión de estos datos en el modelo permite estudiar el efecto que causaría la variación de los mismos como alternativa de manejo de la población. El método a seguir para la recolección de esta información consiste en el marcaje y recaptura. Se marcan los individuos recién nacidos, y al cabo de finalizarse el período estacional se vuelven a buscar (no migran a grandes distancias). La diferencia en número resulta en la depredación sufrida y a la mortalidad causada por otras circunstancias ocurrida en ese período de tiempo.

Tamaño de la población.

Lógicamente para iniciar la explotación con carácter experimental de una población, es fundamental saber el número de individuos que integran dicha población. De esta manera al incorporar en el modelo de simulación la explotación comercial, se puede predecir la variación en los niveles poblacionales en función del manejo que se está practicando. El valor incluido en el modelo correspondiente a esta variable fue de 16500, resultado del censo realizado en 1978. La estimación del tamaño poblacional se realizó por conteos nocturnos utilizando un foco para iluminar los ojos de los animales; el tiempo requerido para realizar el censo fue de 15 días consecutivos.

En la sección correspondiente a la Estructuración del Modelo se explicará las transformaciones a las que fueron sujetas estas y otras variables para su inclusión en el modelo.

SECTION IV

METODOS

Datos recopilados en el trabajo de campo de 1979

La información recolectada en el campo durante el invierno de 1979, así como la metodología aplicada para este fin, se expone a continuación.

a.- Reproducción

- Número de nidos construidos en mata y en tapa

Se procedió a cuantificar la diferencia en número de nidos construidos en ambos hábitats, debido a la importancia que este valor representa para el proceso reproductivo.

Debido a la alta precipitación, el terraplén en estudio sufrió derrumbes reduciendo así su longitud a 350 m. Por esta razón el número de nidos estudiados fue muy bajo por lo que no se pudo apreciar, en modo significativo, la preferencia manifestada por las babas de construir sus nidos en la mata.

La metodología utilizada consistió en marcar cada nido que contenía huevos con una banda de plástico la cual, previamente numerada, se amarraba a un árbol cercano al nido. Al mismo tiempo que se marcaban los nidos que contenían huevos, se contaban aquellos que, habiendo sido construidos, no habían sido todavía utilizados con el propósito de ir notando su ocupación a medida que avanzaba el período reproductivo.

- Número de huevos por puesta

Dado que no siempre las hembras adultas al construir el nido realizan el proceso de ovoposición, tanto en babas (Ayarzagüena, en prep.) como en alligator (Nichols, 1976), se ha adoptado la medida de número de huevos por puesta en lugar de número de huevos por nido construido. Para la recopilación de esta información, se procedió a contar los huevos de los nidos registrados a partir del momento de la ovoposición hasta que eclosionaron.

- Depredación de huevos por hábitat

Existe una gran variación por hábitat en la depredación de huevos. Los nidos puestos sobre los terraplenes tienen los huevos expuestos a casi el doble de depredación con respecto a los de la mata (Ayarzagüena, com. pers.).

La depredación sufrida se registra por revisiones men

suales de los nidos marcados, contando de esta manera los huevos que van desapareciendo a medida que avanza el proceso reproductivo. Al mismo tiempo se observó la presencia de rastros dejados en el nido o sus alrededores, de depredadores que podrían ser causantes de la pérdida de algunos huevos.

- Recién nacidos

Después de eclosionar los huevos, los recién nacidos se concentran en los cuerpos de agua más cercanos a sus respectivos nidos, facilitando de esta manera su localización y conteo.

La metodología a seguir consistió en el conteo directo de los animales. Para ello, se procedió a realizar visitas nocturnas a los nidos marcados ya que al iluminar con un foco los cuerpos de agua, los ojos de las babas aparecen como puntos rojos fáciles de distinguir en la oscuridad. Los recién nacidos se concentran en las zonas de menor profundidad, lo que facilita su ubicación durante el recorrido a pie que se realiza por las partes de la mata no anegadas.

b.- Mortalidad natural

El valor correspondiente a este parámetro es difícil de determinar debido a la escasa información que se tiene sobre las causas naturales que provocan el deceso de estos animales. Por esta razón, Ayarzagüena consideró conveniente el tomar a la enfermedad que denominó Distrofia Muscular como una de las principales causas de mortalidad de adultos, debido al deceso que sufren después de poco tiempo, los animales que padecen de dicha enfermedad. Es importante indicar que esta enfermedad se manifiesta únicamente en individuos adultos no habiéndose presentado en ningún momento los síntomas de la misma en individuos de menor tamaño.

La metodología a seguir consistió en realizar censos por conteo directo. Para ello se procedió a recorrer, durante la mañana y primeras horas de la tarde las costas de caños y lagunas donde la visibilidad fuera buena, con el objeto de localizar babas que presentarían deformaciones del cuerpo o alteraciones de la pigmentación de la piel, síntomas característicos de esta enfermedad (Ayarzagüena, com. pers.). Los conteos se realizaban de día debido a que las babas pasan una gran parte del día asoleándose para poder regular su temperatura interna. De esta manera, el hecho de permanecer fuera del agua y completamente inmóviles facilita su observación detallada con binoculares.

El hecho de haber realizado el trabajo de campo du-

rante el periodo de invierno, pudo afectar el valor de estos censos debido a la gran dispersión que produce en los animales la entrada de aguas. Por esta razón, los resultados de los censos pueden constituir una subestimación del valor real.

SECTION V

RESULTADOS

Trabajo de campo realizado en 1979

Se expondran a continuación los resultados obtenidos durante el periodo de trabajo en el hato El Frío transcurrido entre principios de Agosto y principios de Enero.

a.- Reproducción

- Número de nidos construidos en mata y en tapa

En la mata de la Ramera se encontraron 10 nidos de los cuales el 60% estaban construidos sobre nidos viejos. En la Carmera, el número de nidos estudiados fue de 28 siendo el 100% edificados sobre nidos antiguos.

En los alrededores de ambas matas se encontraron 4 nidos los cuales fueron incluidos en el estudio ya que, evidentemente, estas zonas (pequeñas matas de área desconocida) son también utilizadas por las babas para realizar el proceso de ovoposición, por lo que resultaría interesante conocer si existen diferencias en la depredación. De estos 4 nidos, 2 se encontraron en una mata cercana a la Ramera, y los otros 2 en una que linda con la Carmera, habiendo sido construidos todos ellos sobre nidos antiguos.

De igual manera, en el pequeño trozo de tapa estudiado se controlaron 5 nidos, siendo también el 100% localizados sobre nidos construidos en años anteriores.

El área de la Ramera corresponde a 6 Ha y la de la Carmera a 36,75 Ha (Ayarzagüena, en prep.), lo que resulta de una densidad de 1,66 nidos/Ha en la primera y de 0,76 nidos/Ha en la segunda. En la tapa el valor es mucho mayor (14,29 nidos/Km), siendo este resultado buen indicador de la imposición que determina los niveles de inundación, de estas áreas menos favorables para la reproducción. Tal y como se dijo anteriormente, la inundación del hato este año fue muy grande por lo que muchos bancos fueron casi totalmente tapados por el agua lo que impedía a las babas la construcción de sus nidos. Por esta razón éstos fueron construidos en zonas no inundadas (tapas) y el resultado obtenido del trabajo de campo reafirma esta situación.

- Número de huevos por puesta

En la Ramera se contaron 296 huevos, en la Carmera 777 y en las zonas consideradas como "alrededores" 134, lo que da un

total de 1.207 huevos encontrados en nidos construidos en mata. Como todos los nidos construidos fueron ocupados, la media de huevos por puesta corresponde a 28,02. En la tapa se encontraron 152 huevos lo que corresponde a una media de 30,4 huevos por puesta. Del promedio de ambas medias se obtiene un valor de 29,21 huevos, siendo éste valor muy próximo al obtenido por Ayarzagüena (29). El valor de huevos por puesta incluido en el modelo fue de 29 (Tabla 3).

- Depredación de huevos en ambos hábitats.

En muchos casos el estimador de depredación es mayor de lo que corresponde en la realidad, debido a que junto con él se cuentan también los huevos infértiles y huevos rotos cuyo computo independiente es difícil de realizar. De todas maneras el valor de depredación comparado con los valores correspondientes a huevos infértiles y huevos rotos es mucho mayor, por lo que la sobreestimación que se hace con respecto a este dato no debe ser muy significativa.

El valor estipulado en la Ramera fue de 227; en la Carmera 150 y en la zona de "alrededores" 134, lo que suma un total de 511 huevos depredados en mata. El porcentaje de depredación para esta zona corresponde a un 67%. En la tapa se contaron 141 huevos depredados, lo que proporciona un dato de depredación mucho mayor, 93%, tal y como se esperaba (Tabla 3). Del promedio de ambos valores se obtiene una media del 80%, habiéndose incluido la misma en el modelo. Staton y Dixon (1977) determinaron en su estudio que los matos son los causantes del 70% de pérdida de huevos de baba y efectivamente, en el trabajo de campo de 1979 se notó la presencia de matos (Tupinambis teguixin) por zonas muy cercanas a los nidos registrados, habiéndose encontrado en algunos de estos últimos el orificio característico que hace este depredador para llegar a la cámara donde se encuentran los huevos.

- Recién nacidos

Para la recolección de esta información se presentaron problemas inesperados. En primer lugar, el área de estudio se vió inundada lo que ocasionó problemas de comunicación. En segundo lugar, al realizar el conteo de los recién nacidos, no se obtuvo ningún resultado lo que llevó a pensar que, a pesar de haber disminuido el nivel de agua, la sabana permanecía suficientemente anegada como para producir la dispersión de los recién nacidos.

Sin embargo, al repetir la experiencia y obtener el mismo resultado, se pensó que la única razón de la ausencia de recién

T A B L A 3 :

RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO REALIZADO EN 1979

AREA DE ESTUDIO	N° nidos localizados Area estudio	N° de puestas	Ha Km	Sobre nido viejo	Huevos totales	\bar{x} (h/p)	Huevos sanos	Huevos perdidos	
MATA AREAL	Ramera	10	10	6	60%	296	24,67	69	227
	Carmera	28	28	36,75	100%	777	25,9	327	450
	Alrededores	4	4	-	100%	134	33,5	0	134
						1.207	28,02	396	811
Tapa	5	5	0,350	100%	152	30,4	11	41	
Mate lineal	4	4		100%	132	32,75	63	59	

nacidos, se debía a que no existían. En pocas palabras, la depredación de huevos había alcanzado un valor de 100%.

Es de hacer notar que en experiencias anteriores (Ayarzagüena, en prep.) se determinó que los recién nacidos no se alejaban del nido del que provenían, lo que facilitaba su identificación. Por esta razón, el hecho de no encontrar ningún animal en el interior y alrededores de las matas, corrobora la conclusión acerca de la depredación de huevos.

La causa de dicha depredación puede ser debida a los registros continuos de nidos, lo que ocasionaba el debilitamiento de la tierra con la que se construían, facilitando así el ataque de los depredadores. Por otra parte, el valor tan alto de depredación de huevos en tapa puede ser debido a la misma causa .

b.- Mortalidad natural

El valor de mortalidad natural es mayor para los primeros 6 años de vida (26%), disminuyendo abruptamente a partir de esa edad (7%) (Tabla 4).

Tal y como se dijo en el apartado de Métodos, la enfermedad Distrofia Muscular se considera una de las causas de deceso de la población de adultos. De los censo realizados con el fin de recabar dicha información se obtuvo un valor del 3% de individuos visiblemente enfermos. A pesar de ser este valor tan bajo, coincide con el obtenido en el estudio realizado por Ayarzagüena (3-4%) (Tabla 5).

A este valor de mortalidad natural se le adicionó un 4% debido a que existen otras causas de deceso de estos animales, como son los atropellamientos y la desecación (Ayarzagüena, en prep.). La mortalidad de 7 % de individuos adultos fue el valor incluido en el modelo.

T A B L A 4 :

MORTALIDAD NATURAL CORRESPONDIENTE A LOS 6 PRIMEROS AÑOS DE VIDA

Reciën nacidos:	21.767
Sobrevivientes de la edad 1:	3.463
Sobrevivientes de la edad 2:	2.563
Sobrevivientes de la edad 3:	1.897
Sobrevivientes de la edad 4:	1.404
Sobrevivientes de la edad 5:	1.039
Sobrevivientes de la edad 6:	796

Mortalidad anual de 1 a 6 años: 26%

Mortalidad anual de individuos mayores de 6 años (adultos): 7%

T A B L A 5 :

MORTALIDAD NATURAL CAUSADA POR DISTROFIA MUSCULAR (RESULTADO DE CENSOS DE 1979)

M E S	N° individuos contados	N° individuos adultos con distrofia muscular	Porcentaje
Agosto	120	5	4%
Septiembre	98	1	1%
Octubre	105	5	5%
Noviembre	111	3	3%
Diciembre	89	0	0%
Enero	124	6	5%
T O T A L	647	20	3%

SECTION VI

ESTRUCTURACION DEL MODELO

La estructuración del modelo se basa en ecuaciones de diferencia que guardan relación unas con otras y en conjunto reproducen la dinámica poblacional básica de una población natural a la cual se le quiere someter a un sistema de explotación. Para la estructuración de este sistema de ecuaciones, es necesaria la introducción de ciertas variables básicas, de las cuales depende el resto de la información utilizada para la alimentación del modelo. Estas variables que se introducen en primera instancia se denominan variables de entrada y la explicación de su estimación se describe a continuación.

Tamaño de la población : proporción de jóvenes y adultos que integran la población.

En los últimos años, debido a la veda de caza de babas, se le ha permitido a las poblaciones de las mismas alcanzar altos niveles. El censo general para la población del hato realizado en 1978, arrojó la cifra de 16500 babas, incluyendo en la misma a los ejemplares infantiles (1 año), a los juveniles y a los adultos.

De toda la información recabada correspondiente a esta población, no se obtienen datos que determinen densodependencia por lo que no se puede saber cuales son las variables o factores que influyan sobre el crecimiento poblacional. Debido a esto, únicamente se puede partir del valor obtenido en el censo y en base al mismo se hacen los calculos pertinentes a la dinámica poblacional de la especie.

En este caso se asumió que la población de babas de El Frío se encontraba en estado de equilibrio. Dicha suposición no es tan errada si se toma en cuenta que a dicha población no se le perturba hace mucho tiempo, lo que puede haber permitido que la población crezca hasta que el ambiente lo determine. De cualquier manera, al no tenerse información al respecto únicamente puede asumirse que el valor de 16500 corresponde al equilibrio de la población y que las alternativas de manejo aplicadas a la misma resulten en niveles poblacionales cercanos al valor de equilibrio. Al final de esta sección se presentarán los resultados obtenidos a través de la simulación con respecto al crecimiento poblacional de esta especie.

En la Tabla 1 se presentan los porcentajes que corresponden al número de individuos que integran las tres clases de edades definidas por Ayarzagüena.

Esta información sirvió únicamente para conocer la proporción sexual de la población, así como la proporción de individuos que integran cada clase de tamaño. De esta manera del cuadro 2 de la Tabla 1 se obtiene el porcentaje de adultos (204/296) igual a un 69%. Extrapolando este porcentaje a la población total, se obtiene un valor de 11.372 individuos adultos y, por diferencia, un valor de 5.128 jóvenes.

Se ha estimado que la población de babas del Frío mantiene una proporción sexual 1:1, información que permite concluir que de 11.372 adultos la mitad corresponde a hembras (5.686) y la otra mitad a machos. Estos valores fueron incluidos en el modelo como variables de entrada.

Proporción de hembras que se abstienen a la reproducción.

De los datos de Ayarzagüena se calculó una abstinencia para el año de 1978 correspondiente a un 34%. De esta manera, el número de hembras que se reproducen se reduce a 3.753 para el primer año de la simulación.

Depredación de huevos

Por la explicación suministrada al respecto en el apartado correspondiente a los Resultados del trabajo de campo realizado en 1978, se prefirió no utilizar la expresión de huevos depredados para no considerar a todos los huevos desaparecidos como perdidos por depredación. Por esta razón se utilizó la expresión de huevos perdidos, la cual guarda mayor relación con la realidad.

De la Tabla 3 se obtienen los siguientes valores de huevos perdidos:

Mata la Ramera : 227

Mata la Carmera : 450

Alrededores : 134

Lo que resulta en un porcentaje de 77%, 53% y 100% respectivamente con respecto al total de huevos depositados en cada zona. De igual manera de la Tabla 6 se obtienen los porcentajes de 76% y 85% correspondientes a las zonas denominadas matas areales y matas lineales. Calculando un promedio de estos 5 valores, resulta en un porcentaje en pérdida de huevos del 80%, el cual fue utilizado como estimado para el modelo.

Depredación durante el primer año de vida

- Depredación en el verano (duración 5 meses).

T A B L A 6 :

DATOS RECOPIADOS EN EL TRABAJO DE CAMPO DE 1977 Y 1978: REPRODUCCION

	N° puestas en		N° puestas	Ha ó Km	Tamaño nido	Sobre nido viejo	Nido sin puesta	Nido de doble puesta	N° huevos	$\bar{x}=h/p$	N° jov.	jov/huevos	jov/puesta	Densidad nidos Ha ó Km
	Area estudio	Fuera área estud.												
Matas areales	20	6	20	6 Ha	n=12 92.3x39 15.5x99	60%	1	1	620	31	147	23.7%	7.35	2 nidos/ Ha
Mata lineal	12	5	13	1.85	n=11 114x385	-	0	1	361	27.7	54	14.9	4.1	6.2 nidos/ Km
Tapa	13	3	12	2.27	n=11 826x273	-	1	0	385	27.5	70	18%	5%	5.7 nidos/ Km
Bancos	≈20	-	3	281.7 Ha	-	-	0	0	-	-	-	-	-	≈0.09n/ ha
Matas alejadas cuerpos de agua		3	3	22.05 Ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16h/ ha
Zonas Inundadas		4	4	Casi todo el hato	-	-	-	-	31 (1)	-	0	0	0	mínima

A partir de los siguientes datos, se calculó una depredación del 63% correspondiente a este periodo de sequía.

De un censo realizado en 1978 se obtuvieron los siguientes valores de recién nacidos:

Al iniciar el verano : 182

Al finalizar el verano : 67

lo que resulta en una proporción de sobrevivientes del 37% y por diferencia, en una depredación del 63%.

El periodo de verano se consideró de 5 meses, ya que esa fue la duración del mismo en el año de 1978 en que se realizó el censo.

- Depredación en el invierno (duración 7 meses).

De igual manera, el censo realizado arrojó las siguientes cifras:

Al iniciar el invierno : 58 recién nacidos

Al finalizar el invierno : 25 " "

La proporción de sobrevivientes es de 43% lo que corresponde a una depredación del 57%.

Mortalidad natural : sobrevivientes de las edades comprendidas entre 1 y 6 años.

La mortalidad estimada para los adultos corresponde a un 7% tal y como se explicó anteriormente.

Para que la población de adultos permanezca constante es necesario que el mismo número de individuos que mueran sea el que se integre a esa parte de la población (adultos). Más específicamente, el 7% de la población de adultos corresponde a 796 individuos; entonces, los ejemplares de la edad 6 que van a integrarse a la población de adultos debe ser del orden de 796 para que se cumpla la condición de equilibrio poblacional.

En base a esta premisa se calculó la mortalidad de los individuos jóvenes (1-6 años) de la población utilizando la fórmula de interés compuesto la cual se expresa de la siguiente manera:

$$X_n = X_1 \times (1-i)^{n-1}$$

Se conoce el número de recién nacidos, así como los sobrevivientes de la edad 1. El primero se calcula en base al número de hembras que se reproducen (el 66% del total) multiplicado por la media de huevos depositados. El segundo valor se calcula multiplicando el número de recién nacidos por los porcentajes de depredación co-

rrespondientes al primer año de vida. Entonces, este valor de sobrevivientes corresponde a X_1 en la fórmula.

De igual manera, el valor de sobrevivientes de la edad 6 (796) corresponde a X_n . El lapso de tiempo n es de 6 años, lo que resulta del cálculo un valor de i de 26%. Al conocer el valor de mortalidad anual (i) que sufren los jóvenes, se pueden calcular los sobrevivientes a esa mortalidad correspondientes a cada edad (Tabla 4).

Si de 16.500 individuos, 11.372 son adultos, el resto de la población (5.128) corresponde a los jóvenes. Lógicamente esta cantidad de ejemplares está distribuida entre las 6 edades que componen la población juvenil de la especie.

Con el fin de incluir como variables de entrada correspondientes a esta estructuración de edades valores reales obtenidos del trabajo de campo (1978), se utilizó los resultados de un censo realizado por Ayarzagüena donde se registran los conteos de 7 individuos jóvenes (Gráfico 2).

Las proporciones se indican a continuación:

Individuos de 1 año : 17,24%

Individuos de 2 años: 23,74%

Individuos de 3 años: 16,09%

Individuos de 4 años: 26,44%

Individuos de 5 años: 5,74%

Individuos de 6 años: 5,75%

Como se habrá notado, los valores de estas proporciones no van disminuyendo paulatinamente sino que se producen dos picos poblacionales a los 2 y 4 años. Como es lógico pensar la causa de esta discontinuidad es debida a la variación en número de recién nacidos que sucede cada año.

Dada la alta mortalidad sufrida en el primer año de vida, la proporción de jóvenes con respecto a la población total depende drásticamente de las condiciones bióticas y abióticas en que han transcurrido ese año, lo que influye en el número de individuos que compone la población de edad 1 así como los individuos que integran las edades sucesivas. De esta manera, en el 78 se integraron 17,24% de los recién nacidos a la población de individuos de 1 año, proporción que puede variar para los años venideros.

Los resultados correspondientes a este apartado se encuentran registrados en la Tabla 7:

CLASE 2

CLASE 3

CLASE 4

♂♂

♀♀

TOTAL

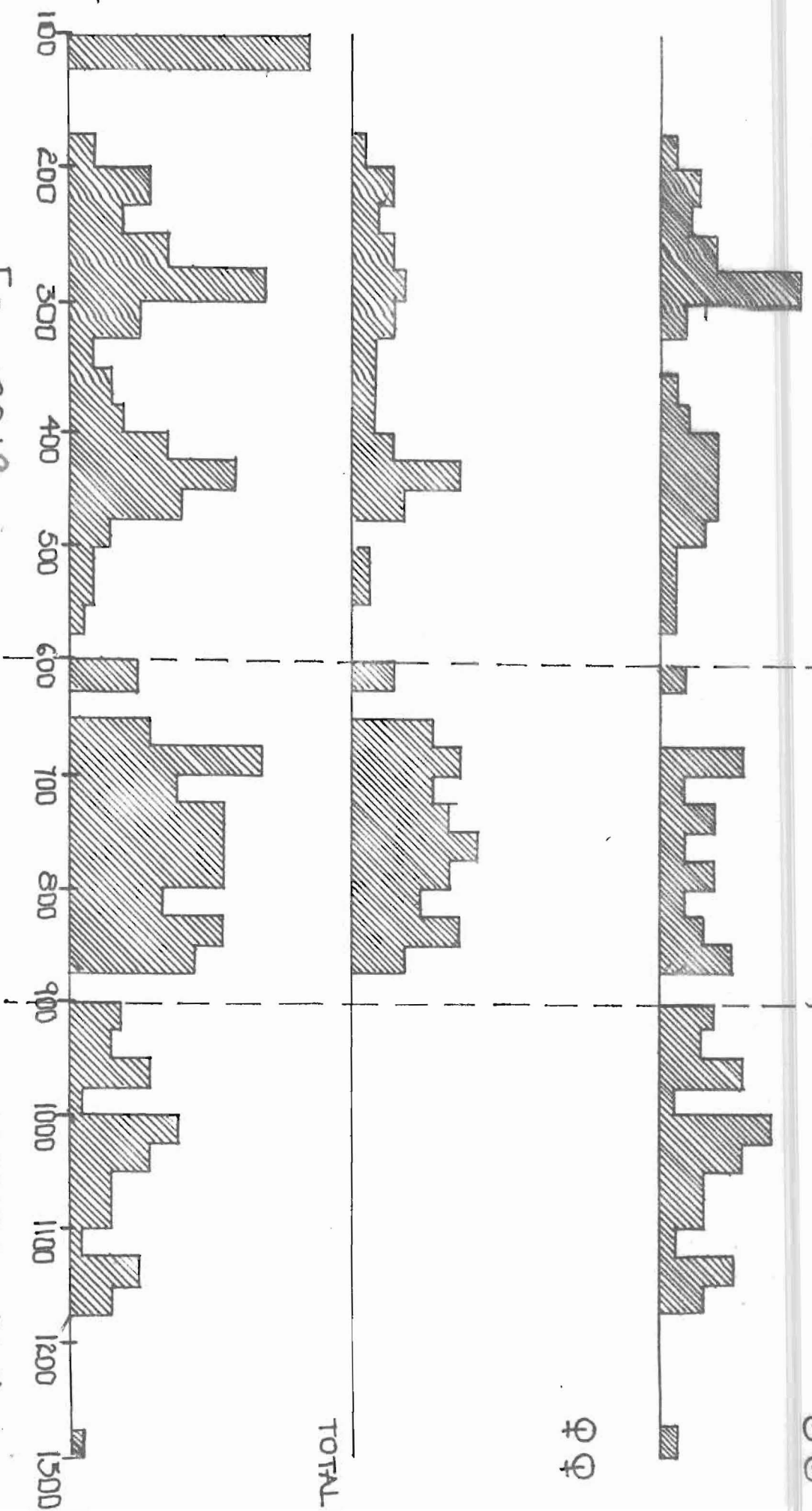


GRAFICO : 2

▣ = 2 INDIVIDUOS

LONGITUD vs. NÚMERO DE INDIVIDUOS

LONGITUD m.m (N-A)

T A B L A 7 :

INDIVIDUOS QUE INTEGRAN LOS 6 PRIMEROS AÑOS DE VIDA

	Conteo	Extrapolación a la población total
Individuos de 1 año :	15	884
Individuos de 2 años:	25	1.474
Individuos de 3 años:	14	825
Individuos de 4 años:	23	1.356
Individuos de 5 años:	5	295
Individuos de 6 años:	5	295
TOTAL :	87	

Correlación entre la edad y el tamaño

El C. crocodilus es un animal que presenta muchas dificultades para el estudio de su dinámica poblacional debido al largo tiempo del que requiere para alcanzar la madurez sexual. Por esta razón se necesitan muchos años de dedicación para lograr un estudio profundo donde se obtengan valores más confiables sobre la ecología de esta especie.

Para los fines que se persiguen con el presente trabajo, resultaría interesante el poder recabar la información relacionada con las variaciones en los tamaños de los individuos con respecto a la edad que tienen, con el fin de incluir ambos valores como variables de entrada en el modelo. Esta información resulta necesaria para conocer las proporciones de individuos potencialmente explotables con respecto a su tamaño, así como la edad que se supone deben tener para alcanzar dicha talla.

Con el fin de estimar estos valores de edad y tamaño se utilizaron datos de talla y edad registrados por Ayarzagüena. Sin embargo, esta información resulta insuficiente dado que no se conoce el crecimiento anual que experimentan los individuos a partir del sexto año de vida, correspondiendo a esta edad los tamaños potencialmente explotables.

Debido a la escasa información de la que se disponía se pensó en la estimación, utilizando análisis de regresión, de una ecuación logarítmica la cual se ajusta bastante bien al proceso de crecimiento de la población (Jeffers, 1972; Van Dyne, 1969; Patten, 1931; Schmidt-Nielsen, 1976). Hay que tomar en cuenta que el crecimiento se diferencia sexualmente a 1 año de edad.

Ya que únicamente se tienen datos de crecimiento comprendido entre 0 y 4 años (0 = recién nacidos) tanto para machos como para hembras, se pensó en combinar dicha información para el cálculo de la regresión. Más específicamente, para este cálculo se utilizaron las variables Dummy (Kelejian y col, 1974), las cuales tienen la característica de permitir el cálculo de una regresión con la posibilidad de integrar diferente tipo de información (tamaño de machos, de hembras y recién nacidos). La ecuación correspondiente a la regresión calculada en base a estas variables responde a:

$$y = b_0 + b_1X + b_2Dt \text{ (siendo } Dt \text{ la variable Dummy)}$$

con la condición de:

$D_t = 1$: si el tamaño corresponde a un macho
 $D_t = 2$: si el tamaño corresponde a una hembra

De esta manera, la ecuación de los machos y hembras respectivamente resulta en:

$$y = (b_0 + b_2) + b_1 X$$

$$y = b_0 + b_1 X$$

Para el cálculo de esta ecuación se introduce en la computadora todos los valores de tamaño de los que se dispone, atendiendo a la condición a la que se le sujeta a la variable Dummy. Por ser los recién nacidos irreconocibles sexualmente, puede incluirseles indistintamente en los datos de tamaño de machos o de hembras habiéndoseles incluido en el primero para el trabajo aquí presentado. De esta manera, la computadora calcula una regresión en base a esta doble información. En este caso, la ecuación logarítmica resultado de la regresión responde a:

$$T = aE^c + bDt = \ln T = \ln a + c \ln E + bDt \ln E$$

resultando del cálculo una regresión global igual a:

$$T = 148,7847 E^{0,76651+0,012720Dt}$$

Atendiendo a la condición a la que fue sometida la variable Dummy, resulta una ecuación de machos igual a:

$$T = 148,7847 E^{0,77923}$$

y para las hembras

$$T = 148,7847 E^{0,76651}$$

Como puede notarse en el gráfico 3, la sección de la curva correspondiente a los recién nacidos (0-1 año) casi se superponen para ambos sexos, lo que se ajusta a la característica de irreconocibles sexualmente.

Factores abióticos que condicionan la población de babas que habitan el Frío

Como se ha explicado a lo largo de este trabajo, el rigor de las condiciones ambientales, representado en mayor grado por la duración del periodo de sequía, afecta ciertos procesos que integran la dinámica poblacional de la baba.

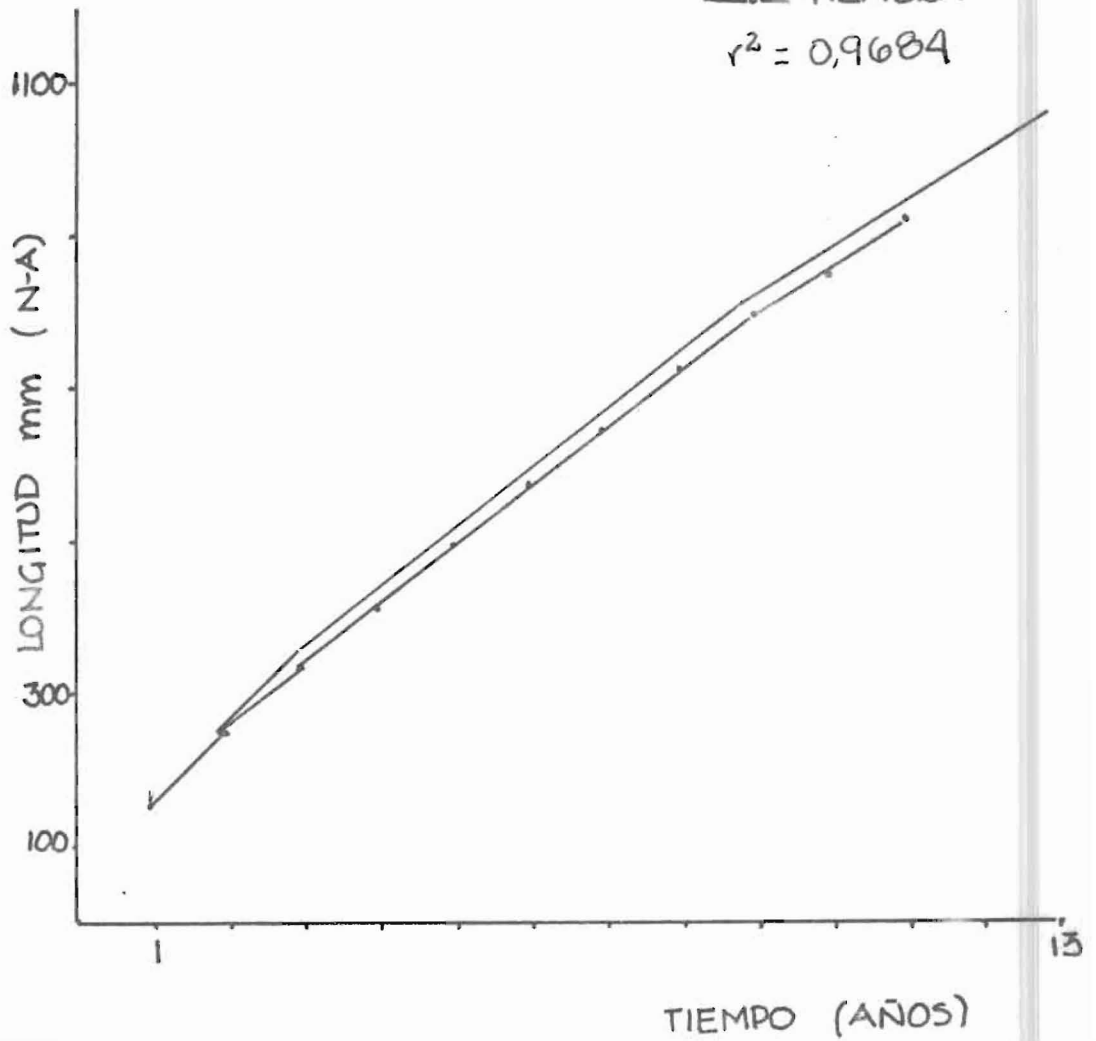
Es de hacer notar, que los registros meteorológicos que se realizan en la estación del MARNR (Mantecal) no proporciona necesariamente una información aplicable a las condiciones climáticas que han soportado las poblaciones de animales en El Frío. Este inconveniente se ha presentado en todos los trabajos que se han realizado en dicho hato y el problema fundamental radica en la ausencia de una pequeña estación meteorológica dentro del área de estudio que permita ha-

GRAFICO: 3

REGRESIÓN

EDAD- TAMAÑO

— MACHO
—•— HEMBRA
 $r^2 = 0,9684$



cer registros más confiables.

Se sabe que los veranos prolongados provocan una mayor abstención de hembras a la reproducción. Sin embargo no se sabe absolutamente el efecto que tiene cada mes de verano prolongado sobre el número de hembras que se abstienen a la reproducción. Además la información de la que se disponía era deficiente sobre este aspecto. Debido a este inconveniente, se decidió no incluir a los factores abióticos como valores independientes en las ecuaciones del modelo.

Tasa de cosecha.

Las posibilidades de cosechar una población natural son varias, como pueden ser la cosecha de machos y hembras adultos, la cosecha de uno de ambos sexos, los jóvenes, etc. En este trabajo se decidió realizar la simulación de 3 estrategias de explotación:

- Machos adultos
- Machos y hembras adultos
- Número fijo de machos adultos

Estas alternativas de manejo son aplicadas en base a un periodo mínimo de cría en cautiverio correspondiente a 1 y 3 años exponiéndose en la próxima sección las razones que llevaron a establecer la cría en cautiverio para proceder a la cosecha.

MODELO

En base a la información suministrada por las variables de entrada, se procedió a la estructuración del modelo. A continuación se explicará en que consiste cada ecuación que integra el modelo. En primer lugar se calcula el número de hembras ponedoras (V1) en base a la expresión:

$$V1 = \text{Mínimo} (3 \times A1, A2 \times (1 - P2))$$

De esta forma, el valor asignado a esta variable será el mínimo entre 3 veces la población de machos adultos y hembras adultas $\times (1 - \text{Prop. de hembras que se abstienen})$, lo cual permite calcular la población de hembras reproductoras en base a dos ecuaciones. En la primera, dicha población se ve limitada por el número mínimo de machos disponibles para la reproducción, mientras que en la segunda se ve limitada por la proporción de hembras que se abstienen a reproducirse. Las condiciones que promueven el uso de cada una de ellas se explicarán en la sección correspondiente a la discusión de resultados.

$$H_5 = H_4 \times H_1$$

Huevos totales = Hembras ponedoras x N° de huevos por puesta.

$$H_5 = H_5 - H_8$$

Huevos totales = Huevos totales - Huevos recolectados para cría.

Los huevos totales depositados se calculan en base al número de hembras reproductoras multiplicado por la media de huevos depositados. De esta manera, se obtiene un valor medio de huevos totales. De este valor se sustrae un cierto número de huevos (es preferible sustraer nidos completos y no un cierto número de huevos por nido) con fines de cría y al resto se le permite que prosiga con el proceso natural.

$$R_1 = H_5 \times (1 - H_2)$$

Recién nacidos = Huevos totales x (1 - Huevos perdidos).

Los recién nacidos se estiman a partir de los huevos que son eximidos de predación e infertilidad.

$$R_2 = H_8 \times (1 - H_6)$$

Recién nacidos del criadero = Huevos recolectados x (1 - Huevos perdidos durante la incubación).

De igual manera, los recién nacidos criados nacen de los huevos que se desarrollan normalmente durante la incubación artificial.

$$N_3 = S1 (6) / 2$$

Nuevos machos adultos = Sobrevivientes de la edad seis / dos.

A pesar de entrar a formar parte de la población de adultos reproductivos a la edad de 7 años, se decidió denominar por razones de conveniencia, a los individuos de 6 años como nuevos adultos, ya que la mortalidad que sufren (7%) a partir de esa edad (léase tamaño) es correspondiente a la de la población adulta de la especie.

Sin embargo, en el modelo, se contempla que esta población de nuevos adultos entre a formar parte de los individuos reproductores a la edad de 7 años.

De igual manera sucede para la población de hembras:

$$N_4 = N_3$$

Nuevas hembras adultas = Nuevos machos adultos.

La población de nuevos machos adultos es igual a la de nuevas hembras adultas debido a la segregación sexual 1:1 correspondiente a esta especie.

El parámetro $Z1$ incluido en el modelo, indica el periodo de crianza. Si $Z1 = 1$, los individuos se crían hasta que alcanzan 1 año de edad procediendo a liberarlos después. De esta manera, estos individuos liberados pueden procrear en un futuro, permitiendo así mantener el nivel poblacional a medida que se extraen individuos adultos de la población. Si por el contrario $Z1 = 3$, se crían los individuos hasta alcanzar 3 años de edad, procediendo entonces a cosechar un número y a liberar el resto con el mismo fin que para el caso anterior ($Z1 = 1$).

La ecuación que contempla el crecimiento en cautiverio se compone de la siguiente manera :

For $J = 4$ to 5

$S3(7-J) = S3(6-J) \times (1-M1?)$ (se sustituye J por los valores indicados anteriormente)

$$\begin{array}{l} \text{Individuos criados} \\ \text{de edad (7-J)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Individuos criados} \\ \text{de edad (6-J)} \end{array} \times \begin{array}{l} (1 - \text{Mor-} \\ \text{talidad} \\ \text{de ind.} \\ \text{criados} \\ \text{mayores de} \\ \text{1 año}) \end{array}$$

En la proxima sección se explicará la razón que llevó a determinar un valor de mortalidad para individuos criados de 1 año y otro para los mayores de 1 año.

El parámetro $C6$ incluido en el modelo equivale al número de individuos cosechados del criadero. Unicamente se cosechan los individuos criados de 3 años por ser mayores en tamaño y ofrecer un mayor beneficio económico. En el modelo el valor de $C6$ es un número y no una proporción. Entonces, de los individuos criados hasta los 3 años se extrae esa cantidad y el resto es liberado. La razón que determinó la escogencia de ambos periodos de cría se discutirá en la próxima sección.

$$S3(3) = S3(3) - C6$$

$$\begin{array}{l} \text{Individuos criados} \\ \text{de 3 años restantes} \\ \text{de la cosecha} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Individuos} \\ \text{criados de} \\ \text{3 años} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Individuos cose-} \\ \text{chados del cria-} \\ \text{dero} \end{array}$$

Tal y como se explicó al principio de esta sección, se consideró conveniente estimar el número de individuos que integra la población de jóvenes correspondiente a las edades comprendidas entre los 1 y 6 años. La ecuación que contempla los valores comprendidos entre los 2 y 6 años en el modelo es:

FOR J = 3 to 7

$$S_i(9-J) = S_i(8-J) \times (1-M1)$$

Sobrevivientes en vida libre de edad (9-J) = Sobrevivientes en vida libre de edad (8-J) \times (1 - Mortalidad natural)

Esta estructura repetitiva de la ecuación permite simular el pase de una clase de edad a otra, afectando a la población de cada clase de edad por una tasa de mortalidad.

La ecuación correspondiente a los individuos de 1 año de edad sobrevivientes de los depredadores es:

$$S1(1) = (R1 \times (1-P3)) \times (1-P4)$$

Sobrevivientes en vida libre de edad 1 = Recién nacidos en el primer verano \times (1 - Depredación)

(1 - Depredación en el primer invierno)

$$S3(1) = R2 \times (1-M3)$$

Sobrevivientes de edad 1 del criadero = Recién nacidos del criadero \times (1 - Mortalidad de ind. criados de 1 año)

Tal y como se dijo anteriormente, los individuos criados son liberados en la sabana, ya sea todos los individuos de 1 año o el exceso de individuos de 3 años no cosechados. La ecuación que contempla esta expresión es:

$S1(Z1) = S1(Z1) + S3(Z1)$ (recuérdese que Z1 es igual a periodo de cría).

Sobrev. en vida libre de edad Z1 = Sobrev. en vida libre de edad Z1 + Sobrev. criados liberados de edad Z1

Cosecha de hembras

- Individuos adultos

En la próxima sección se explicará la necesidad de imponer un límite mínimo de población de hembras reproductoras. De esta manera se procede a cosechar el exceso con respecto a ese límite.

En términos de ecuaciones:

$$A6 = 0$$

$$\text{Cosecha de hembras adultas} = 0$$

Si $A_2 < C_4$ entonces $A_6 = 0$

Si la población de < límite establecido, entonces hembras adultas

la cosecha de hembras = 0

Si $A_2 > C_4$ > $A_6 = A_2 - C_4$

Si la pob. de hembras adultas > límite establecido, entonces la cosecha de hembras adultas = Pob. de hembras - límite establecido.

De igual manera, si se quiere cosechar un número fijo de hembras adultas cada año, se le indica a la computadora el número que se quiere cosechar, correspondiendo ese valor a una variable de entrada (Y_4). Si $A_6 > Y_4$, entonces $A_6 = Y_4$

Si $A_6 < Y_4 \Rightarrow A_6 = 0$

Si por el contrario, la cosecha de hembras adultas es menor que el número fijo a cosechar, entonces la cosecha de hembras es igual a 0.

$$A_4 = (A_2 - A_6) \times P_5$$

$$\text{Hembras adultas restantes} = (\text{hembras adultas} - \text{hembras cosechadas}) \times \text{Propor-}$$

ción de sobrevivientes/año.

- Nuevos adultos

Al igual que se pueden cosechar a los individuos adultos mayores de 6 años, es posible incluir en el modelo la cosecha de individuos de 6 años (nuevos adultos). En este caso esta alternativa no se consideró factible y las razones que llevaron a esta conclusión se explicarán en la próxima sección. Sin embargo, con el fin de generalizar el modelo, se incluyeron las ecuaciones que contemplan esta alternativa.

$$N_6 = N_4 \times C_5$$

$$\text{Nuevas hembras adultas cosech.} = \frac{\text{Nuevas hembras adultas}}{\text{adultas}} \times \text{tasa de cosecha}$$

$$N_2 = (N_4 - N_6) \times P_5$$

$$\text{Nuevas hembras adultas restantes} = \frac{(\text{Nuevas hembras adultas} - \text{Nuevas hembras ad. cosechadas})}{\text{adultas}} \times$$

Proporción de sobrevivientes/año.

La población de hembras adultas correspondientes a cada año se calcula por:

$$A_2 = A_4 + N_2$$

$$\text{Pob. de hembras adultas} = \text{Hembras ad. restantes} + \text{Nuevas hembras ad. restantes.}$$

Cosecha de machos

- Individuos adultos

Al igual que para la cosecha de hembras, se establece un límite para la cosecha de machos el cual se especificará en detalle en la próxima sección. La ecuación que contempla ese límite es:

$$A8 = \left(\frac{(A2(1-P2)) - 3 \times N1}{3} \right) \times 1/P5$$

A pesar de estar integrada por muchos valores, el significado de esta ecuación puede resumirse como sigue:

Pob. mínima = Pob. de machos adultos que fecunda a las hembras mayores de 7 años.

De igual manera que para la cosecha de hembras, las ecuaciones correspondientes a la cosecha de machos son:

$$A5 = 0$$

Cosecha de machos adultos = 0

Si $A1 < A8$ entonces $A5 = 0$

Si la pob. de machos adultos < límite de machos, entonces la cosecha de machos adultos = 0.

Si $A1 > A8$ entonces $A5 = A1 - A8$

Si la pob. de machos ad. > límite de machos, entonces la cosecha de machos adultos = Pob. de machos - límite de machos.

Si se cosecha un número fijo de machos (Y2):

Si $A5 > Y2$, entonces $A5 = Y2$

Si la cosecha de machos ad. > N° fijo a cosechar, entonces la cosecha de machos adultos es igual al N° fijo a cosechar.

Si $A5 < Y2$, entonces $A5 = 0$

Para el cálculo de sobrevivientes adultos:

$$A3 = (A1 - A5) \times P5$$

Machos ad. restantes = (Machos ad. - Machos cosechados) x Proporción de sobrevivientes/año.

- Nuevos adultos

De igual manera que para el caso anterior, puede existir una alternativa que contemple la explotación de nuevos machos adultos, y las ecuaciones correspondientes son:

$$N5 = N3 \times C3$$

Nuevos machos cosechados = Nuevos machos x tasa de cosecha.

$$N1 = (N3 - N5) \times P5$$

Nuevos machos restantes = (Nuevos machos - Nuevos machos cosechados) x proporción de sobrevivientes/año.

La población de machos adultos se totaliza a partir de:

$$A1 = A3 + N1$$

Machos adultos = Machos adultos restantes + Nuevos machos restantes.

La población total de la especie para cada año se calcula a partir de la suma de los adultos, infantiles y jóvenes:

$P6 = A1 + A2 + S1(J)$; siendo J valores comprendidos entre 1 y 6 años inclusive.

Los valores iniciales de edad de hembras y machos se incluyen como variables de entrada en el modelo, y el cálculo de los mismos se explicó al principio de esta sección. Para cada periodo y utilizando la ecuación que más abajo se explica, se calcula la edad promedio de la población adulta.

$$E2 = (((E2 + 1) \times A3) + (N1 \times 7)) / (A3 + N1)$$

Edad de machos ad. en un tiempo t = $\frac{(((\text{Edad de machos ad. en tiempo } t-1) + 1 \text{ año}) \times \text{Pob. de machos ad.}) + (\text{Nuevos machos} \times (7 \text{ años}))}{(\text{Machos ad.} + \text{Nuevos machos ad.})}$.

Posteriormente se calcula el tamaño de adultos correspondiente a esa edad, a través de la ecuación de regresión que relaciona ambas variables (Tamaño-Edad) explicada al principio de esta sección.

$$T2 = 148,7847 \times E2^{0,77923}$$

Las mismas ecuaciones son utilizadas para el cálculo de la edad de hembras y el tamaño correspondiente a dicha edad.

$$E1 = (((E1 + 1) \times A4) + (N2 \times 7)) / (A4 + N2)$$

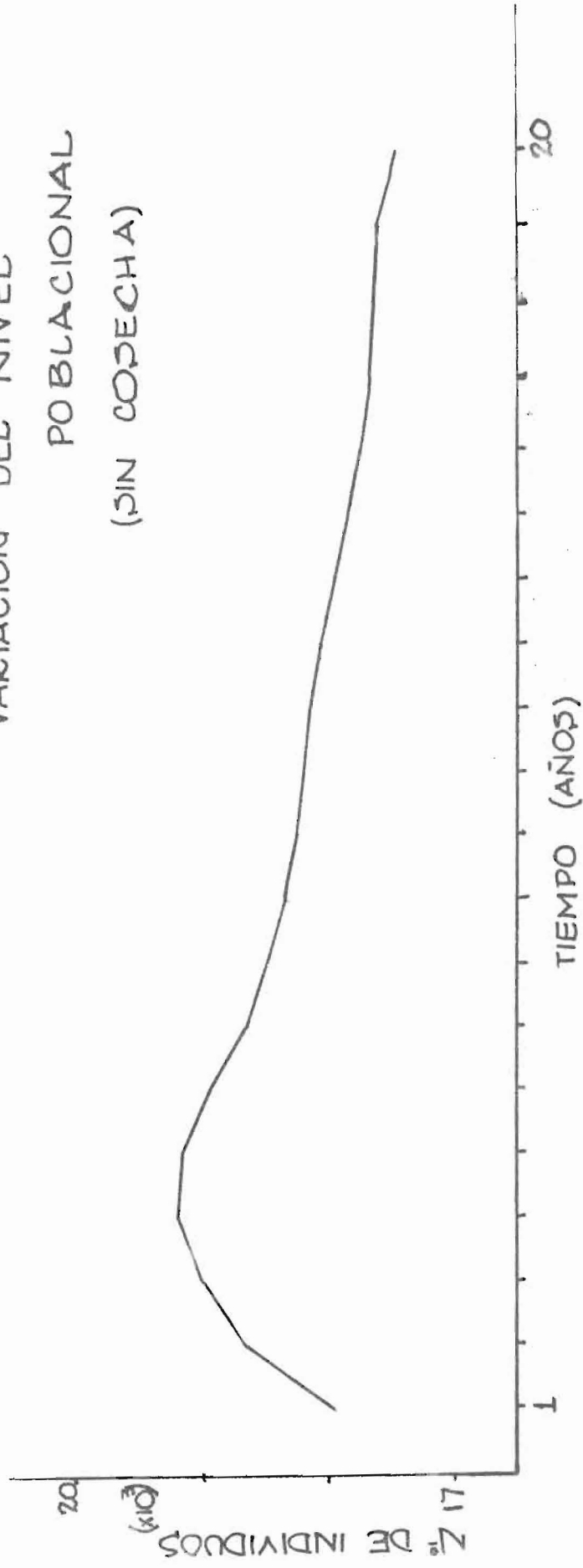
$$T1 = 148,7847 \times E1^{0,76651}$$

Para realizar las corridas del modelo se utilizaron dos computadoras disponibles en la USB: DEC-10 y PDP 11/45.

Antes de empezar a simular las diferentes alternativas de manejo, se realizó una corrida sin aplicar ningún tipo de cosecha. Si se observa el gráfico 4 puede verse que a partir del sexto año, el nivel poblacional comienza a disminuir hasta alcanzar valores cercanos a 17.000 en los últimos años de simulación. El crecimiento poblacional que se observa durante los primeros seis años es resultado de los cálculos realizados para la estimación de los inte-

GRAFICO: 4

VARIACIÓN DEL NIVEL
POBLACIONAL
(SIN COSECHA)



43

grantes de la población de juveniles (1 a 6 años). De los datos suministrados por Ayarzagüena sobre este aspecto (Tabla 7) se observa discontinuidad en la proporción de individuos que integran esta población, lo que origina ese aumento en los primeros años de simulación. Sin embargo, a partir del sexto año, el nivel poblacional comienza a disminuir paulatinamente debido a que la estructuración de edades empieza a guardar un orden decreciente resultado de la estimación de la proporción de individuos que integran dichas edades (1 a 6 años). En pocas palabras se incluyeron como variables de entrada correspondientes a esta estructuración valores reales, mientras que a partir del sexto año, la simulación se realiza en base a cálculos que estiman dicha estructura.

En la tabla 8 puede notarse que las variaciones de los niveles poblacionales son muy pequeñas en los últimos años, por lo que puede establecerse que el nivel de equilibrio se encuentra alrededor de estos valores. La población de 16500 con la que se inicia la simulación corresponde a un valor cercano al rango de equilibrio.

Por esta razón y para los fines de la modelación, se ha partido de la premisa de que la población de babas del Hato se encuentra en estado de equilibrio, lo que facilita de gran manera los cálculos pertinentes a la dinámica poblacional de la especie.

TABLA 8 :

AÑO	NIVEL POBLACIONAL (SIN COSECHA)
1	17.890
2	18.646
3	19.029
4	19.221
5	19.181
6	18.967
7	18.677
8	18.494
9	18.371
10	18.281
11	18.200
12	18.140
13	18.062
14	17.972
15	17.876
16	17.779
17	17.683
18	17.590
19	17.498
20	17.409

media (\bar{x}) = 18.249

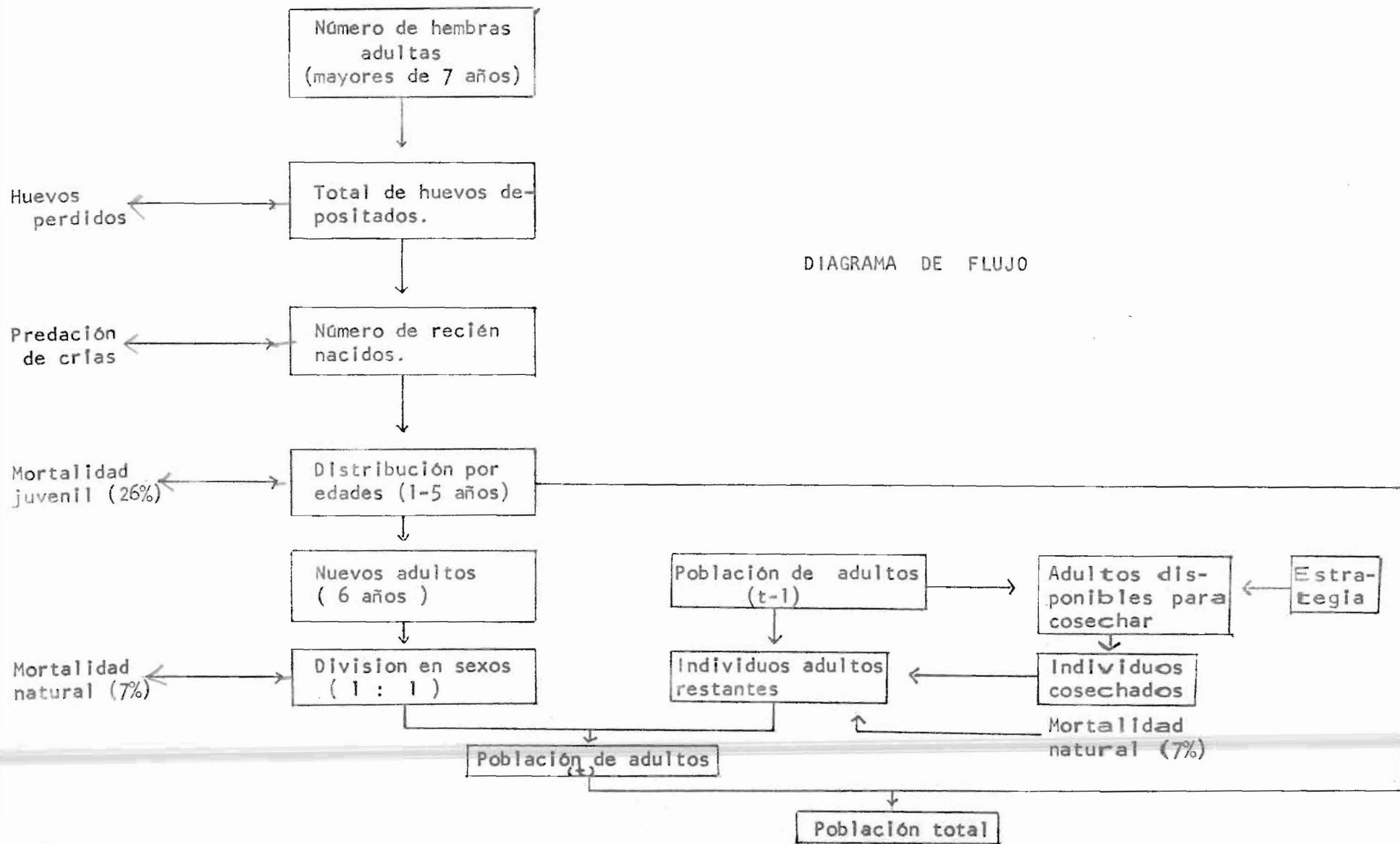


DIAGRAMA DE FLUJO

8

SECTION VII

RESULTADOS Y DISCUSION

Alternativas de manejo

Existen muchos tipos de estrategias de explotación aplicables a una población natural, siendo unas mejores que otras de acuerdo a los criterios preestablecidos sobre los cuales se realiza su evaluación. En este caso se escogieron dos criterios que se quieren contemplar para lograr obtener la alternativa de manejo óptima. Dichos criterios son:

1. Nivel de la población
2. Rentabilidad económica.

Para el primero se establece la condición de estabilidad del tamaño poblacional a lo largo del tiempo, con el propósito de asegurar la conservación de la especie sujeta a manejo. Con el segundo criterio se persigue obtener el máximo beneficio económico que una estrategia puede aportar cuando se mantiene la condición de estabilidad poblacional.

Para los fines del modelo, los beneficios se obtienen a partir de la venta de pieles (cueros), estando estas ganancias sujetas al tamaño de los animales cosechados. Puede obtenerse beneficio de la venta de carne de baba y de huevos; sin embargo al no tenerse información al respecto de los precios que se ofrecerían por la venta de estos artículos, no pueden incluirse en el modelo. En la Tabla 9 se presentan los precios vigentes de las pieles por tamaño. En el caso de obtenerse durante la simulación tamaños de animales no reportados en la Tabla, los precios correspondientes a la venta de sus pieles se aproximan a aquellos presentados en la misma. Los ingresos se calculan multiplicando el número de animales cosechados por el precio de venta correspondiente a su tamaño.

Por otra parte, los costos se calculan en base a:

1. Instalaciones (Tabla 10)
2. Costos por caza de individuos adultos (Apéndice I).

Por último, restando los beneficios de los costos se obtiene la ganancia (ó pérdida) neta por año simulado, calculándose entonces el valor presente, VP, de dichas ganancias para todo el periodo de tiempo en que se realiza la simulación (Taylor, 1975).

El VP se calcula en base a la siguiente fórmula:

T A B L A 9 :

PRECIOS/PIEL SEGUN LONGITUD DEL ANIMAL

Cm de piel	Tamaño total (mts)	Producto	Precio (Bs)
---	0,90	tapa	7,50
---	1,20	tapa	15,00
---	1,50	tapa	30,00
90-99	1,50	chaleco	25,00
100-119	1,80	chaleco	50,00
120-130	1,90	chaleco	60,00
130-140	2,00	chaleco	70,00

Tapa: se utiliza la piel del vientre, del lomo y de los flancos

Chaleco: se utiliza la piel del vientre y de los flancos (fig. adjunta)

T A B L A 10 :

<u>Costos de recolección de huevos *</u>	
-Recolector por 15 días	Bs. 260
-Transporte por 15 días	Bs. 1.050
-Cuidador por año	Bs. 1.590
<u>Costos por caza de babas adultas *</u>	
-1 pareja caza 20 babas por noche	Bs. 70
<u>Costos de cría hasta 1 año</u>	
AÑO CERO	
-36 tanques de 4 m ² c/u. Area a ocupar: 144 m ²	Bs. 4.100
-Accidentes	Bs. 500
AÑO UNO	
-Encargado por año	Bs. 6.300
-Alimento por año	Bs. 500
-Accidentes	Bs. 500
<u>Costos de cría hasta 3 años</u>	
AÑO CERO	
-36 tanques de 4 m ² c/u Area a ocupar: 144 m ²	Bs. 4.100
-Accidentes	Bs. 500
AÑO UNO	
-34 jaulas de 25 m ² c/u Area a ocupar: 900 m ²	Bs. 9.580
-Encargado por un año	Bs. 6.300
-Alimento por año	Bs. 500
-Accidentes	Bs. 500
AÑO DOS	
-30 jaulas de 156 m ² c/u Area a ocupar: 5.625 m ²	Bs. 42.100
-Encargado por año	Bs. 6.600
-Alimento por año	Bs. 1.000
-Accidentes	Bs. 500
AÑO TRES	
-Encargado	Bs. 7.000
-Alimento	Bs. 1.500
-Accidentes a partir del tercer año	Bs. 1.000

* Estos costos se repiten cada año, independientemente a la alternativa aplicada.-

$$VP = \sum (B-C)_i \times (1+r)^{-i}$$

siendo

B: beneficio

C: costo

i: periodo de tiempo (año)

r: tasa de descuento. En este caso se tomó el 12%.

De esta manera, con este calculo se obtiene el Flujo Neto Actualizado de beneficios y costos.

A continuación se expondrán las diferentes alternativas de manejo sujetas a ambos criterios, así como los resultados obtenidos en las corridas realizadas en el computador digital.

1. MAXIMA COSECHA AUTOSOSTENIDA (MCA)

Este tipo de estrategia es la utilizada comunmente en modelos de simulación que tienen como objetivo principal el de explotar una población natural.

El criterio en que se basa dicha teoría consiste en establecer una tasa de cosecha tal que permita mantener la estabilidad poblacional a lo largo del tiempo. De esta manera se está extrayendo de la población el exceso de individuos cuyo déficit no impida mantener el nivel de la población alrededor de un valor relativamente constante (Howe, 1979).

Para llevar a cabo dicha estrategia se hicieron una serie de corridas que incluyen cada una un periodo de tiempo de 20 años de predicciones en busca de esta tasa de cosecha constante que contemple el criterio anteriormente mencionado.

Los porcentajes de cosecha fueron establecidos partiendo de un valor de cosecha mínimo de 6% hasta un máximo de 30%, considerando los valores de 12, 18, 24 como porcentajes intermedios. Estas tasas fueron aplicadas a los individuos adultos (mayores de 7 años) machos y hembras por igual.

Como puede observarse en el gráfico 5 el nivel poblacional promedio para los 20 años de simulación correspondiente a la tasa de cosecha del 6% es de alrededor de 13.300 individuos, lo que resulta en una disminución de 3.200 con respecto al nivel poblacional inicial de 16.500. Si esta tasa mínima arroja tal resultado, es lógico que al aumentarla el tamaño de la población alcance niveles más bajos. De igual manera, en el mismo gráfico puede observarse la variación que sufre la desviación estándar con respecto a la media para cada porcentaje de cosecha. Cuando dicha variación es grande, indica que los valo-

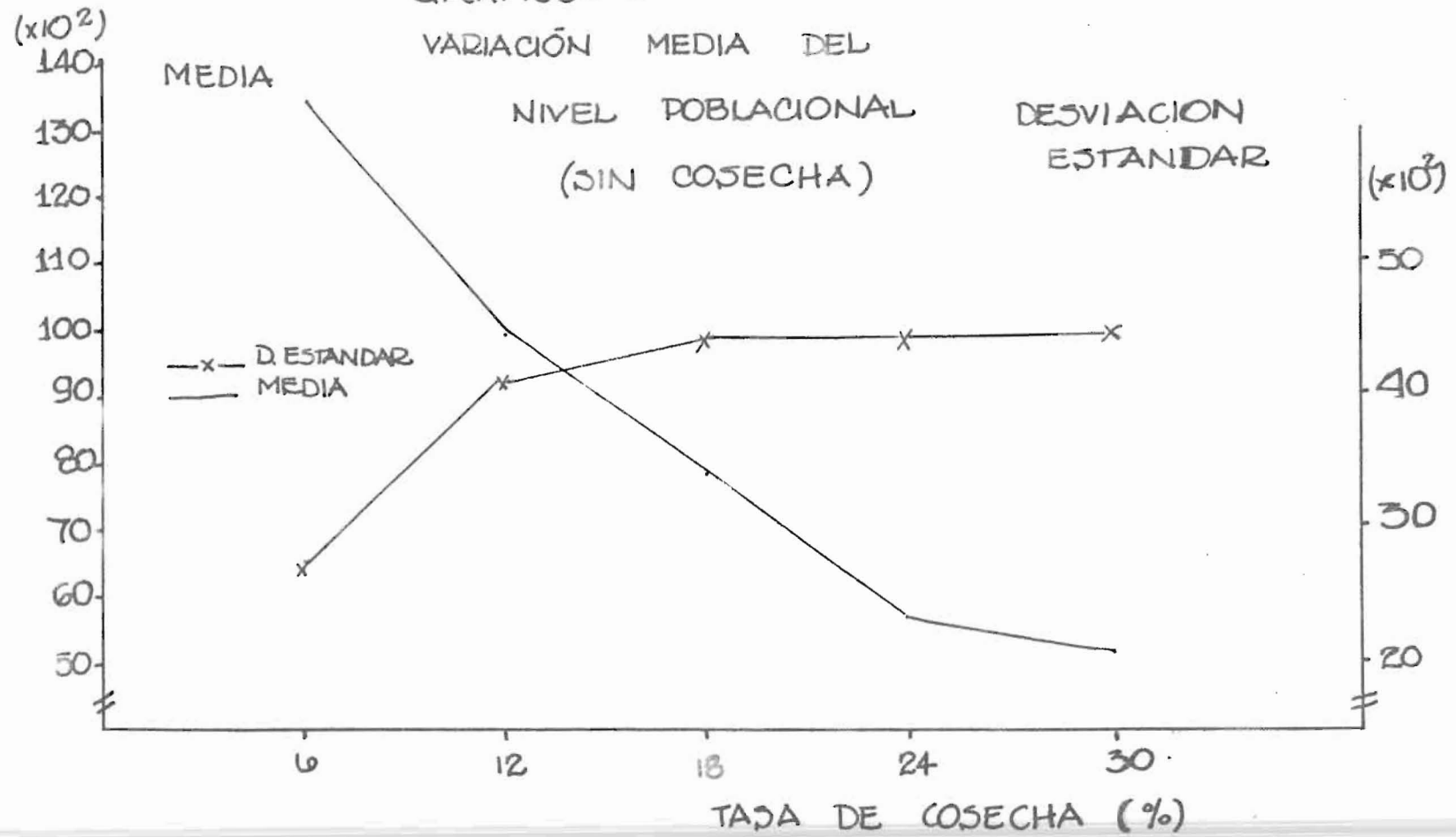
GRAFICO: 5

VARIACIÓN MEDIA DEL

NIVEL POBLACIONAL

(SIN COSECHA)

DESVIACION
ESTANDAR



res de los niveles poblacionales para cada año de simulación se alejan mucho de la media, lo que permite concluir que existen oscilaciones muy grandes en los niveles de la población durante los 20 años en que dura la simulación.

Estos resultados no cumplen con la condición de evaluación referente al nivel poblacional expuesto al comienzo de esta sección.

En el gráfico 6 se presentan los resultados del cálculo del coeficiente de variación, CV, correspondiente a esta alternativa de manejo. Se puede apreciar que esta medida aumenta a medida que la tasa de cosecha también aumenta lo que indica un incremento en las fluctuaciones alrededor de la media que experimentan los niveles poblacionales durante el período de simulación.

De acuerdo con esto, se puede concluir que no existe una tasa de cosecha que cumpla con la condición de máxima cosecha autosostenida, o también que dicha tasa es menor que un 6%, lo que resulta en un valor muy pequeño en número de individuos extraídos de la población, por lo que no se obtendrían grandes beneficios económicos.

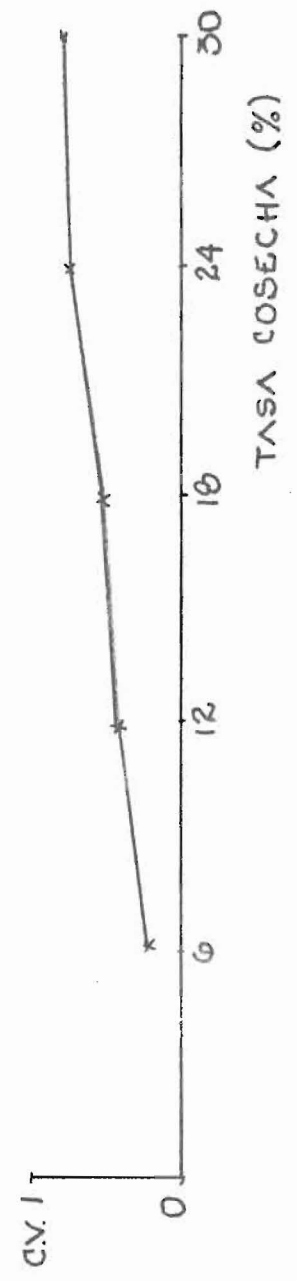
Prueba de Sensibilidad

Con el fin de estudiar cuán sensible es el modelo a cambios en los valores de las variables que integran la dinámica poblacional de la especie, se procedió a realizar un análisis de sensibilidad. Para ello se establecieron los porcentajes de variación para las variables de $\pm 10\%$ y $\pm 25\%$, realizándose los cálculos de la siguiente manera: Para el valor de $\pm 25\%$ se establece la siguiente condición: todas las variables que intervienen en la dinámica poblacional y que originan pérdida en número de individuos que integran la población, se les sustrae el 25% de su valor. En cambio, las que afectan positivamente se les adiciona el 25%. A modo de ilustración:

Hembras que ponen huevos: su valor es importante ya que de ellas depende el número de recién nacidos que se integran a la población en un año determinado. Entonces, a dicho valor se le suma el 25% del mismo.

Huevos perdidos: A medida que éste valor aumente, su efecto sobre la población será negativo ya que está sustrayendo individuos potenciales. Por esta razón, a su valor correspondiente se le resta el 25% del mismo.

GRAFICO: 6
COEFICIENTE DE VARIACION
(SIN COSECHA)



Para las diferentes corridas las tasas de cosecha se siguen manteniendo igual.

Es de hacer notar que los porcentajes para este análisis fueron establecidos arbitrariamente y no corresponden a variaciones reales de valores obtenidos del estudio realizado sobre la población de babas. Muchas variables que integran la dinámica poblacional están sujetas a fluctuaciones en su valor condicionadas por agentes externos como son, por ejemplo, las condiciones climáticas. Por esta razón una variable, como su nombre lo indica, nunca tiene un valor fijo sino que varía de un año a otro.

Para este caso, no existe suficiente información al respecto y únicamente se tiene un valor para cada variable. Por esta razón se escogieron porcentajes tan grandes de variación, esperando que dentro de los límites (ej. $\pm 10\%$) se obtuvieran resultados diferentes en las corridas lo que permitiría concluir que los resultados, en cuanto a estrategia de explotación obtenidos hasta el momento, están sujetos a variaciones dentro de ese rango. Esto sugeriría la necesidad de hacer estudios más exhaustivos al respecto.

En el Gráfico 7 se observan los resultados obtenidos de las corridas realizadas con el porcentaje anteriormente citado ($\pm 25\%$) y que fue denominado escenario super óptimo. En dicho Gráfico se aprecia la disminución en la media de los niveles poblacionales a pesar de la ventaja que se le brindó a las variables que influyen positivamente sobre el nivel poblacional de la especie. La desviación estándar, sin embargo, muestra variaciones menores con respecto a la media. En el Gráfico 8 se presentan los valores del CV para cada tasa de cosecha. Nótese la disminución que sufre los valores de dicho coeficiente, lo que obedece a una disminución en las fluctuaciones de los niveles poblacionales para cada año de simulación.

Prosiguiendo el análisis de sensibilidad se estableció un porcentaje de variación de $\pm 10\%$ con la misma condición de adición y sustracción implementada para el análisis anterior. En el Gráfico 9 se observa la disminución de los niveles medios de la población para las diferentes cosechas así como la variación tan grande en las desviaciones estándar correspondientes. Véase en el Gráfico 10 el aumento que sufre el CV a partir de la tasa de cosecha del 12%.

De igual manera se realizaron dos análisis más, pero invirtiendo la condición de sustracción y adición. Es decir, a las variables que afectan positivamente se les sustrae el 10% y a las que a-

($\times 10^4$)
MEDIA

($\times 10^3$)

DESVIACION ESTANDAR

18

120

15

GRAFICO: 7

ESCENARIO SUPER OPTIMO

12

9

x DESVIACION
ESTANDAR
MEDIA.

20

8

6

3

2

6

12

18

24

30

TASA DE COSECHA (%)

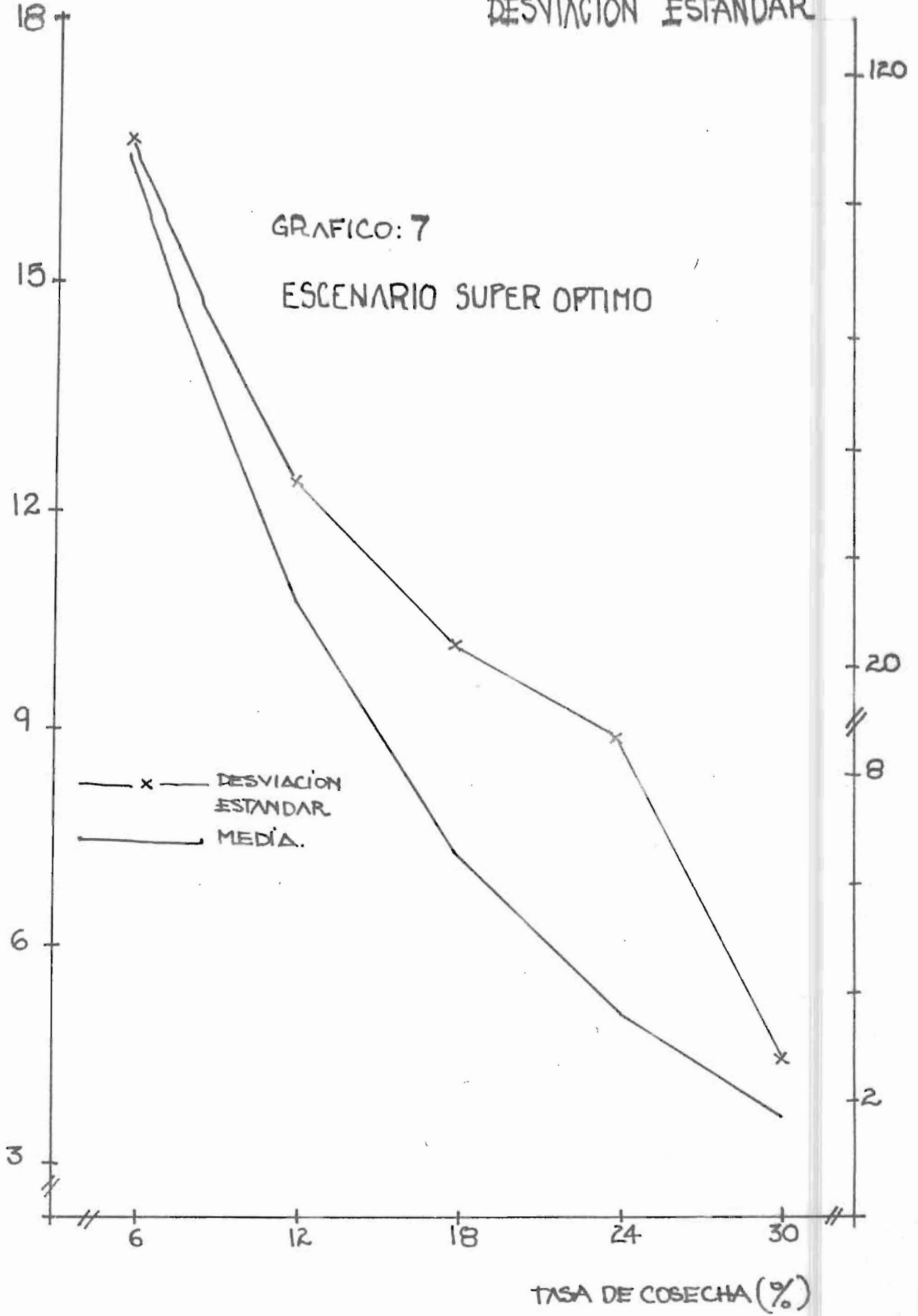
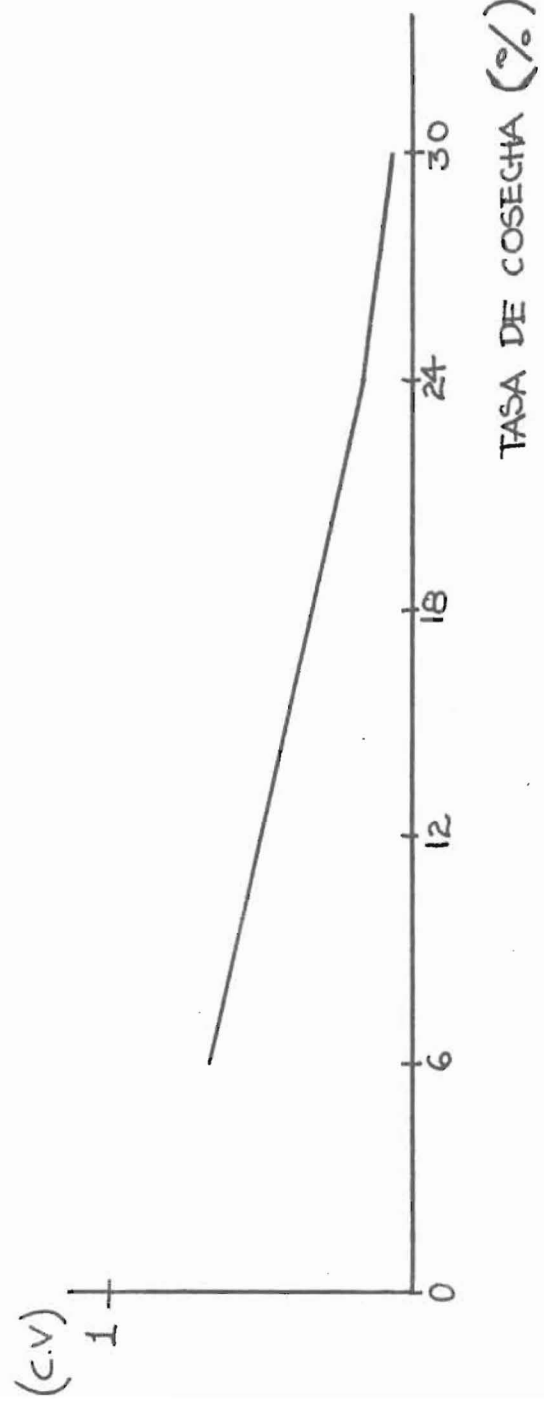
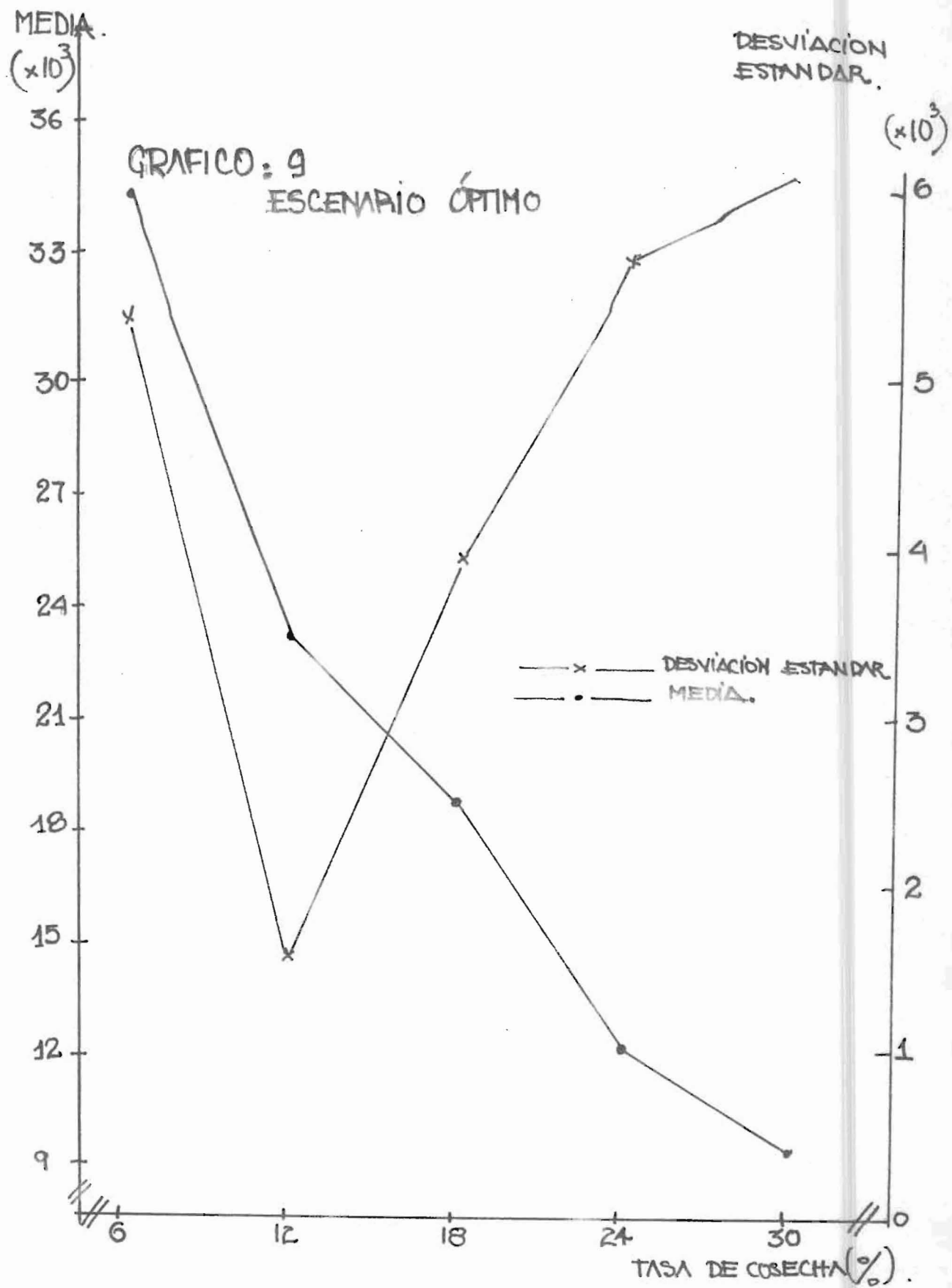


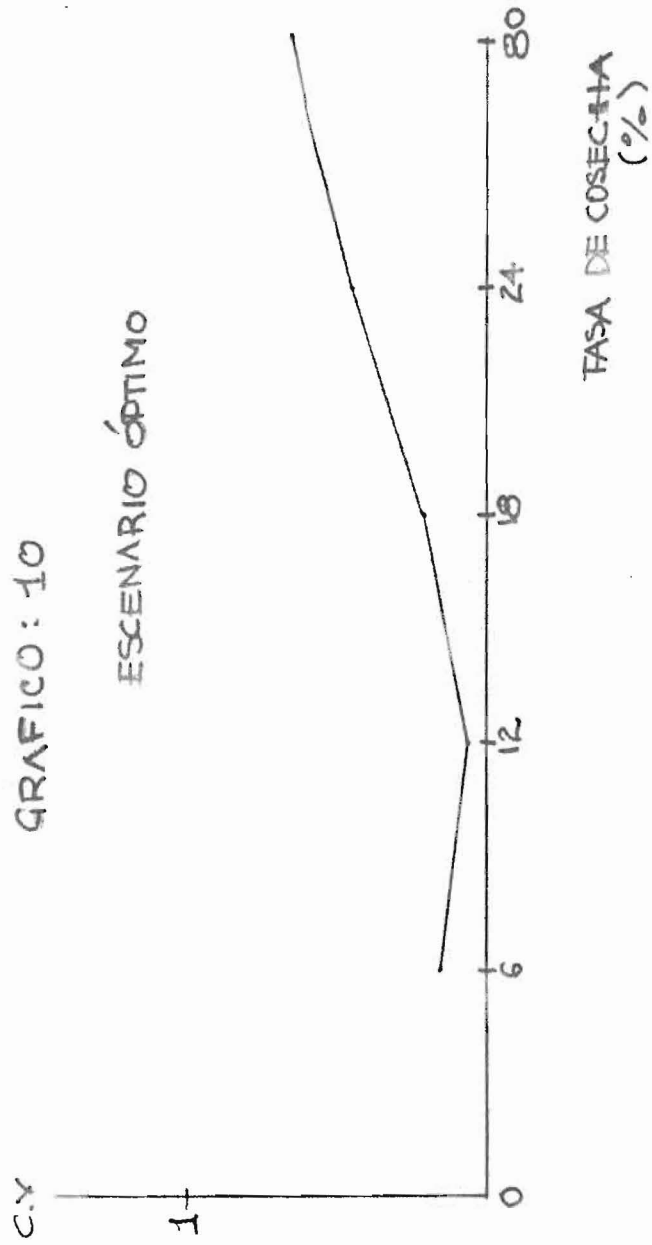
GRAFICO: Ø
ESCENARIO SUPER ÓPTIMO





C.Y

ESCENARIO ÓPTIMO



fectan negativamente se les adiciona el 10%. Este escenario fue denominado pésimo. El gráfico 11 refleja los resultados obtenidos. Nótese los niveles de población tan bajos que resultan con dicha condición. En el gráfico 12 se presenta la variación del CV cuyos valores van en aumento.

Por último, en los Gráficos 13 y 14 se presentan los resultados obtenidos para el porcentaje de variación de $\pm 25\%$ sujeto a la misma condición de adición y sustracción que para el caso anterior. Este escenario se denominó Super Pésimo.

Se habrá notado que en todos los casos se obtuvo una disminución del tamaño poblacional sin presentarse en ningún momento estabilidad de la población, aún proporcionando el escenario super óptimo que encierra ventajas muy grandes y que de igual manera arrojó el mismo tipo de resultado que los demás casos. Si por el contrario se hubiera obtenido en algún caso un aumento en el tamaño de la población, podría existir la posibilidad de una tasa óptima de cosecha que mantuviera el nivel poblacional a lo largo del tiempo.

Sin embargo, los resultados obtenidos son determinantes y permiten concluir una cosa: es imposible realizar la explotación de la población de babas sin establecer un control sobre alguna variable que integra la dinámica. Es decir, la población de babas es incapaz de autosostenerse en un nivel poco variable si se procede a la extracción de adultos de la población. Dicho resultado es muy lógico si se hacen las siguientes consideraciones:

1. La depredación de huevos y de individuos menores de un año es muy grande, lo que disminuye el número de individuos que potencialmente podrían haber formado parte de la población. Esto afecta el tamaño de dicha población.

2. Las babas tardan un periodo de 7 años mínimo en alcanzar la madurez sexual, sufriendo a lo largo de este periodo de tiempo una mortalidad del 26% por año.

3. El establecer una tasa de cosecha fija para cada año resulta en la extracción de un número de individuos adultos que puede ser grande y de esta manera eliminar la posibilidad de aumento poblacional con dicha extracción. Lógicamente, a medida que se extraen individuos adultos se integran a esa misma parte de la población los individuos que tienen 7 años. Es importante hacer notar que en ciertos años de la simulación, los individuos que se integran a la población de adultos son mayores en número con respecto a los cosechados. Se pudie-

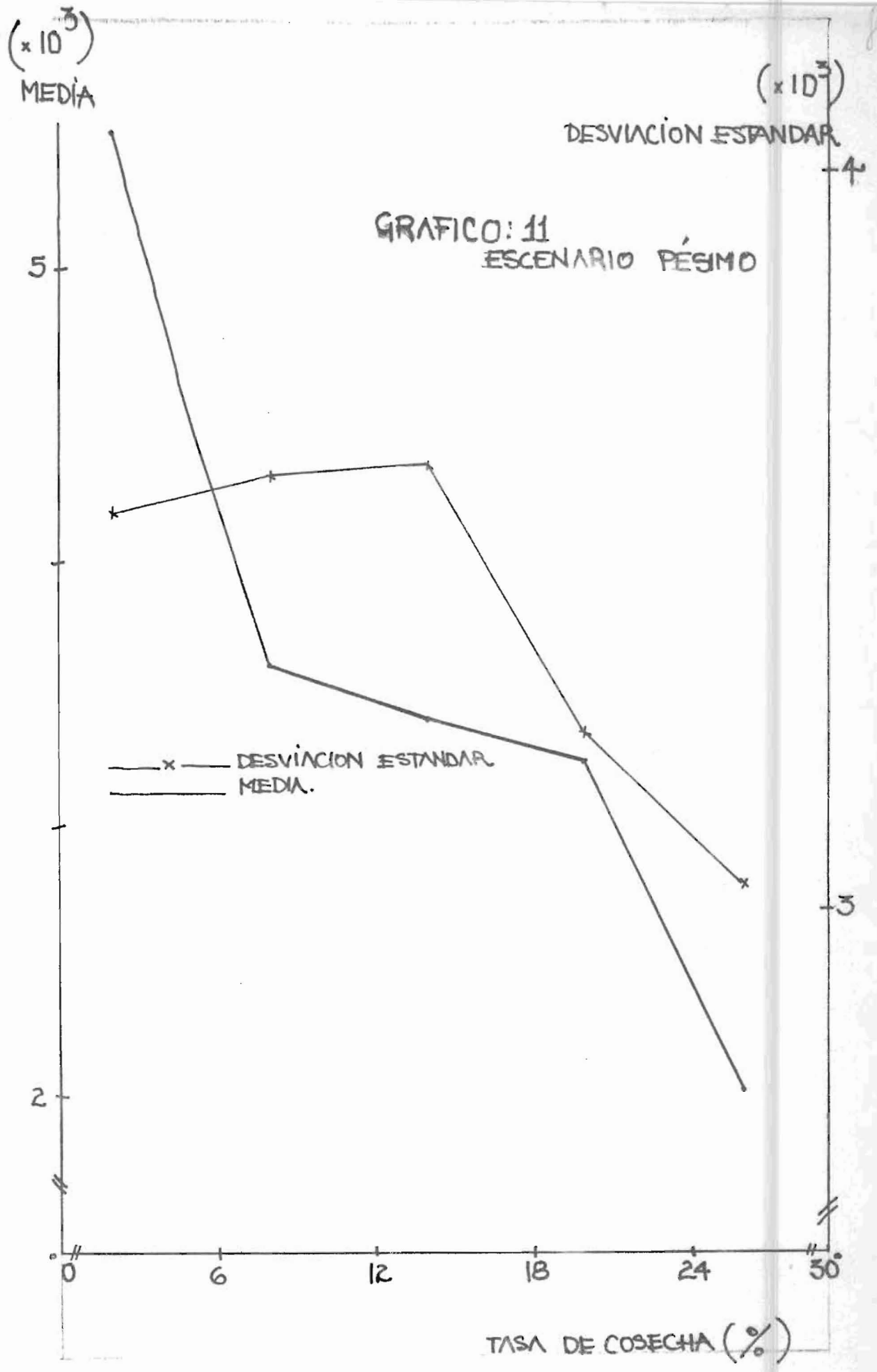
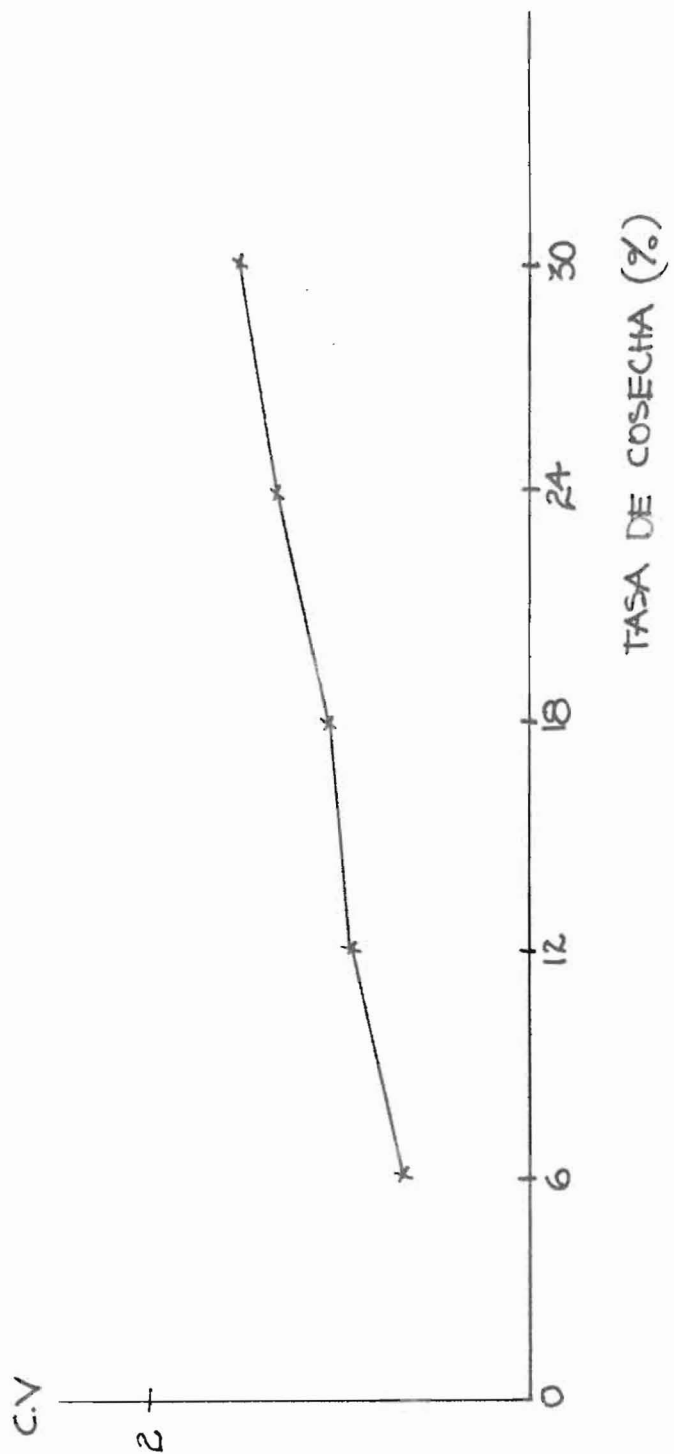


GRAFICO: 12
ESCENARIO PESIMO



($\times 10^3$)
MEDIA

($\times 10^3$)
DESVIACION ESTANDAR

GRAFICO: 13

ESCENARIO SUPER PESIMO

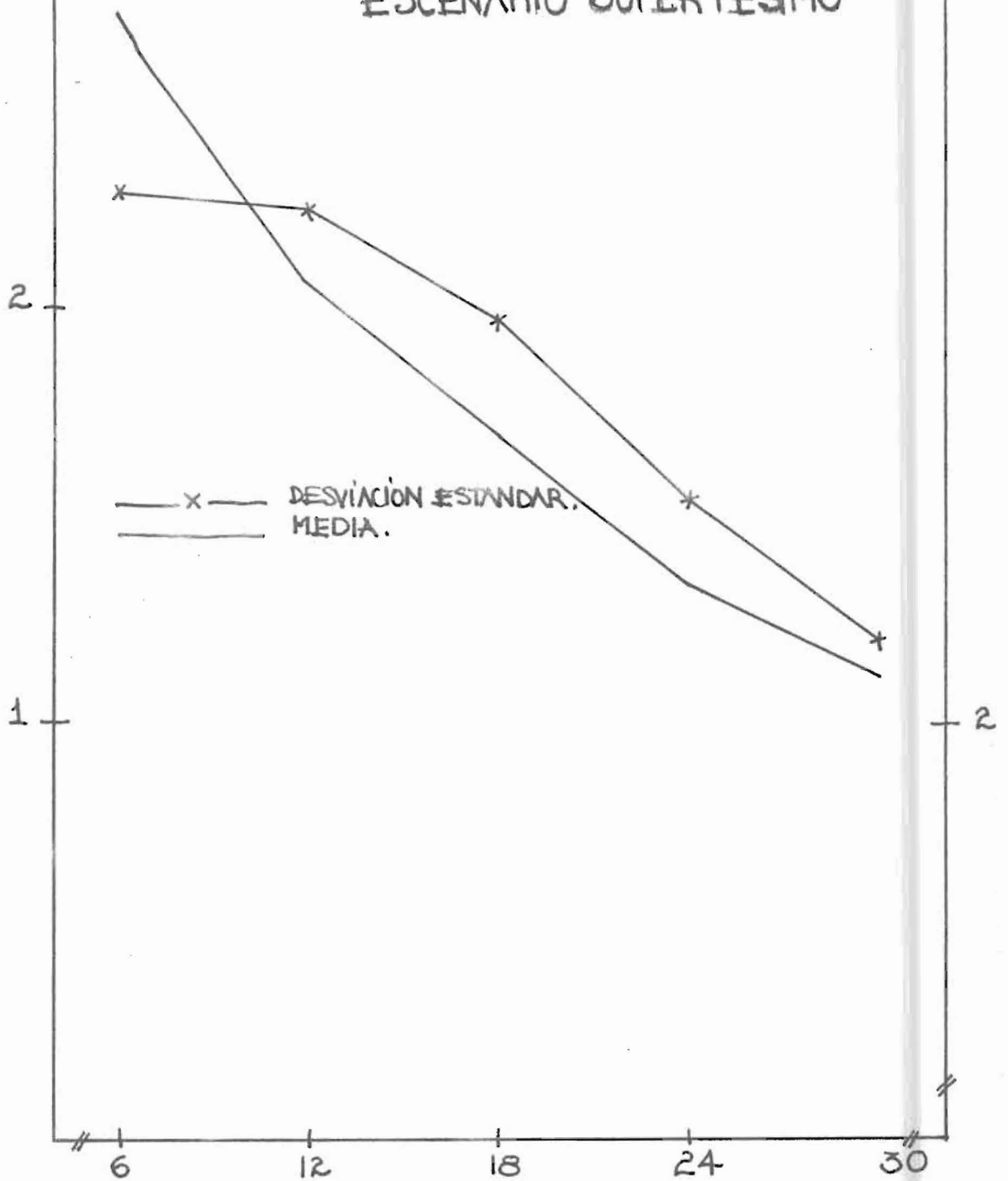
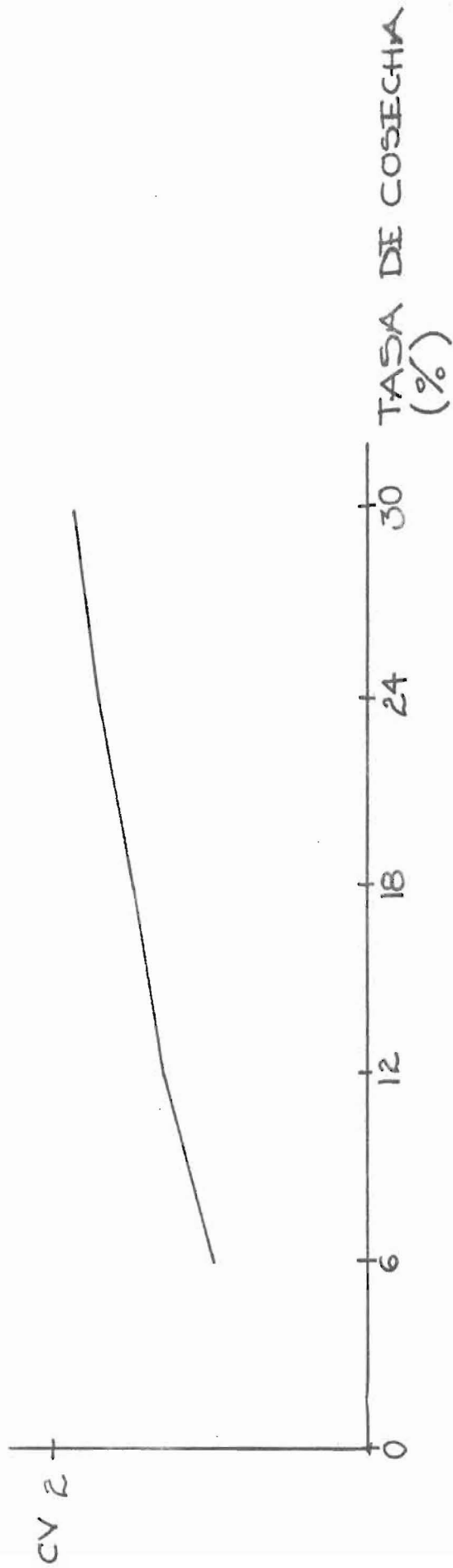


GRAFICO: 14

ESCENARIO SUPER PESIMO



ra pensar entonces, que el nivel poblacional debería aumentar al estar incluyendo un número mayor de individuos del que se extrae. Sin embargo, esta ventaja que se presenta en un año determinado, viene a favorecer la cosecha para el año siguiente ya que está aumentando la población de adultos para ese año. El hecho de establecer un porcentaje fijo de cosecha permite extraer más o menos individuos de la población de adultos dependiendo del número de individuos que integren esta población en un año determinado. De esta manera, el aumento en la población de adultos en un año produce un aumento en la cosecha de los mismos para el año siguiente, en lugar del incremento del nivel poblacional que se hubiera esperado ante esta situación.

Por otra parte, los individuos que fueron procreados por los integrantes a la población de adultos deben sobrevivir 7 años para alcanzar su madurez sexual y así contribuir con individuos nuevos para la población. El resto de individuos menores de esa edad no pueden procrear, por lo que no contribuyen al aumento del nivel poblacional sino que más bien contribuyen a su disminución, ya que cada año muere el 26% de los jóvenes.

Analizando estos aspectos es fácil concluir que una población sujeta a dichas condiciones es incapaz de autosostenerse cuando se procede a la cosecha de animales de vida libre. Únicamente esto es realizable si se controla alguna variable que integra la dinámica de esta especie para así contrarrestar el efecto de pérdida de adultos.

2. COSECHA DE INDIVIDUOS ADULTOS

Control sobre la depredación de verano.

Es interesante resaltar que la depredación del primer verano de vida es una de las causas de mayor pérdida de individuos recién nacidos, dado su valor tan alto (63%). Por esta razón se pensó en simular el control de dicha variable con el fin de disminuir la pérdida de integrantes de la población infantil. De esta manera resultaría en un aumento en el número de individuos que sobreviven durante su primer año de vida, periodo en que la mortalidad es mucho mayor con respecto a los demás años.

Se consultó bibliografía en busca de una estrategia de control de depredación similar, sin lograr ningún resultado.

Teóricamente se puede lograr un control si se trasladan a los recién nacidos a cuerpos de agua permanentes para así evitar las migraciones que ellos deberían realizar en busca de esos mismos lugares. Se ha determinado que estas migraciones son la causa de mayor

pérdida de infantiles. (Ayarzagüena, en prep.).

Sin embargo pueden surgir inconvenientes como resultado de la aplicación de esta estrategia:

- La baba madre siempre se encuentra acompañando a sus crías (a veces cuida de otras crías), lo que permite pensar que juega un rol importante en la defensa de las mismas. Por esta razón es imposible saber cual sería el resultado del traslado de las crías solas privadas del cuidado parental.

- La falta de alimento puede causar varias muertes en la población de infantiles. Por esta razón, el traslado de los mismos a un cuerpo de agua escogido por el hombre, podría resultar en la imposición de un hábitat poco adecuado y limitado en recursos que impediría el crecimiento de estos recién nacidos.

A pesar de la falta de información, se decidió realizar una corrida reduciendo el valor de la depredación en un 50% (Ayarzagüena, com. pers.) obteniéndose resultados prometedoras. En el gráfico 15 se presentan estos resultados. Nótese el gran incremento del nivel poblacional a pesar de establecer una cosecha del 30% de machos adultos. Sin embargo, el hecho de alcanzarse niveles poblacionales tan altos, puede resultar falso en la realidad ya que puede suceder que el ambiente no soporte tal número de individuos; por esta razón habría que conocer la capacidad de carga del ambiente.

Ante los resultados obtenidos sería recomendable el estudio de la factibilidad de esta alternativa de manejo. Para los fines que persigue el modelo, el hecho de incluir un valor arbitrario puede permitir hacer suposiciones erradas al respecto de la aplicación de una alternativa, disminuyendo las probabilidades de ajuste entre las predicciones que se obtienen del modelo y la realidad de los hechos.

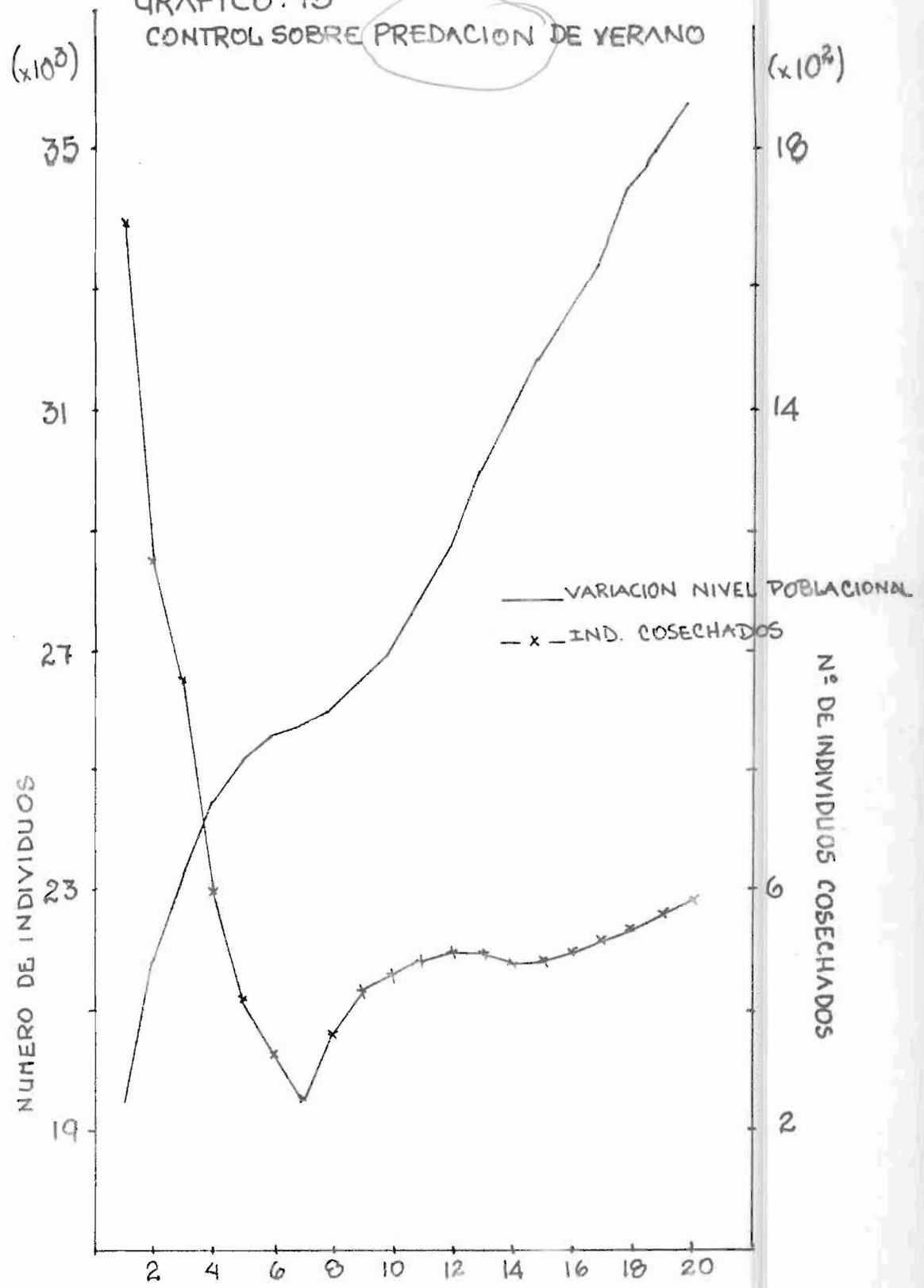
3. COSECHA DE INDIVIDUOS ADULTOS

Recolección de huevos y cría en cautiverio por 1 año.

La única variable que integra la dinámica poblacional de esta especie sobre la que es factible establecer un control, es la depredación de huevos la cual causa la pérdida del 80% de la población de babas de El Frío.

En todos los países en donde se ha intentado repoblar zonas con especies de cocodrilos en vías de extinción, se ha tratado de limitar la pérdida de huevos con el traslado de los mismos a lugares factibles para su desarrollo y alejados de los posibles depredadores.

GRAFICO: 15
CONTROL SOBRE PREDACION DE YERANO



dadores (Pooley, 1970; Blohm, 1973; Stoneman, 1969a).

Durante los primeros días en que los huevos han sido de positados, se busca un cierto número de nidos de fácil acceso y se procede al traslado de sus huevos. Es necesario tomar previsiones como la de marcar la superficie superior del huevo antes de tocarlo, con el fin de volverlos a colocar en la misma posición en los nidos artificiales para poder evitar cualquier problema en el desarrollo del embrión (Pooley, 1970; Rivero Blanco, 1974).

Para el traslado de estos huevos es necesario depositarlos en cartones sobre el mismo material del nido con el fin de disminuir los maltratos durante el viaje. Si estos huevos se acomodan bien es muy factible poder realizar viajes largos sin peligro de dañarlos (Pooley, 1970).

En el modelo se incluyó como número de huevos recolectados el de 4000, siendo este número menor con respecto al recolectado en la realidad en un estudio realizado con babas (Rivero-Blanco, 1973, 1974). De esta manera se considera factible el manejo de dicha cantidad.

Los nidos artificiales pueden construirse de varias maneras y con diferente material (Chabreck, 1967; Joanen y MacNease, 1975). Para los ensayos realizados con babas, los huevos fueron depositados en bolsas plásticas dentro de las cuales se había puesto materia vegetal recogida del nido natural. Después de colocar los huevos en la misma posición en la que se encontraron, se cerraba la bolsa plástica permitiendo, de esta manera, conservarse la temperatura del nido a medida que se descomponía la materia vegetal sobre la que descansaban los huevos (Rivero-Blanco, com. pers.; Alvarez del Toro, 1974). La factibilidad de eclosión de los huevos sometidos a estas condiciones artificiales es alta, pudiendo alcanzar en algunos casos valores mayores del 90% (Yadav, 1977; Chaffé, 1969; Alvarez del Toro, 1974), presentándose también en otros casos variaciones con respecto a dicho valor (Joaanen y MacNease, 1971, 1975) como consecuencia de diferentes condiciones a las que están sujetos.

El valor de 10% fue el escogido para incluirlo en el modelo como correspondiente a pérdida de huevos incubados artificialmente. Este valor es muy factible, ya que la probabilidad de desarrollo normal de estos huevos es alto si se someten a las condiciones óptimas de temperatura y humedad. Estas condiciones son fáciles de conseguir con el método de incubación anteriormente citado (Rivero-Blanco, com. pers.). Antes de escoger este valor, se consultó bibliografía en busca

del valor de porcentaje de huevos infértiles para las babas, encontrándose diferentes valores para otras especies (McIlhenny, 1934). Sin embargo, para esta especie (C. crocodilus) no se ha realizado un buen estudio al respecto. Únicamente se consultó un trabajo que reportaba como valor de infertilidad el 10% (Blohm, 1973). Dado el alto porcentaje de eclosión que resulta de la incubación artificial, se pensó que la principal causa de pérdida de huevos puede deberse a los infértiles, coincidiendo en este caso su valor con el incluido en el modelo.

Para el momento de la eclosión es necesario ayudar a los recién nacidos a salir del cascarón, ya que se ha visto que los padres juegan papel importante al respecto. En algunos casos, se han encontrado babilos muertos dentro del cascarón ante la imposibilidad de salir del mismo por ellos solos (Rivero-Blanco, com. pers.; Alvarez del Toro, 1974; Chirivi-Gallego, 1973). Para averiguar la proximidad del tiempo de eclosión es necesario chequear las condiciones de desarrollo de los huevos, abriendo unos cuantos cada semana. De esta manera se puede establecer el tiempo exacto de eclosión, para así evitar las posibilidades de asfixia de crías al acercarse el momento del nacimiento.

Para los recién nacidos hay que disponer de tanques para su primer año de vida. Estos tanques pueden ser de forma y tamaño variable siempre y cuando provean una serie de condiciones básicas para el desarrollo de estos recién nacidos. Estas condiciones son: agua, luz solar, tierra y sombra. En la Tabla 10 se presentan las dimensiones del terreno y de las tanquillas necesarias para cargar con 3.600 individuos recién nacidos, así como los costos que dicha inversión representa. Los costos se establecen de acuerdo al tiempo de duración de un trabajo determinado.

La mortalidad de la población criada hasta 1 año fue de 25% para experimentos realizados en Uganda (Pooley, 1970) con cocodrilos del Nilo (C. niloticus) y con otras especies de caimanes (Torriani, 1973). Este valor es alto con respecto al obtenido por Nichols y colaboradores (1976) que fue de 10% y el de Chabreck (1967) que fue de 5%.

El valor que fue incluido en el modelo fue el de 25%, habiéndose escogido el más alto por precaución, ya que los demás valores de mortalidad pueden ser resultado de mejores condiciones a las que fueron sujetos los recién nacidos.

El hecho de criar estos individuos hasta la edad de 1 año tiene como fin el de asegurar la supervivencia de los mismos durante este periodo de tiempo en que la pérdida de infantiles es tan al-

ta. De esta manera se promueve el aumento del nivel poblacional, pudiéndose extraer individuos adultos de la población, pudiéndose extraer individuos adultos de la población sin provocar disminuciones bruscas en dicho nivel.

a. Cosecha de machos adultos (Cosecha de hembras = 0)

Se realizaron diferentes corridas con distintas alternativas de cosecha de adultos. La primera consistió en la extracción de exceso de individuos machos adultos atendiendo a la siguiente condición:

Población de machos adultos = $1/3$ de la Pob. de hembras reproductoras.

Esta condición fue incluida en el modelo en vista de que se debía establecer una cantidad mínima de machos adultos que pudieran fecundar a la población de hembras ponedoras. En cautividad se ha determinado que un macho puede fecundar a tres hembras en Alligator mississippiensis (Joanen y McNease, 1975) y aunque este valor no ha sido determinado para animales de vida libre, es factible considerar que se cumple una proporción similar en la realidad dada la habilidad que poseen los machos de cruzarse con más de una hembra (Chabreck, 1965 en Nichols, 1976).

Es de hacer notar que el hecho de existir una proporción reproductiva de 1:1 traería como consecuencia una disminución mayor de los niveles poblacionales a medida que se procediera a la extracción de machos adultos. Sin embargo, cosechando el exceso de machos con respecto al límite establecido en el modelo, permite obtener un beneficio económico y al mismo tiempo se previene la extinción de la población.

El no incluir este límite de extracción puede resultar en una población de machos que en ningún momento podría fecundar a todas las hembras potencialmente ponedoras. De esta manera la simulación se realizaría con bases falsas procreando un número de recién nacidos mayor del que resultaría en la realidad bajo condiciones de deficiencia de machos.

En la Tabla 11a, se presentan los resultados de nivel poblacional y número de individuos cosechados durante todo el periodo en que se realiza la simulación. Como puede verse el nivel poblacional aumenta vertiginosamente alcanzando valores mayores de 30.000 en los últimos años de simulación. Sin embargo los niveles de cosecha fluctúan bastante durante los primeros 3 años, manteniéndose en valores relati-

T A B L A 11a:

ESTRATEGIA DE COSECHA DE EXCESO DE MACHOS
(CRIA DURANTE 1 AÑO)

A Ñ O	Cosecha Machos	Población Total
1	3.878	16.857
2	103	19.673
3	21	21.707
4	281	22.904
5	87	23.782
6	175	24.194
7	---	24.647
8	312	25.027
9	410	25.456
10	393	25.958
11	396	26.550
12	386	27.132
13	383	27.698
14	361	28.260
15	375	28.700
16	386	29.329
17	397	29.854
18	406	30.378
19	414	30.902
20	422	31.425

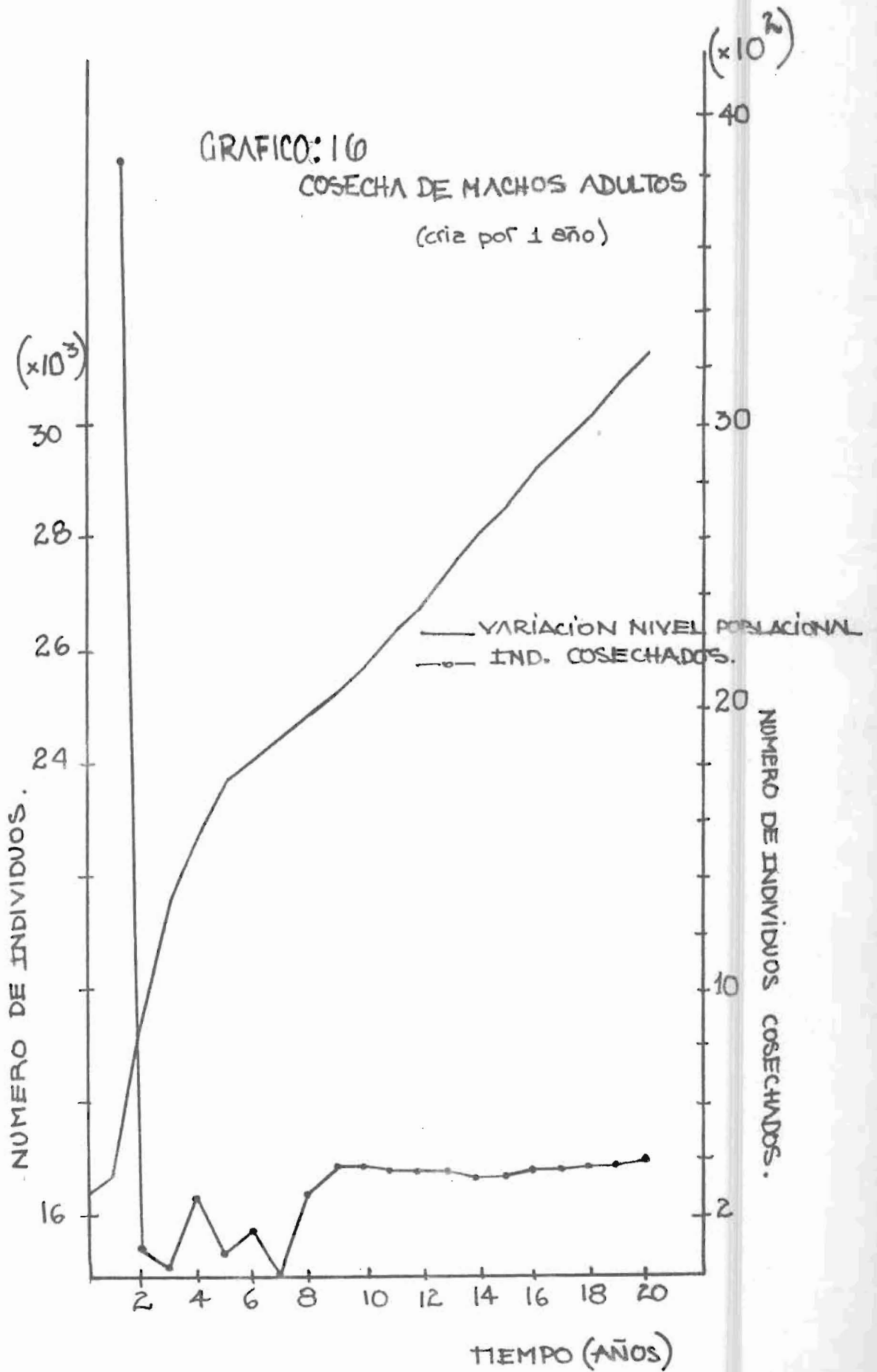
vamente constantes a partir del siguiente año (Gráfico 10). Nótese que en el año 7 de simulación no se cosecha ningún animal. Esto indica que en el año anterior (6) la población de machos adultos es menor en número con respecto al límite establecido, por lo que al no existir el exceso de población no se realiza cosecha.

Es de hacer notar que la cosecha de machos es aplicable a individuos mayores de 7 años (A3) por ser más grandes y obtenerse de la venta de sus pieles mayores ingresos. De esta manera, el hecho de excluir a los nuevos machos (N1) de la explotación, obedece a razones económicas ya que al ser animales con una longitud de aproximadamente 1,20 m, los beneficios que se obtienen de la venta de sus pieles son pocas. Sin embargo el hecho de permitir que dichos animales se reproduzcan ese año, contribuye al aumento de la población para los años siguientes. Además podría suceder que al incluir estos nuevos machos de 6 años de edad en la explotación, en algún momento el valor correspondiente a la población total de machos adultos (A1) fuera menor en número con respecto al límite establecido, originando así un déficit de machos reproductores con respecto a la población de hembras que potencialmente pueden reproducirse; en vista de esto, las hembras ponedoras se ven limitadas en la reproducción.

En este caso, como puede verse en la tabla 11b, no se presenta esta situación, pero si en algún momento se pensara incluir en la cosecha a los nuevos machos se diseñó una ecuación que contempla este aspecto. Dicha ecuación está sujeta a la siguiente condición: en los casos en que la población de machos sea menor en número con respecto al límite establecido, la población de hembras ponedoras se verá reducida en número a 3 veces la población de machos adultos presentes para ese año. Con esta condición se excluirán de la reproducción en número de hembras potencialmente reproductoras.

Por otra parte, el hecho de no cosechar machos un año produce un aumento de su población para los años siguientes, permitiendo entonces la reintegración de esas hembras excluidas al proceso reproductivo de la especie.

En la Tabla 12 se presentaron los cálculos correspondientes a los costos y beneficios que esta alternativa de manejo representa, obteniéndose un valor presente para los 20 años de simulación igual a 141.130 Bs.



T A B L A 11b:

COSECHA DE MACHOS ADULTOS
(CRIA DURANTE 1 AÑO)

(A 8)	(A 1)	(A 3)	(N 1)
1.135	1.193	1.056	137
1.108	1.132	1.030	101
842	1.129	783	345
998	1.984	928	155
911	1.053	847	205
977	899	808	91
957	1.066	444	622
558	1.125	519	606
631	1.176	587	588
683	1.223	635	587
740	1.264	689	575
789	1.300	733	566
838	1.330	779	551
852	1.362	792	570
870	1.396	809	586
892	1.431	829	601
915	1.466	851	614
940	1.501	874	626
967	1.536	899	636
995	1.570	925	645

A 8 = mínimo de machos requerido
A 1 = Pob. machos adultos
A 3 = Machos adultos (>6 años)
N 1 = Nuevos machos adultos (=6 años)

T A B L A 12 :

ESTRATEGIA DE COSECHA DE EXCESO DE MACHOS
(CRIA DURANTE 1 AÑO)

AÑO	BENEFICIO	COSTO
0	--	Bs. 7.500
1	174.510	" 23.800
2	5.356	" 10.500
3	900	" 10.200
4	16.017	" 11.200
5	5.220	" 10.500
6	10.850	" 10.800
7	--	" 10.200
8	18.408	" 11.300
9	22.960	" 11.600
10	21.615	" 11.500
11	20.196	" 11.500
12	19.300	" 11.500
13	19.150	" 11.500
14	18.050	" 11.400
15	18.750	" 11.500
16	19.300	" 11.500
17	19.850	" 11.600
18	20.300	" 11.600
19	20.700	" 11.600
20	21.100	" 11.700
Valor Presente (VP) =		Bs.141.138

b. Cosecha de hembras y machos adultos

La segunda estrategia de explotación incluye a las hembras que se encuentran en edad reproductiva, con el fin de disminuir el valor límite considerado para realizar la cosecha de machos. Para la extracción de hembras adultas de la población se estableció también un límite con el fin de conservar un número suficiente de hembras que mantuviera el nivel de la población. Después de realizar diferentes corridas se determinó que el número mínimo de hembras que mantuviera el nivel era de 2.500, cosechándose entonces el exceso de hembras con respecto a ese límite.

Las Tablas 13a y 13b presentan los resultados de dicha corrida. Obsérvese que el nivel poblacional se mantiene relativamente constante, por lo que se cumple el criterio de evaluación establecido al principio de la Discusión. Sin embargo, tampoco se cosecha en el año 7 como sucedió en la alternativa anterior (a); no se extraen ni machos ni hembras porque las poblaciones de ambos se encuentran por debajo del límite establecido. La razón de este resultado obedece a las mismas consideraciones expuestas para la alternativa anterior (Gráficos 17 y 13).

En la Tabla 14 se presentan los beneficios y costos de la aplicación de esta alternativa resultando en un valor presente igual a 314.737 Bs. que comparado con el valor correspondiente a la alternativa anterior, es de casi 2,3 veces mayor. Es importante indicar que los machos pueden diferenciarse externamente de las hembras por una característica que tienen en los ojos, por lo que resultaría relativamente fácil distinguirlos para su cosecha. Experiencias hechas por Ayarzagüena corroboran dicha afirmación.

c. Cosecha de un número fijo de machos

El criterio económico que se establece para la evaluación de las alternativas de manejo, puede basarse en los siguientes objetivos:

- a. Máxima rentabilidad
- b. Constancia de ingresos

Con el primero se persigue obtener el mayor beneficio neto actualizado. Este criterio enfatiza los ingresos correspondientes a los primeros años, debido al efecto de la tasa de descuento. Con el segundo, sin embargo, se quiere asegurar una entrada económica constante durante todo el tiempo en que se realiza la cosecha.

Con el fin de comparar ambos criterios, se decidió

T A B L A 13a:

ESTRATEGIA DE CRIA HASTA 1 AÑO

Cosecha de machos y hembras adultos				
A Ñ O	C O S E C H A		POB. MACHOS	POB. TOTAL
	M	H		
1	5.144	3.186	640	12.852
2	114	--	591	14.108
3	26	--	870	15.076
4	324	69	663	15.645
5	110	--	720	16.240
6	189	12	585	16.584
7	--	--	1.116	17.140
8	510	370	983	17.077
9	380	245	976	17.178
10	371	241	990	17.266
11	386	252	983	17.316
12	379	246	985	17.359
13	382	248	977	17.384
14	368	242	1.012	17.429
15	404	271	1.002	17.426
16	394	263	1.002	17.432
17	394	263	1.003	17.439
18	395	263	1.003	17.442
19	395	263	1.003	17.444
20	395	263	1.002	17.445

T A B L A 13b:

COSECHA DE MACHOS Y HEMBRAS ADULTOS

(CRIA DURANTE 1 AÑO)

(A 8)	(A 1)	(A 3)	(N 1)
435	542	137	405
456	526	102	424
236	565	220	345
419	546	155	390
373	552	205	347
90	531	91	440
573	813	623	190
197	604	420	183
201	603	416	187
191	605	427	178
196	604	421	182
194	605	423	181
200	603	417	186
176	610	446	163
182	608	438	169
182	608	425	170
182	608	438	170
182	608	438	170
182	608	438	170
182	608	438	170

A 8 = mínimo de machos

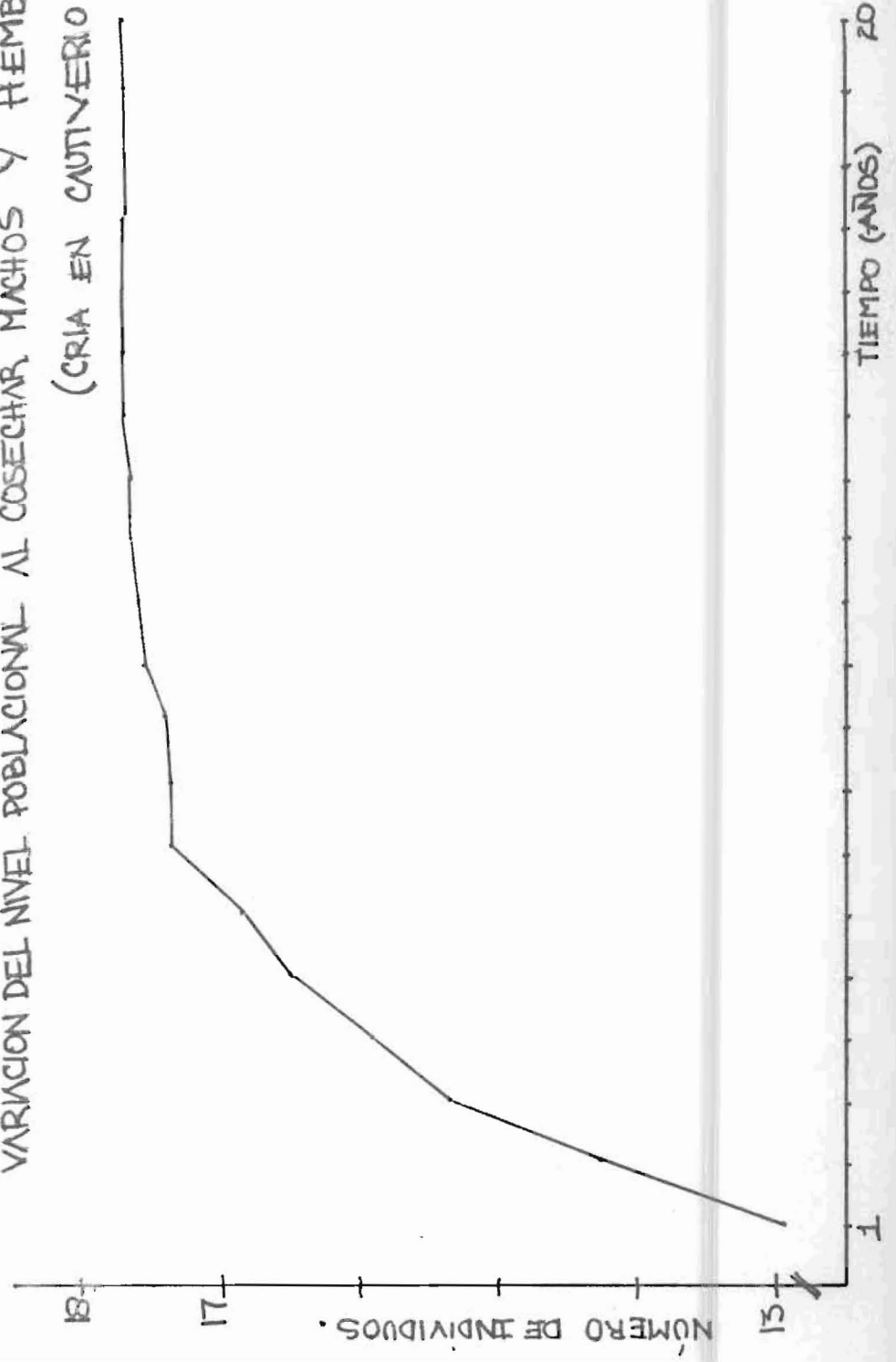
A 1 = Pob. machos adultos

A 3 = Machos adultos (> 6 años)

N 1 = Nuevos machos adultos (= 6 años)

(x10⁵) GRAFICO : 17

VARIACION DEL NIVEL POBLACIONAL AL COSECHAR MACHOS Y HEMBRAS ADULTOS.
(CRIA EN CAUTIVERIO POR UN AÑO)



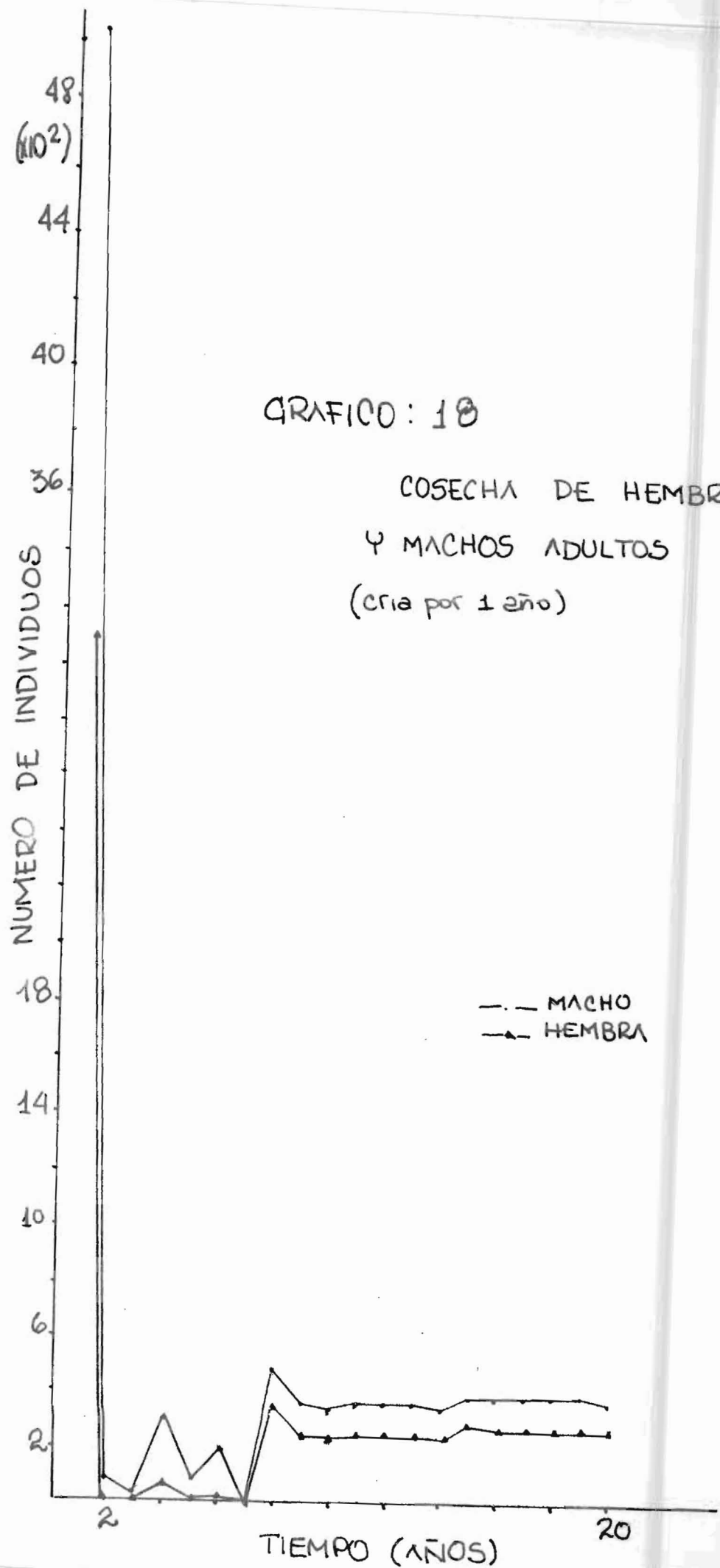


GRAFICO: 18

COSECHA DE HEMBRAS
Y MACHOS ADULTOS
(cria por 1 año)

— MACHO
— HEMBRA

T A B L A 14 :

COSECHA DE MACHOS Y HEMBRAS ADULTOS

(CRIA DURANTE 1 AÑO)

AÑO	BENEFICIO	COSTO
0	--	Bs. 7.500
1	374.850	" 39.355
2	5.700	" 10.599
3	1.300	" 10.291
4	3.824	" 11.576
5	5.500	" 10.585
6	9.672	" 10.904
7	--	" 10.200
8	41.450	" 13.280
9	28.590	" 12.388
10	27.632	" 12.343
11	28.812	" 12.433
12	28.218	" 12.388
13	15.844	" 11.955
14	27.598	" 12.339
15	30.468	" 12.559
16	29.648	" 12.496
17	29.698	" 12.500
18	29.740	" 12.504
19	29.740	" 12.504
20	29.740	" 12.504
Valor Presente (VP) =		314.786,88

incluir en el modelo una alternativa de manejo que contemple el segundo, el cual resulta de la aplicación de una cosecha fija de individuos. Se pensó en establecer una cosecha fija de machos basada en los mismos límites de explotación determinados para la alternativa b. Con el fin de encontrar el valor de esta cosecha, se realizaron diferentes corridas empezando por valores cercanos a los obtenidos con las alternativas anteriores.

En las Tablas 15 y 16 se presentan los resultados de las corridas realizadas. Nótese que a pesar de extraerse 2.000 individuos, la población total varía poco comparada con los valores correspondientes a las otras cosechas del mismo tipo; los valores del nivel poblacional sufren variaciones dentro de un rango de 15.000 a 18.000 a pesar de extraerse un número de 370 machos, tan pequeño con respecto a los dosmil que también se cosechan.

Dicho resultado es explicable tomando en cuenta las siguientes consideraciones: Si se observan las tablas 15 y 16 puede verse que en algunos casos no hay cosecha y que a medida que se extraen un número mayor de individuos, el número de años en que la cosecha es nula va en aumento. De esta manera la población total sufre descensos en su valor los años en que se procede a la extracción de individuos, pero vuelve a reponerse en los años en que no hay explotación. Por esta razón, el criterio de estabilidad poblacional establecido para la evaluación del modelo, no es indicativo de la mejor alternativa de explotación para este caso en particular.

Por otra parte, si se observan los valores presentes, VP, calculados para estas cosechas (Tablas 17 y 18), puede notarse que dicho valor aumenta a medida que se extraen un mayor número de individuos; sin embargo el VP correspondiente a la cosecha de 2.000 individuos es menor con respecto a los demás valores de cosecha correspondientes a 300, 1.000 y 1.500. Antes de proseguir es importante aclarar que para el valor de 1.500 individuos cosechados, únicamente se realizó la simulación por 15 años debido a problemas presentados. Sin embargo el VP es de alrededor de 290.027 Bs. correspondiente a este tiempo, y no se espera que aumente significativamente con los últimos cinco años en que la tasa de descuento afecta en mayor grado.

Nótese que el mayor valor se obtiene para la cosecha de 300 individuos, resultado razonable ya que tal y como se explicó anteriormente de 20 años de simulación se cosechan por cinco años 2.000 individuos.

TABLA 15 : ESTRATEGIA DE CRIA HASTA 1 AÑO

Cosecha de un N° fijo de machos									Cosecha de un N° fijo de machos							
4 0 0				4 6 0				4 7 0				5 0 0				
AÑO	COSECHA		POB.	POB.	COSECHA		POB.	POB.	COSECHA		POB.	POB.	COSECHA		POB.	POB.
	M	H	MACHOS	TOTAL	M	H	MACHOS	TOTAL	M	H	MACHOS	TOTAL	M	H	MACHOS	TOTAL
1	400	3186	5052	17264	460	3186	4997	17210	470	3186	4988	17200	500	3186	4959	17172
2	400	--	4428	17945	460	--	4321	17838	470	--	4303	17820	500	--	4248	17765
3	400	--	4091	18297	460	--	3936	18142	470	--	3910	18116	500	--	3831	18037
4	400	69	3588	18570	460	69	3388	18370	470	69	3355	18337	500	69	3253	18235
5	400	--	3170	18690	460	--	2929	18449	470	--	2889	18409	500	--	2766	18286
6	400	12	2667	18666	460	12	2387	18386	470	12	2341	18340	500	12	2199	18189
7	400	--	2730	19754	460	--	2414	19437	470	--	2362	19386	500	--	2202	19226
8	400	370	2586	18680	460	370	2237	18332	470	370	2179	18273	500	370	2002	18096
9	400	245	2449	18651	460	245	2068	18398	470	245	2005	18207	500	245	1813	18015
10	400	241	2332	18608	460	241	1922	18198	470	241	1854	18130	500	241	1648	17924
11	400	252	2218	18551	460	252	1781	18114	470	252	1708	18041	500	252	1489	17822
12	400	246	2114	18488	460	246	1735	18109	470	246	1574	17948	500	246	878	17252
13	400	248	2011	18418	460	248	1602	18010	470	248	1443	17850	500	248	768	17176
14	400	242	1944	18361	460	242	1508	17925	470	242	1350	17767	500	242	695	17112
15	400	271	1873	18297	460	271	1412	17863	470	271	1256	17680	500	271	618	17042
16	400	263	1807	18237	460	263	1322	17525	470	263	1168	17598	500	263	547	16977
17	400	263	1741	18183	460	263	1240	17682	470	263	1087	17529	-	263	947	17389
18	400	263	1685	18124	460	263	1163	17602	470	263	1012	17451	500	263	854	17293
19	400	263	1633	18074	460	263	1092	17533	470	263	942	17383	500	263	767	17208
20	400	263	1584	18027	460	263	1025	17468	470	263	876	17319	500	263	685	17128

T A B L A 16:

COSECHA DE Nº FIJO DE MACHOS (CRIA DURANTE 1 AÑO)

AÑO	8 0 0							1 0 0 0							1 5 0 0							2		
	A 8	A 1	A 3	N 1	P 6	A 5	A 6	A 8	A 1	A 3	N 1	P 6	A 5	A 6	A 8	A 1	A 3	N 1	P 6	A 5	A 6	A 8	A 1	A 3
1	434	4681	4543	137	16756	800	3186	434	4495	4357	137	16570	1000	3186	435	4030	3892	137	16105	1500	3186	3565	3565	3427
2	456	3710	3609	101	17126	800	-	456	3352	3250	101	16767	1000	--	457	2454	2353	101	15870	1500	-	456	1557	1455
3	236	3052	2707	345	17259	800	-	236	2532	2187	345	16739	1000	--	236	1233	887	345	15439	1500	-	236	1793	1448
4	419	2250	2094	155	17232	800	69	419	1580	1425	155	16563	1000	69	419	1302	1146	155	16284	--	69	419	1823	1667
5	373	1554	1348	205	17074	800	-	373	745	540	205	16265	1000	--	374	1416	1211	205	16936	--	-	373	1901	1695
6	90	792	701	91	16792	800	12	90	784	693	91	16784	-	12	90	1408	1317	91	17408	--	12	90	1859	1768
7	573	1360	737	622	17334	-	-	573	1352	729	622	17327	-	--	573	1932	1309	622	17907	--	-	573	2351	1729
8	197	740	320	420	17035	800	369	197	748	327	420	16842	1000	369	198	822	402	420	16917	1500	369	197	747	327
9	201	1290	875	415	17493	-	245	201	911	695	415	17313	-	245	201	1180	765	415	17383	--	245	201	1110	695
10	191	783	356	426	17159	800	240	191	1460	1033	426	17736	-	240	193	1425	999	426	17801	--	240	191	1460	1033
11	196	1242	821	421	17575	-	251	196	894	428	421	17182	1000	251	197	1839	1418	421	18172	--	251	196	1779	1357
12	194	735	311	423	17208	800	246	194	1213	790	423	17587	-	246	195	739	315	423	17112	1500	246	194	1978	1555
13	200	1194	776	417	17601	-	248	200	615	198	417	17023	1000	248	200	1104	687	417	17512	--	248	200	2349	1932
14	176	712	266	445	17228	800	242	176	918	473	445	17435	-	242	176	1473	1027	445	17889	--	242	176	771	325
15	182	1193	755	437	17617	-	270	182	1385	947	437	17809	-	270	182	1808	1370	437	18232	--	270	182	1155	717
16	182	783	346	437	17234	800	262	182	796	358	437	17226	1000	262	-	-	-	-	-	--	-	182	1512	1074
17	182	1185	747	438	17621	-	262	182	978	540	438	17614	-	262	-	-	-	-	-	--	-	182	1844	1406
18	182	796	358	438	17235	800	263	182	1534	1096	438	17973	-	263	-	-	-	-	-	--	-	182	1953	1515
19	182	1179	741	438	17620	-	263	182	935	496	438	17376	1000	263	-	-	-	-	-	--	-	182	847	410
20	182	790	352	437	17234	800	263	182	987	549	438	17751	-	263	-	-	-	-	-	--	-	182	2440	201

A 8 = mínimo de machos A 1 = Poblac. machos adultos N 1 = Nuevos machos ad. A 3 = machos adultos P 6 = población t
A 5 = cosecha de machos A 6 = Cosecha de hembras

T A B L A 17:

COSECHA DE N° FIJO DE MACHOS (CRIA DURANTE 1 AÑO)

4 0 0			4 6 0			4 7 0			5 0 0		
A Ñ O	Beneficio	Costo	A Ñ O	Beneficio	Costo	A Ñ O	Beneficio	Costo	A Ñ O	Beneficio	Costo
0	-	7.500	0	-	7.500	0	-	7.500	0	-	7.500
1	163.370	22.751	1	166.370	22.961	1	166.870	22.996	1	168.370	23.101
2	20.000	11.600	2	23.000	11.810	2	23.500	11.845	2	25.000	11.950
3	20.000	11.600	3	23.000	11.810	3	23.500	11.845	3	25.000	11.950
4	23.450	11.842	4	26.450	12.052	4	26.950	12.087	4	28.450	12.192
5	20.000	11.600	5	23.000	11.810	5	23.500	11.845	5	25.000	11.950
6	19.800	11.642	6	22.680	11.852	6	23.160	11.887	6	24.600	11.992
7	20.000	11.600	7	23.000	11.810	7	23.500	11.845	7	25.000	11.950
8	36.500	12.985	8	39.200	13.105	8	39.650	13.140	8	41.000	13.245
9	29.450	12.458	9	32.030	12.668	9	32.460	12.703	9	33.750	12.808
10	28.850	12.444	10	31.370	12.654	10	31.790	12.689	10	33.050	12.794
11	29.400	12.482	11	31.920	12.692	11	32.340	12.727	11	33.600	12.832
12	29.100	12.461	12	31.620	12.671	12	32.040	12.706	12	33.300	12.811
13	29.200	12.468	13	31.720	12.678	13	32.140	12.723	13	33.400	12.818
14	28.900	12.447	14	31.420	12.657	14	31.840	12.692	14	33.100	12.797
15	30.300	12.545	15	32.820	12.755	15	33.240	12.790	15	34.500	12.895
16	29.900	12.517	16	32.420	12.727	16	32.840	12.762	16	34.100	12.867
17	29.950	12.521	17	32.470	12.731	17	32.890	12.766	17	34.150	12.871
18	29.950	12.521	18	32.470	12.731	18	32.890	12.766	18	34.150	12.871
19	29.950	12.521	19	32.470	12.731	19	32.890	12.766	19	34.150	12.871
20	29.950	12.521	20	32.470	12.731	20	32.890	12.766	20	34.150	12.871

VP = 202.797,95

VP = 222.276,50

VP = 225.520,64

VP = 232.458,56

T A B L A 18 :

COSECHA DE N° FIJO DE MACHOS (CRIA DURANTE 1 AÑO)

8 0 0			1 0 0 0			1 5 0 0			2 0 0 0		
A Ñ O	Beneficio	Costo	A Ñ O	Beneficio	Costo	A Ñ O	Beneficio	Costo	A Ñ O	Beneficio	Costo
0	--	Bs 7.500	0	--	Bs 7.500	0	--	Bs. 7.500	0	--	Bs 7.500
1	207.300	24.151	1	213.540	24.851	1	218.370	26.601	1	243.370	28.351
2	46.000	13.000	2	50.000	13.700	2	82.500	15.450	2	90.000	17.200
3	52.000	13.000	3	56.000	13.700	3	80.438	15.450	3	-	10.200
4	59.450	13.243	4	63.450	13.942	4	3.450	10.441	4	3.450	10.440
5	56.000	13.000	5	60.000	13.700	5	-	10.200	5	-	10.200
6	56.600	13.022	6	500	10.242	6	600	10.242	6	600	10.242
7	-	10.200	7	-	10.200	7	-	10.200	7	-	10.200
8	64.850	14.309	8	68.450	14.992	8	85.950	16.741	8	118.450	18.492
9	12.250	11.057	9	12.250	11.056	9	12.250	11.058	9	12.250	11.058
10	54.400	13.840	10	12.000	11.040	10	12.550	11.040	10	12.000	11.040
11	13.500	11.078	11	57.500	14.579	11	72.300	11.080	11	12.550	11.080
12	53.100	13.861	12	12.300	11.061	12	12.400	16.310	12	12.300	11.060
13	13.100	11.068	13	62.400	14.568	13	12.100	11.068	13	12.400	11.068
14	51.550	13.847	14	12.100	11.047	14	12.000	11.046	14	92.100	18.200
15	13.500	11.145	15	13.500	11.145	15	13.500	11.146	15	13.500	11.146
16	49.100	13.917	16	63.100	14.617	16	-	-	16	13.100	11.118
17	13.100	11.117	17	13.100	11.117	17	-	-	17	13.100	11.118
18	49.150	13.920	18	13.150	11.120	18	-	-	18	13.150	11.120
19	13.150	11.120	19	63.150	14.621	19	-	-	19	13.150	11.120
20	46.750	13.920	20	13.150	11.120	20	1	-	20	113.150	18.120

VP = Bs. 348.851

VP = Bs. 309.358

VP = Bs. 290.027

VP = Bs. 284.198

9/1

individuos, mientras que para 300 se cosechan 13 años. Además es en los primeros años cuando se realiza una cosecha sostenida para este último caso y es justo en esos años cuando la tasa de descuento afecta en menor grado. Sin embargo, para la cosecha de 2.000 individuos, los años en que es factible la explotación están muy distanciados entre sí, circunstancia que afecta el flujo neto actualizado.

En la Tabla 15 se presentan valores de cosecha correspondientes a 400, 450, 470 y 500 individuos explotados. Nótese que para esta última cosecha no se extraen individuos en el año 17 de simulación pudiéndose cosechar los demás años. Si se comparan los VP correspondientes a esta última cosecha (Tabla 17) y la de 300 individuos (Tabla 13) puede notarse una gran diferencia, lo que permite concluir que a pesar de no cosechar todos los años, se puede obtener un mayor beneficio si se cosechan más individuos y menos años; sin embargo existe un límite tal y como sucede para el caso de 2.000 individuos extraídos.

Estos resultados indican la importancia que tiene el establecer varios criterios de evaluación para una alternativa de manejo. Si para este caso se hubiera evaluado la estrategia en base al nivel poblacional, se hubiera concluido que podrían cosecharse 2.000 o más individuos, mientras que el cálculo del VP indica que se habrían sufrido pérdidas en la aplicación de dicha alternativa.

d. Cosecha de un número fijo de hembras

En las estrategias estudiadas hasta el momento, se cosecha el exceso de hembras con respecto al límite establecido. En este caso se quiere estudiar la situación contraria, extrayendo un número fijo de hembras y el exceso de machos con respecto al límite fijado. Para ello se realizó una corrida extrayendo como número fijo de cosecha el promedio, para los 20 años de simulación, correspondiente a la cosecha de hembras adultas obtenidas en la alternativa b (Cosecha de machos y hembras adultas). El fijar este número permitirá comparar los resultados en cuanto a nivel poblacional y VP que se obtenga de la aplicación de esta estrategia con los obtenidos en la alternativa b, pudiéndose escoger así la alternativa que brinde mayores ventajas entre ambas.

En la Tabla 19 pueden verse los resultados de nivel poblacional así como los correspondientes a cosecha de machos y hembras adultos. Nótese que los valores de nivel poblacional son mayores para esta alternativa con respecto a los valores de la alternativa b (Tabla

T A B L A 19 :

COSECHA DE MACHOS ADULTOS Y N°FIJO DE HEMBRAS (CRÍA X 1 AÑO)

A Ñ O	A 6	A 8	A 5	A 1	P 6
1	335	1.062	4.623	1.124	15.851
2	335	966	158	1.000	18.184
3	335	636	363	937	19.343
4	335	733	204	837	20.031
5	335	591	246	755	20.140
6	335	605	150	654	19.950
7	335	58	596	676	19.224
8	335	110	565	690	18.788
9	335	154	535	694	18.528
10	335	173	520	694	18.359
11	335	197	496	688	18.246
12	335	211	477	677	18.147
13	335	224	453	661	18.043
14	335	202	458	647	17.901
15	335	185	461	635	17.741
16	335	172	462	624	17.576
17	335	161	462	614	17.413
18	-	226	387	672	17.633
19	335	214	458	658	17.642
20	335	203	454	643	17.594

A 6 = Cosecha de hembras adultos
 A 8 = Mínimo de machos requeridos
 A 5 = Cosecha de machos adultos
 A 1 = Población de machos adultos
 P 6 = Población total

13a). Esto puede ser resultado de la gran extracción de hembras (3196) que se realiza en el primer año de simulación para esta última, lo que corresponde a casi 10 años de cosecha de hembras para la alternativa aquí presentada. Es de hacer notar que ya que el valor fijo de 335 es el promedio calculado en base a los resultados de la alternativa b., la cosecha total de hembras en los 20 años para ambas estrategias es relativamente la misma, no siendo exactamente igual dado que el valor promedio no es exacto. Sin embargo, el hecho de cosechar tantas hembras en un solo año produce una disminución notable del número de recién nacidos para el año siguiente, lo que representa un mayor tiempo de recuperación para la población. Sin embargo, el cosechar un número fijo mucho más pequeño y en forma sostenida, no origina este descenso tan brusco en número de recién nacidos y por ende de la población, permitiendo así que la población vaya creciendo poco a poco.

El VP resultado de la aplicación de esta estrategia es de 316.596 Bs. (Tabla 20) siendo ligeramente mayor que para la alternativa b. (314.706 Bs., Tabla 14). Si se consulta de nuevo la tabla 19 puede verse que en ningún momento la cosecha de machos se hace nula y la de hembras, únicamente para el año 19 de simulación. Sin embargo, para la alternativa b., no se cosechan machos el año 7 y a las hembras no se les cosecha por 4 años. La explicación a esta diferencia en años de cosecha se explica de la siguiente manera: para esta estrategia el límite mínimo de población de hembras es el mismo que para la alternativa b.; pero sucede que para esta última se cosecha el excedente a ese límite, mientras que para esta alternativa se cosecha un número fijo todos los años. Por esta razón los años en que la cosecha es nula para la alternativa b. son los primeros dado que en el primer año se cosecha un número enorme de hembras que corresponde justamente al exceso de 3.136 hembras con respecto a las 5.636 hembras de las que se dispone al principio de la simulación. Sin embargo, para la alternativa aquí presentada se cosecha un número pequeño todos los años y que en ningún momento sobrepasa al límite establecido a no ser para el año 19 de simulación.

Por otra parte la cosecha anual total (machos y hembras) a partir del segundo año de simulación para la alternativa aquí presentada es mayor, lo que lógicamente de su aplicación se obtiene un mayor beneficio económico.

T A B L A 20 :

COSECHA DE MACHOS ADULTOS Y N°FIJO DE HEMBRAS(=335)
(CRIA DURANTE 1 AÑO)

AÑO	BENEFICIO	COSTO
0	--	Bs. 7.500
1	235.974	" 27.553
2	23.980	" 14.753
3	34.174	" 13.599
4	25.930	" 12.087
5	27.820	" 12.234
6	23.500	" 11.898
7	43.570	" 13.459
8	42.175	" 13.350
9	40.825	" 13.245
10	40.150	" 13.193
11	39.070	" 13.108
12	37.261	" 13.042
13	35.776	" 12.958
14	35.986	" 12.976
15	36.112	" 12.986
16	36.154	" 12.989
17	36.154	" 12.989
18	17.415	" 11.554
19	37.360	" 12.976
20	37.180	" 12.963
V P = Bs. 316.596		

4. COSECHA DE INDIVIDUOS ADULTOS

Recolección de huevos y cría en cautiverio por 3 años.

Con el fin de estudiar la conveniencia de prolongar el tiempo de cría, se decidió realizar una simulación que contemplara este aspecto.

El problema consistía en establecer el tiempo de cría óptimo basado en los criterios de rentabilidad económica y nivel poblacional mantenidos a lo largo de este trabajo.

Se ha comprobado que en cautividad el animal crece más rápido que en vida libre (Blohm, 1973; Rivero-Blanco, 1974; Downing y col., 1966; Joanen y col., 1976), debido a que se encuentra rodeado de condiciones mucho más favorables como son el agua y abundante alimento, por lo que es factible poder obtener ejemplares de mayor tamaño a corto plazo, comparado con los animales de vida libre para el mismo periodo de tiempo. Si se gráfica la curva de crecimiento, puede esperarse que a partir de una edad la curva empiece a disminuir su pendiente lo que significa que un tamaño permanece relativamente igual al pasar de un año a otro. Debido a esto, el hecho de criar individuos por más de 3 años (durante este tiempo se sabe que el crecimiento es casi lineal) podría resultar en invertir dinero en instalaciones y alimento y no obtener un crecimiento significativo del individuo. Por esta razón se escogió el periodo de cría de 3 años en que se está seguro que en ningún momento se obtendrían crecimientos pocos diferenciados de un año a otro (Rivero-Blanco, com. pers.).

En cuanto a los costos de instalaciones y operaciones, en la Tabla 10 se detallan. Nótese que los gastos no representan grandes inversiones pudiendo hacerlos en etapas anuales. En el primer año (año cero en la Tabla) la mayor inversión se ve representada en la construcción de tantos estanques como cientos de animales se calcule que van a nacer. También se realizan gastos de recolección de huevos los cuales no son muy altos y que además es obligatorio realizar para cualquier estrategia que se quiera estudiar. En el segundo año (año uno en la Tabla) es necesaria la construcción de prestamos cercados en número y tamaño proporcional para mantener a los individuos mayores de 1 año. Entonces los nacidos durante ese segundo año, ocuparán los estanques construidos en el año anterior. De igual manera, para el año dos de la Tabla, correspondiente al tercer año cronológico, es necesaria la

construcción de otros préstamos más grandes que tengan capacidad de sostener a los individuos mayores de 2 años. La estimación del tamaño de los tanques y jaulas se realizó en base a referencias bibliográficas (Joanen y col., 1976; Rivero-Blanco, 1970; Chabreck, 1967; Puffeit, 1973; Stoneman, 1969b).

Se habrá notado que los gastos mayores se realizan para la construcción de tanques y préstamos, mientras que los gastos de alimentación y cuidado son bajos. La dieta de los recién nacidos puede consistir principalmente de insectos, los cuales pueden ser atraídos fácilmente si se coloca una lámpara cerca de los tanques, manteniéndola encendida durante dos horas todas las noches (Pooley, 1970; Chabreck, 1967). También puede alimentarse a los individuos con pequeños peces obtenidos de los caños del ható, pudiéndose también criarlos para así tener alimento seguro.

A los individuos pequeños es preferible suplementarles el alimento con harina de hueso con el fin de suministrarle calcio. De igual manera, los restos de carne de chiguire (Hydrochoerus hydrachæris) resultado de la matanza que se realiza anualmente en dicho ható puede utilizarse para el alimento de los individuos pequeños. Es importante que los animales sean alimentados regularmente evitando la sobrealimentación; a los animales mayores de 2 años se les debe alimentar cada dos días (Pooley, 1970).

En el momento en que los individuos de 3 años son sacrificados, los tanques y préstamos estarán sirviendo a tres etapas de crecimiento a medida que pasa el tiempo.

Basado en estas consideraciones, se estudiaron varias alternativas de manejo que incluían la explotación de 2000 individuos criados de 3 años de edad. En la Tabla 21 se muestran el número de individuos que integran las tres clases de edad resultados en la simulación. Nótese que el número correspondiente a los animales criados de 3 años es ligeramente mayor de 2.000. Las alternativas de manejo presentadas a continuación incluyen la condición de liberar el exceso en número en nuevos cuerpos de agua del medio natural, con el propósito de que en el futuro originen un incremento de la producción total de huevos.

A continuación se expondrán las diferentes alternativas.

T A B L A 21:

I N D I V I D U O S C R I A D O S

Reci3n nacidos:	3.600
Individuos criados de 1 a3o:	2.700
Individuos criados de 2 a3os:	2.565
Individuos criados de 3 a3os:	2.437

e. Cosecha de 2.000 individuos criados

La cría hasta 3 años puede determinar una alternativa correspondiente a la cosecha de 2.000 individuos criados. El beneficio económico que se desprende de dicha alternativa se estima en 30.000 Bs., obteniéndose un pago de 15 Bs. por piel (longitud total del animal cosechado = 90 cm).

En el Gráfico 19 se observa el aumento relativamente gradual que experimenta los niveles poblacionales durante el proceso de simulación. En la Tabla 22 se exponen los beneficios y costos que acarrea dicha estrategia, obteniéndose en un periodo de 20 años un VP de 37.097 Bs. Este valor es el más bajo comparado con las demás alternativas de manejo. Por esta razón y tomando en cuenta el crecimiento poblacional, es factible pensar que pueden sacrificarse además animales en vida libre para así obtener un mayor beneficio económico sin peligro de afectar el nivel poblacional.

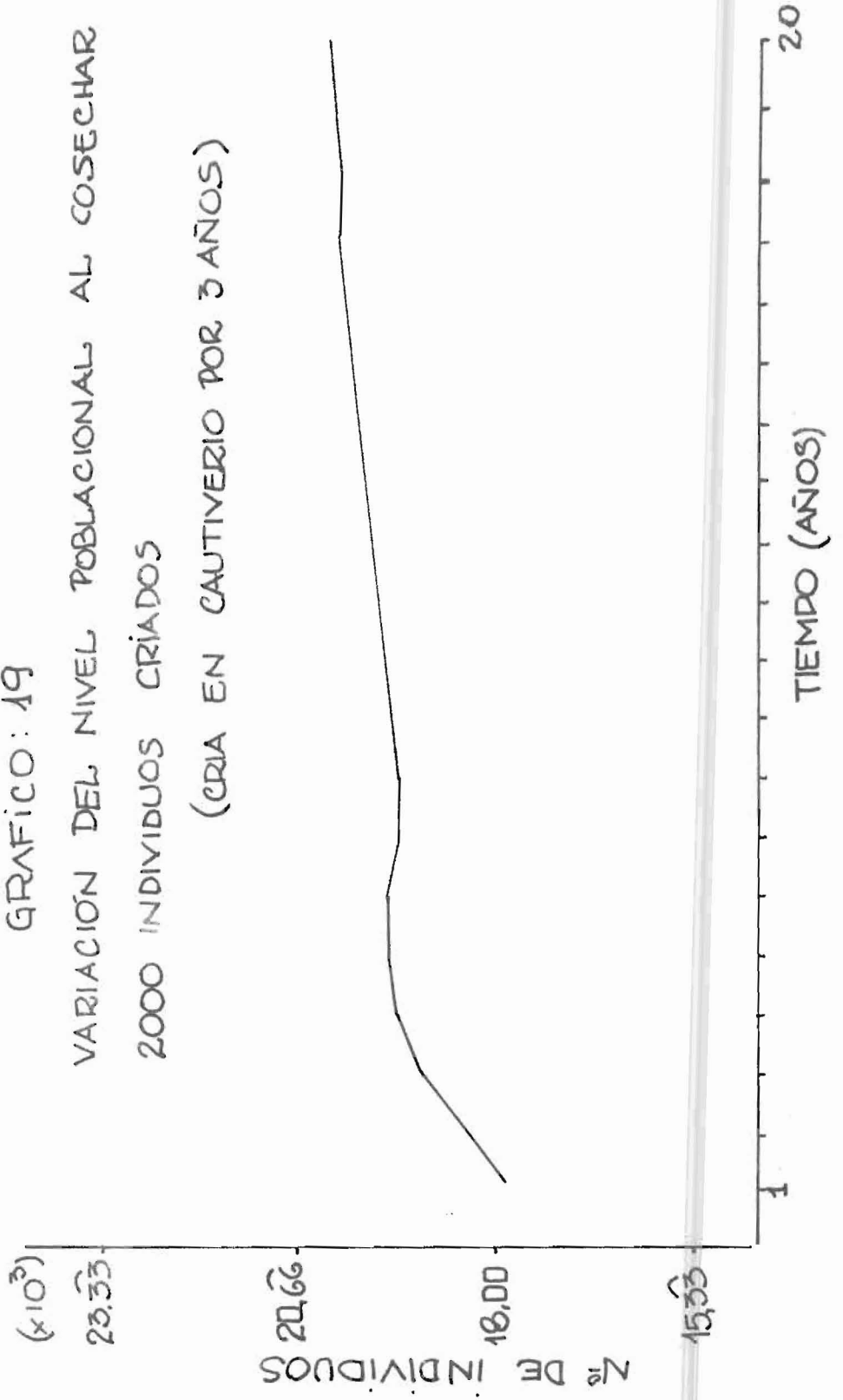
f. Cosecha de machos adultos y 2.000 individuos criados.

A pesar de haberse obtenido un VP bajo para la misma estrategia aplicada para el caso de cría por 1 año, se pensó en estudiarla igualmente en este caso, dado el hecho de que se aprovechan 2.000 pieles más que en el caso anterior no existían.

En el Gráfico 20 y la Tabla 23 se observan las variaciones en el nivel poblacional el cual disminuye al principio de la simulación, ya que es en esta época cuando se procede a la extracción de un mayor número de individuos. Sin embargo, los niveles poblacionales aumentan cada año alcanzando un valor de 17.650 individuos correspondiente al último año de simulación.

En la Tabla 24 se presentan los beneficios y costos correspondiente a cada año de simulación. Nótese que el VP para este caso es mayor que para la alternativa correspondiente a la cría en cautiverio por 1 año (Tabla 12). Los beneficios económicos correspondientes a los primeros años de simulación son los mismos para ambos casos ya que se cosechan el mismo número de animales, pero a partir del tercer año de simulación se obtienen mayores ingresos para esta segunda alternativa. Este resultado apoya la consideración que se hizo al principio de la presentación de esta alternativa de que los 2.000 individuos criados si aportan ganancias significativas para la aplicación de esta estrategia, ya que se obtiene un ingreso anual de 30.000 Bs. a partir

GRAFICO: 19
VARIACION DEL NIVEL POBLACIONAL AL COSECHAR
2000 INDIVIDUOS CRIADOS
(CRIA EN CAUTIVERIO POR 3 AÑOS)

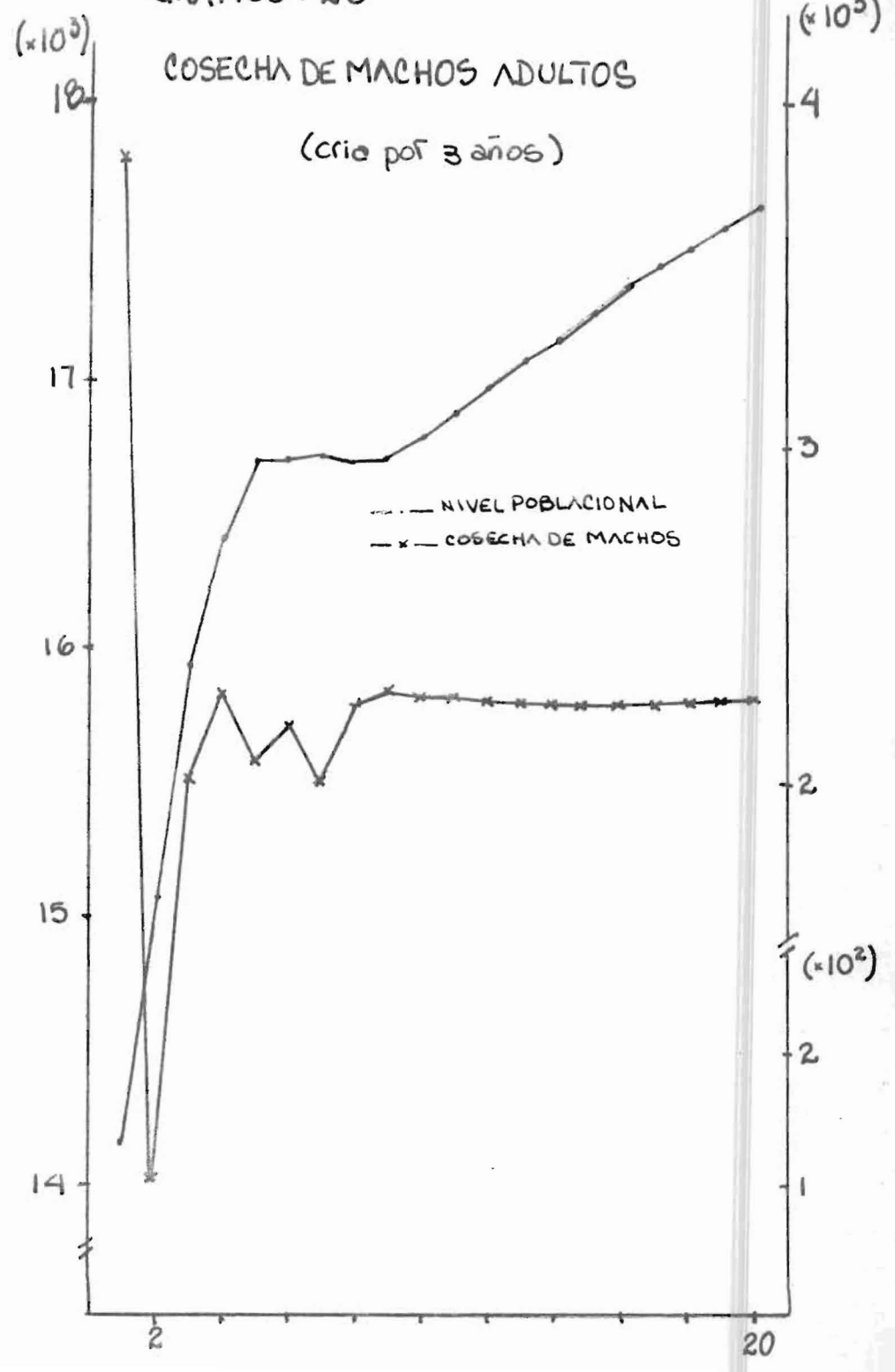


T A B L A 22 :

ESTRATEGIA DE CRIA DURANTE 3 AÑOS
(COSECHA DE 2.000 INDIVIDUOS)

A Ñ O	B E N E F I C I O	C O S T O
0	--	Bs. 7.500
1	--	" 19.800
2	--	" 53.100
3	30.000	" 11.900
4	30.000	" 11.900
5	30.000	" 11.900
6	30.000	" 11.900
7	30.000	" 11.900
8	30.000	" 11.900
9	30.000	" 11.900
10	30.000	" 11.900
11	30.000	" 11.900
12	30.000	" 11.900
13	30.000	" 11.900
14	30.000	" 11.900
15	30.000	" 11.900
16	30.000	" 11.900
17	30.000	" 11.900
18	30.000	" 11.900
19	30.000	" 11.900
20	30.000	" 11.900
Valor Presente (VP) = Bs. 37.097		

GRAFICO: 20



T A B L A 23 :

COSECHA DE MACHOS ADULTOS (CRIA DURANTE 3 AÑOS)

AÑO	(A 5)*	(A 8)	(A 1)	(N 1)	(A 3)	(P 6)
1	3.878	1.135	1.193	137	1.056	14.157
2	103	1.108	1.131	101	1.030	14.975
3	2.021	842	1.128	345	783	15.967
4	2.281	998	1.083	155	928	16.393
5	2.087	911	1.052	205	847	16.701
6	2.175	977	899	91	808	16.690
7	2.000	957	1.023	426	597	16.751
8	2.242	679	1.042	410	632	16.711
9	2.279	712	1.055	392	663	16.719
10	2.262	727	1.067	391	676	16.789
11	2.265	750	1.075	378	697	16.880
12	2.256	766	1.082	370	712	16.985
13	2.252	785	1.084	354	730	17.081
14	2.234	781	1.087	361	726	17.177
15	2.239	780	1.092	366	726	17.261
16	2.243	782	1.097	370	727	17.340
17	2.246	784	1.103	374	729	17.418
18	2.249	787	1.108	376	732	17.496
19	2.251	791	1.114	378	736	17.575
20	2.252	796	1.120	379	741	17.654

* A los valores de cosecha de machos a partir del año 3, se le adicionó 2.000 individuos obtenidos de la crianza.-

T A B L A 24:

COSTO-BENEFICIO PARA COSECHA DE MACHOS ADULTOS

(CRIA DURANTE 3 AÑOS)

A Ñ O	B E N E F I C I O	C O S T O
0	--	Bs. 7.500
1	Bs. 174.510	" 33.430
2	" 5.356	" 53.450
3	" 31.155	" 12.470
4	" 44.050	" 12.880
5	" 34.350	" 12.750
6	" 38.750	" 13.030
7	" 30.000	" 12.400
8	" 41.616	" 13.247
9	" 42.555	" 13.380
10	" 41.790	" 13.317
11	" 41.925	" 13.327
12	" 41.520	" 13.296
13	" 41.340	" 13.282
14	" 40.530	" 13.219
15	" 41.950	" 13.237
16	" 41.664	" 13.250
17	" 41.070	" 13.261
18	" 41.205	" 13.272
19	" 42.550	" 13.279
20	" 41.340	" 13.282
V.P = Bs. 228.982		

del tercer año de simulación. De igual manera, este resultado reafirma el hecho de poder cosechar animales en vida libre sin afectar en mayor grado los niveles poblacionales.

g. Cosecha de machos y hembras adultos y 2.000 individuos criados (Gráfico 21).

Al igual que para el caso anterior, se aplicó esta alternativa para la cría en cautiverio por 3 años con el fin de comparar los resultados con la alternativa correspondiente a la cría por 1 año.

Comparando los valores de nivel poblacional para ambos periodos de cría (Tabla 25, 3 años de cría y Tabla 13a, 1 año de cría), podría notarse que en los dos casos se presenta una disminución abrupta de los niveles poblacionales al principio de la simulación, pero que dichos valores aumentan paulatinamente alcanzando valores mayores para el caso de cría por 1 año, ya que la proporción de individuos infantiles para esta última es mayor dado el hecho de que se liberan los individuos al cumplir 1 año de edad.

En la Tabla 26 se calcula el VP para la alternativa aquí expuesta, obteniéndose un valor muy similar que para la estrategia con la que se compara (Tabla 14). Este resultado es explicable si se consultan para ambos casos las Tablas correspondientes a cosecha de individuos (Tablas 25 y 13a).

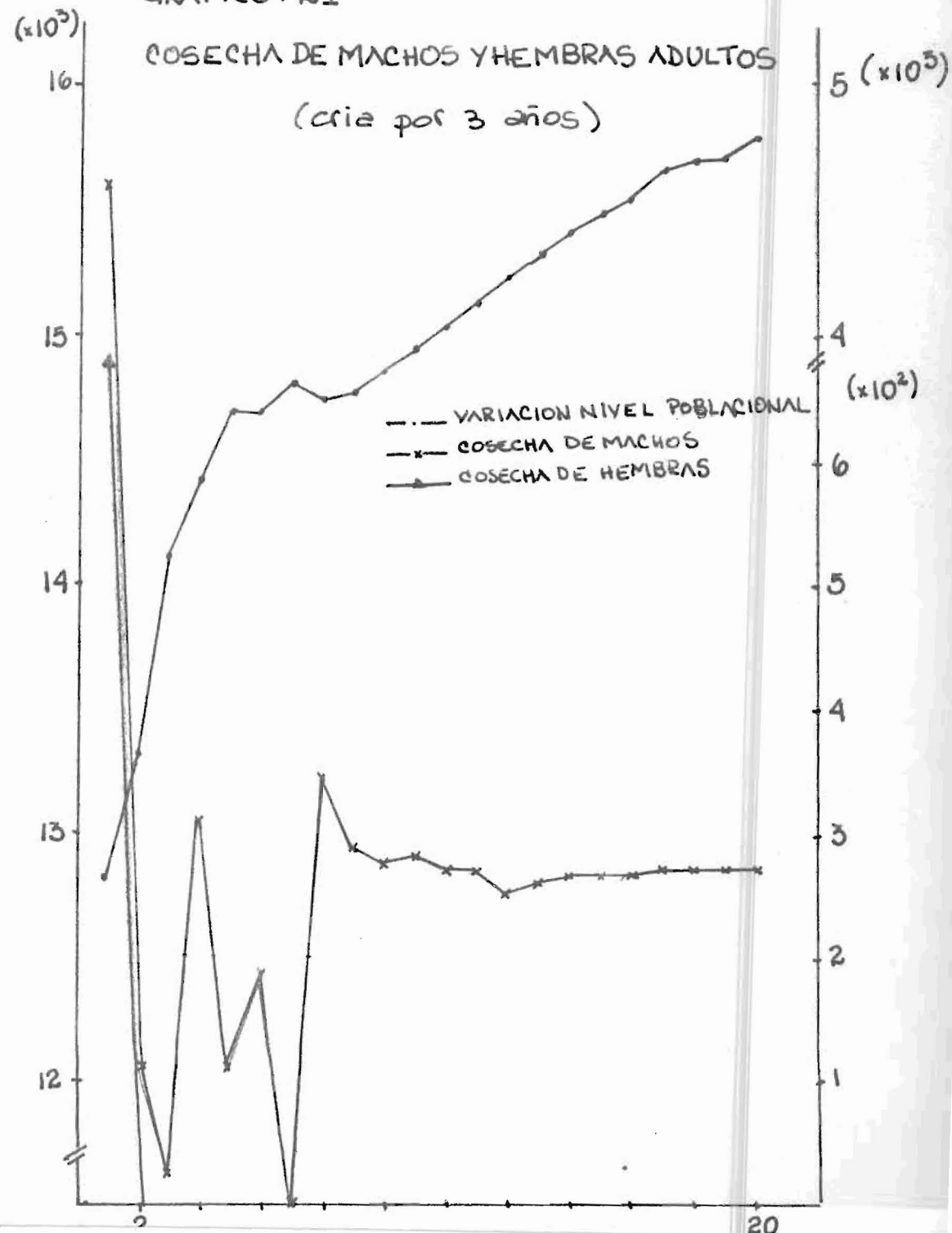
Puede verse que el primer año se cosecha un mayor número de individuos (8.330) correspondiente a la cría por 1 año, con respecto a los 5.830 individuos cosechados para el otro periodo de cría. Esta diferencia en valores es debida a la cosecha de hembras ya que tal y como se explicó anteriormente, el límite de población mínimo de hembras para la cría por 1 año es 2,5 veces menor que el correspondiente a la cría por 3 años.

Evidentemente la diferencia en beneficio de alrededor de 90.000 Bs. para el primer año de simulación entre los dos periodos de cría, es suficientemente grande como para contrarrestar los ingresos obtenidos por la cosecha de 2.000 individuos criados. La tasa de descuento que afecta los ingresos del primer año de simulación para la cría por 1 año no produce una gran disminución en el valor del beneficio obtenido, lo que contrarresta el mayor ingreso que aporta la venta de pieles de individuos criados.

h. Cosecha de un número fijo de machos y 2.000 individuos criados.

GRAFICO: 21

COSECHA DE MACHOS Y HEMBRAS ADULTOS
(cria por 3 años)



T A B L A 25:

COSECHA DE MACHOS Y HEMBRAS ADULTOS (CRIA DURANTE 3 AÑOS)

A Ñ O	(A 1)	(A 8)	(N 1)	(A 3)	(P 6)	(A 5)	(A 6)
1	1.117	985	137	980	12.817	5.144	686
2	1.034	967	102	932	13.329	114	-
3	1.282	712	345	937	14.125	25	-
4	1.059	877	156	903	14.439	311	-
5	1.088	798	206	882	14.705	110	-
6	830	544	91	739	14.707	185	-
7	1.292	872	427	865	14.820	--	-
8	1.253	622	370	883	14.742	342	-
9	1.249	651	355	894	14.777	291	-
10	1.261	661	357	904	14.859	276	-
11	1.259	681	947	912	14.956	280	-
12	1.258	695	340	918	15.062	271	-
13	1.247	712	327	920	15.161	268	-
14	1.260	707	336	924	15.260	253	-
15	1.269	709	340	929	15.347	260	-
16	1.278	710	344	934	15.431	264	-
17	1.287	713	347	940	15.514	267	-
18	1.295	718	349	946	15.596	269	-
19	1.302	722	351	951	15.680	271	-
20	1.308	727	352	956	15.764	273	-

A 1 = Pob. machos adultos

A 8 = Mínimo de machos

N 1 = Nuevos machos adultos (=6 años)

A 3 = Machos adultos (> 6 años)

P 6 = Población total

A 5 = Cosecha de machos adultos

A 6 = Cosecha de hembras adultos

T A B L A 226:

COSECHA DE MACHOS Y HEMBRAS ADULTOS

(CRIA DURANTE 3 AÑOS)

AÑO	BENEFICIO	COSTO
0	--	Bs. 7.500
1	285.685	" 38.400
2	6.840	" 53.500
3	1.440	" 12.484
4	50.150	" 13.485
5	36.540	" 12.782
6	41.110	" 13.048
7	30.000	" 12.400
8	48.865	" 13.601
9	44.550	" 13.419
10	43.800	" 13.366
11	42.556	" 13.377
12	42.193	" 13.349
13	41.748	" 13.335
14	41.132	" 13.286
15	41.180	" 13.310
16	41.352	" 13.324
17	41.438	" 13.331
18	41.567	" 13.342
19	41.653	" 13.349
20	41.424	" 13.352
V P = Bs. 314.081		

Para el caso de cría en cautiverio por 3 años se presentó la misma situación que para la alternativa correspondiente a la cría por 1 año. Los niveles poblacionales permanecen poco alterables (Tablas 27 y 28) y los VP para todas las cosechas (Tabla 29) sufren un aumento, hasta alcanzar un límite en que dicho valor disminuye abruptamente. Dicho límite es de 2.000 individuos cosechados. En este caso, el VP más alto se obtiene para la cosecha de 600 individuos y dicho resultado obedece a las mismas consideraciones que se hicieron para la alternativa correspondiente a 1 año de cría.

TABLA 27:

COSECHA DE UN N° FIJO DE MACHOS (CRIJA DURANTE 3 AÑOS)

	3 0 0				3 7 0				6 0 0			
	C O S E C H A		POB.	POB.	C O S E C H A		POB.	POB.	C O S E C H A		POB.	POB.
	M	H	MACHOS	TOTAL	M	H	MACHOS	TOTAL	M	H	MACHOS	TOTAL
1	300	686	5.146	16.846	370	686	5.080	16.780	600	686	4.867	16.567
2	300	-	4.608	16.943	370	-	4.482	16.777	600	-	4.069	16.364
3	300	-	4.351	17.194	370	-	4.169	17.012	600	-	3.571	16.414
4	300	-	3.922	17.302	370	-	3.688	17.068	600	-	2.918	16.298
5	300	-	3.573	17.190	370	-	2.947	16.564	600	-	2.361	15.978
6	300	-	3.135	16.912	370	-	2.488	16.265	600	-	1.728	15.505
7	300	-	3.062	16.591	370	-	2.396	15.925	600	-	1.474	15.003
8	300	-	2.937	16.427	370	-	2.253	15.743	600	-	1.182	14.672
9	300	-	2.807	16.335	370	-	2.106	15.634	600	-	896	14.424
10	300	-	2.687	16.286	370	-	1.971	15.570	-	-	1.189	14.788
11	300	-	2.565	16.263	370	-	1.835	15.533	600	-	894	14.592
12	300	-	2.445	16.249	370	-	1.702	15.506	-	-	1.170	14.974
13	300	-	2.321'	16.236	370	-	1.565	15.480	600	-	856	14.771
14	300	-	2.214	16.214	370	-	1.446	15.446	-	-	1.130	15.130
15	300	-	2.119	16.197	370	-	1.340	15.418	600	-	832	14.910
16	300	-	2.034	16.187	370	-	1.245	15.398	-	-	1.117	15.270
17	300	-	1.958	16.185	370	-	1.160	15.387	600	-	827	15.054
18	300	-	1.890	16.193	370	-	1.083	15.386	-	-	1.118	15.421
19	300	-	1.829	16.207	370	-	1.014	15.392	600	-	832	15.210
20	300	-	1.773	16.229	-	-	1.294	15.750	-	-	1.125	15.581

221

T A B L A 28:

COSECHA DE N° FIJO DE MACHOS (CRIA DURANTE 3 AÑOS)

A Ñ O	8 0 0							1 5 0 0							2 0 0 0						
	A 8	A 1	A 3	N 1	P 6	A 5	A 6	A 8	A 1	A 3	N 1	P 6	A 5	A 6	A 8	A 1	A 3	N 1	P 6	A 5	A 6
1	984	4681	4543	137	16381	800	686	984	4030	3892	137	15730	1500	686	984	3565	3427	137	15265	2000	686
2	968	3710	3609	101	16006	800	-	968	2454	2353	101	14750	1500	-	968	1557	1455	101	13852	2000	-
3	712	3052	2707	345	15895	800	-	712	1233	887	345	14075	1500	-	712	1793	1448	345	14636	-	-
4	877	2250	2094	155	15631	800	-	877	1302	1146	155	14682	-	-	877	1823	1667	155	15204	-	-
5	798	754	549	205	15171	800	-	798	1416	1211	205	15033	-	-	798	1901	1695	205	15518	-	-
6	872	1536	1445	91	15314	-	-	872	1408	1317	91	15185	-	-	872	1859	1768	91	15636	-	-
7	544	711	285	426	14640	800	-	544	1436	1010	426	15265	-	-	544	1902	1476	426	15684	-	-
8	622	783	413	370	14894	-	-	622	1484	1114	370	15475	-	-	622	1934	1564	370	15865	-	-
9	650	1660	1305	355	15189	-	-	650	2201	1845	355	15730	-	-	650	1963	1608	355	16092	-	-
10	661	757	401	356	14756	800	-	661	1009	652	356	14608	1500	-	661	2741	2384	356	16340	-	-
11	681	773	427	346	15121	-	-	681	1285	938	346	14983	-	-	681	1036	689	346	14734	2000	-
12	694	1658	1318	340	15468	-	-	694	1435	1094	340	15340	-	-	694	1303	963	340	15108	-	-
13	712	776	450	326	15044	800	-	712	1454	1127	326	15669	-	-	712	1539	1212	326	15453	-	-
14	707	785	451	335	15387	-	-	707	1467	1132	335	15968	-	-	707	1767	1431	335	15767	-	-
15	708	1629	1289	340	15708	-	-	708	1470	1130	340	16248	-	-	708	1783	1443	340	16062	-	-
16	710	785	441	343	15268	800	-	710	2061	1718	343	16514	-	-	710	1828	1484	343	16341	-	-
17	713	796	450	346	15611	-	-	713	1148	801	346	15375	1500	-	713	1882	1535	346	16609	-	-
18	717	1696	1347	349	15938	-	-	717	1416	1067	349	15719	-	-	717	1964	1615	349	16866	-	-
19	722	777	427	350	15507	800	-	722	1468	1117	350	16047	-	-	722	2735	2384	350	17114	-	-
20	727	786	435	351	15858	-	-	727	1403	1052	351	16360	-	-	727	1036	684	351	15492	2000	-

A 8 = mínimo de machos
 A 1 = Pob. machos adultos
 A 3 = Machos adultos (> 6 años)

N 1 = Nuevos machos adultos
 (= 6 años)
 P 6 = Población total

A 5 = Cosecha de machos adultos
 A 6 = Cosecha de hembras adultos

T A B L A 29 :

COSECHA DE NºFIJO DE MACHOS (CRIA DURANTE 3 AÑOS)

AÑO	3 0 0		3 7 0		6 0 0		8 0 0		1 5 0 0		2 0 0 0	
	Beneficio	Costo-Bs	Beneficio	Costo-Bs	Beneficio	Costo-Bs	Benefic.	Costo-Bs	Beneficio	Costo-Bs	Benefic.	Costo-Bs
0	-	7.500	--	7.500	--	7.500	--	7.500	--	7.500	--	7.500
1	44.370	23.266	47.520	23.400	60.870	23.780	68.000	22.580	75.000	25.030	100.000	26.780
2	48.000	53.100	22.200	54.325	30.000	54.700	28.400	55.900	72.000	58.350	98.000	60.100
3	48.000	13.450	52.200	13.700	59.400	13.500	69.480	15.200	97.500	17.650	30.000	19.400
4	49.500	13.450	52.000	13.700	58.850	13.500	67.500	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
5	48.000	13.450	51.500	13.700	58.500	13.500	67.250	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
6	48.000	13.450	51.200	13.700	58.170	13.500	30.000	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
7	48.000	13.450	51.000	13.700	57.600	13.500	67.000	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
8	46.500	13.450	51.000	13.700	57.900	13.500	30.000	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
9	45.000	13.450	51.000	13.700	57.540	13.500	30.000	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
10	44.000	13.450	50.200	13.700	57.360	11.400	66.870	15.200	96.732	17.650	30.000	19.400
11	43.500	13.450	49.800	13.700	57.480	13.500	30.000	15.200	30.000	12.400	97.320	19.400
12	43.500	13.450	49.500	13.700	57.300	11.400	30.000	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
13	43.200	13.450	49.500	13.700	57.960	13.500	66.500	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
14	43.200	13.450	49.000	13.700	58.140	11.400	30.000	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
15	42.900	13.450	48.300	13.700	57.000	13.500	30.000	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
16	42.900	13.50	48.200	13.700	57.180	11.400	66.180	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
17	42.900	13.450	48.000	13.700	57.400	13.500	30.000	15.200	95.850	17.650	30.000	19.400
18	42.900	13.450	48.000	13.700	56.700	11.400	30.000	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
19	42.900	13.450	48.000	13.700	56.580	13.500	65.900	15.200	30.000	12.400	30.000	19.400
20	42.600	13.450	48.000	13.700	56.720	11.400	30.000	15.200	30.000	12.400	96.540	19.400

oh

SECTION VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la sección anterior se presentaron los resultados correspondientes a la aplicación de una tasa de cosecha para explotación de la población de babas. Estas tasas fueron aplicadas en animales adultos de vida libre y de sus resultados se esperaba encontrar aquella tasa que permitiera a la población autosostenerse a pesar de estar extrayendo individuos adultos de la misma (MCA). Sin embargo, de ninguna de las tasas aplicadas (6%, 12%, 18%, 24% y 30%) se obtuvo este resultado sino más bien los niveles poblacionales experimentaron descensos alarmantes.

Estos resultados permiten concluir que para poblaciones sujetas a valores de mortalidad tan altos en los primeros años de vida y que requieren un largo periodo de tiempo en alcanzar la madurez sexual, no puede someterseles a un rigor de explotación sin ejercer algún control artificial sobre ella (controlar alguna variable que integra la dinámica poblacional) para así ayudar a que la población se reponga de las pérdidas sufridas durante la explotación.

Una de las variables cuyo efecto control se simuló en el modelo, fue la depredación de verano, la cual es del 63%. Este valor de depredación fue reducido a la mitad, 32%, y se incluyó en el modelo. De igual manera, bajo estas condiciones se sometió la población a una tasa de cosecha del 30%.

De la aplicación de esta estrategia se obtuvieron valores muy altos correspondientes a nivel poblacional, especialmente para los últimos años de simulación. Este resultado podría ser real, ya que no se conoce la capacidad de carga del ambiente por lo que es imposible determinar si la población de babas de el Frio puede alcanzar en algún momento valores tan altos. Sin embargo, sería interesante estudiar la factibilidad que puede tener la aplicación de esta estrategia tomando en cuenta que su costo no debe ser muy elevado y evidentemente puede procederse a la extracción de un gran número de individuos. Por esta razón, se recomienda la aplicación de esta alternativa permitiendo así estudiar si la mortalidad de los individuos recién nacidos transportados a charcos de agua permanentes disminuye, aumenta o simplemente permanece igual lo que facilitará tomar decisiones acerca de la aplicación de dicha estrategia.

La otra variable controlada y en base de la cual se diseñaron las demás estrategias es la incubación de 4.000 huevos y cría en cautiverio por 1 y 3 años. Los resultados en cuanto a nivel poblacional y valor presente (VP), criterios establecidos para la evaluación de las alternativas, se resumen en las Tablas 30 y 31. En la primera columna se presentan los valores medios de los niveles poblacionales. En la segunda columna, se presenta la variación con respecto a la media que experimentan los valores de niveles poblacionales obtenidos en la simulación. En la tercera columna se presentan los VP para todas las estrategias aplicadas, y finalmente en las columnas 4 y 5 se resumen los años en que la cosecha es nula para machos y hembras para cada alternativa. A continuación se procederá a analizar las alternativas:

Cría durante 1 año

La primera estrategia diseñada para este periodo de cría fue la cosecha de únicamente machos adultos de la población. El valor medio poblacional es muy alto al igual que su desviación estándar, lo que indica que existen fluctuaciones muy grandes de los niveles poblacionales obtenidos en la simulación con respecto a la media calculada. Sin embargo el VP es el más bajo con respecto a las demás alternativas estudiadas para el mismo periodo de cría.

El haber obtenido de la simulación valores de nivel poblacional tan altos puede resultar falso en la realidad ya que puede que las presiones del ambiente no permita que la población crezca hasta alcanzar dichos valores. Tomando en cuenta estos resultados, esta alternativa no parece ser la más conveniente.

La segunda estrategia estudiada fue la cosecha de machos y hembras adultos. La media poblacional alcanzó valores más bajos con respecto a la alternativa anterior, sucediendo lo contrario para el cálculo de VP. Comparando ambas alternativas, si se basa la evaluación de la explotación en el valor medio poblacional, la alternativa primera es mejor; si por el contrario se basa en el VP es mucho mejor la segunda.

Esta última alternativa presenta mayores ventajas que la primera ya que los valores poblacionales no alcanzan niveles tan altos y la media poblacional tiene un valor cercano al valor inicial con el que se comenzó la simulación (16500). Por esta razón, pue-

de considerarse que la población está cerca del equilibrio. Por otra parte, el VP es uno de los más altos obtenidos de todas las alternativas, lo que indica que es posible recibir grandes beneficios de la aplicación de la misma.

La tercera alternativa estudiada consistió en la cosecha de un número fijo de machos. Con la aplicación de la misma se quiere estudiar los resultados obtenidos en cuanto a VP al recibir ingresos relativamente fijos durante todo el periodo de simulación. En la Tabla 30 se presentan las diferentes cantidades de machos que fueron cosechados. Los valores medios poblacionales no fluctúan mucho entre sí, mientras que los VP van experimentando incremento hasta el valor de cosecha de 800, a partir del cual empieza a disminuir.

El nivel poblacional medio para estas diversas cosechas no parece ser un gran indicador de la mejor alternativa a seguir dado que sus valores son semejantes. Únicamente puede decirse que dichos valores no son muy elevados con respecto a la primera estrategia y que se encuentran alrededor del equilibrio estimado. La evaluación de las alternativas puede, sin embargo, realizarse de mejor manera en base a VP y a años de cosecha nula. Para las primeras tres tasas (ó números) de cosecha, no se procede a la extracción de hembras por 4 años y los correspondientes valores aumentan aunque no exageradamente. A partir de la cosecha de 500, se empieza a no cosechar machos por algunos años. Para la extracción de 800 machos, la cosecha es nula por 7 años.

Puede suceder que al escoger una alternativa, se prefiera recibir ingresos anuales para invertir, que permanecer algunos años sin recibir beneficios sabiendo que a largo plazo (20 años) se recibirá una mayor cantidad de ingresos. Para el primer caso, se tienen las cosechas de los tres primeros valores, y la cosecha de 800 es un ejemplo de esta segunda alternativa. La cosecha de 1.000 machos en adelante provoca pérdidas ya que de su aplicación se obtiene un VP muy bajo y además se deja de cosechar por muchos años lo que causa dichas pérdidas.

La última estrategia correspondiente a la cría en cautiverio por un año fue la cosecha de un número fijo de hembras. Dicha estrategia se diseñó con el propósito de comparar sus resultados con los obtenidos de la aplicación de la cosecha de machos y hembras

TABLA 30:

Resultados de las alternativas estudiadas

Estrategia	Nivel poblacional		VP Bs.	Años con cosecha = 0	
	\bar{x}	s		hembras	machos
Cria por un año:					
Machos ad.	26.022	3.828	141.138	---	1
Machos y hembras ad.	16.664	1.287	314.787	4	1
N°fijo de machos:					
400	18.394	467	202.798	4	0
460	18.030	489	222.277	4	0
470	17.939	501	225.521	4	0
500	17.667	585	232.459	4	1
800	17.272	257	348.851	4	7
1.000	17.194	482	309.358	4	10
1.500	17.131	867	290.027	4	10
2.000	17.499	1047	284.198	4	15
N°fijo de hembras	18.316	1041	316.596	1	0

adultos (segunda en la Tabla).

El valor medio poblacional es alto y su VP también lo es. De igual manera se cosechan hembras por 19 años y machos todos los años. El hecho de que en ningún momento la cosecha de machos se hace nula se debe a que ya que se extraen todos los años 335 hembras, la población de las mismas de la que se dispone cada año de simulación es mayor que para la segunda alternativa, por lo que en ningún momento la cosecha de machos excede el límite establecido. Esta alternativa resulta en un nivel poblacional medio más elevado y un VP también más alto con respecto a la segunda estrategia. El VP más alto se debe a que a partir del segundo año de simulación se cosecha en total un mayor número de individuos.

Esta alternativa permite estudiar la factibilidad de explotación de hembras adultas pudiéndose obtener niveles poblacionales altos y elevados beneficios económicos. Sin embargo, hay que tener cuidado dado que debe existir un límite que puede ser próximo a este valor, en que la población de babas se vea afectada por la cosecha de un gran número de hembras.

En conclusión, de la cría en cautiverio por un año pueden escogerse varias alternativas de acuerdo a la relevancia que se le adjudica a los criterios de evaluación, ya que para algunas estrategias el nivel poblacional es más elevado y en otras el VP. Personalmente opino que la alternativa de cosecha de 300 individuos machos es la mejor dado que el nivel poblacional se mantiene y el VP es bastante más elevado que para las demás estrategias.

Cría en cautiverio por tres años

La cosecha de 2.000 individuos criados (Tabla 31) arroja resultados insatisfactorios ya que el VP es muy bajo y el valor medio poblacional no difiere mucho del obtenido hasta el momento. Además no se cosecha por los 3 primeros años y es justamente cuando se realizan los gastos mayores.

La cosecha de machos adultos resultó en un valor medio poblacional muy cercano al valor inicial (16.500) y su valor presente es más alto con respecto a la alternativa correspondiente a la cría en cautiverio por 1 año. Sin embargo, la cosecha de machos y hembras adultos resultó en un nivel poblacional medio bajo comparado con los demás valores de la Tabla; pero en el Gráfico 19 puede notarse que

dichos valores aumentan y que dicho valor medio tan bajo es resultado de la extracción de individuos tan alta que se realiza el primer año de la simulación. Para la estrategia correspondiente a la cría por un año hubiera pasado lo mismo a no ser por que se procede a la liberación de individuos cada año. El VP resultado de esta alternativa es el más alto lo que indica un mayor beneficio de su aplicación.

La cosecha de un número fijo de machos no aportó grandes beneficios comparados con los correspondientes a la cría por 1 año. Los niveles poblacionales son más bajos ya que de los individuos criados se cosechan 2.000 y el resto es liberado después, mientras que para 1 año de cría se libera un gran número de individuos cada año.

Volviendo a los VP, la aplicación de esta alternativa no aporta grandes ingresos. Además a partir de la cosecha de 370 machos empiezan a aumentar los años en que la cosecha se hace nula. Nótese que para la cosecha de hembras, el valor de estos años es de 19, resultado del límite tan alto de población mínima de hembras requerida (5.000). Por esta razón no se consideró en este caso la cosecha de un número fijo de hembras dado que en 20 años se extraen únicamente 606.

De los resultados presentados de las alternativas correspondientes a este periodo de cría, la más conveniente parece ser la cosecha de machos y hembras adultos dado que el VP es el más elevado y se cosechan machos por 19 años.

De ambos periodos de cría se escogió la alternativa que presentara mayores ventajas, siendo la cosecha de 800 machos y la cría por 1 año la más conveniente dado que comparada con las demás alternativas para ambos periodos de cría:

- el VP es el más alto
- el nivel poblacional se mantiene alrededor del equilibrio estimado.
- los costos de instalaciones son más bajos.

Sin embargo, yo opino que se pueden obtener mayores beneficios de la cría por 3 o más años, habiéndose calculado, en este caso, valores tan bajos debido a que no se conoce exactamente el precio por piel de los animales criados, pudiendo ser seguramente más elevado que el aquí considerado dado que los animales crecen en mejores condiciones y su piel sufre menos maltratos. De igual manera, el costo de instalaciones se estimó en base a otros proyectos similares, por lo que

puede haber error.

Por estas razones es recomendable que se promueva la cría de estos animales con fines de conservación y al mismo tiempo de explotación, para así determinar exactamente los beneficios que aporta la cría en cautividad. De igual manera es recomendable el estudio del crecimiento de esta especie tanto en vida libre como en cautividad (especialmente de las edades comprendidas entre 1 y 6 años, de las que se tiene muy poca información), dado que es de especial importancia conocer esta información para fines de explotación y conservación.

Finalmente, de las diferentes alternativas presentadas pueden escogerse otras distintas como óptimas tomando en cuenta la relevancia de uno de los criterios para la persona que realice la evaluación. Es importante indicar que en este trabajo no se intentó en ningún momento obtener el mayor beneficio económico de la explotación sino que el objetivo del mismo fue el de estudiar la factibilidad de explotación que brinda dicha población, así como las estrategias que hay que aplicar (cría y recolección de huevos) para lograr la aplicación fructífera de cualquier estrategia de explotación.

APPENDICE I

T A B L A 1 :

ESTRATEGIA DE COSECHA DE EXCESO DE MACHOS
(CRIA DURANTE 1 AÑO)

A Ñ O	Costos de caza (Bs.)
1	Bs. 13.650
2	" 350
3	" 70
4	" 984
5	" 305
6	" 630
7	--
8	" 1.120
9	" 1.400
10	" 1.376
11	" 1.386
12	" 1.351
13	" 1.341
14	" 1.264
15	" 1.313
16	" 1.351
17	" 1.390
18	" 1.421
19	" 1.449
20	" 1.477

T A B L A 2 :

COSECHA DE MACHOS Y HEMBRAS ADULTOS

(CRIA DURANTE 1 AÑO)

A Ñ O	Costos de caza
1	Bs. 29.155
2	" 399
3	" 91
4	" 1.376
5	" 385
6	" 704
7	" --
8	" 3.080
9	" 2.188
10	" 2.143
11	" 2.233
12	" 2.188
13	" 1.755
14	" 2.139
15	" 2.359
16	" 2.296
17	" 2.300
18	" 2.304
19	" 2.304
20	" 2.304

T A B L A 3 :

COSECHA DE N° FIJO DE MACHOS

(CRIA DURANTE 1 AÑO)

C o s t o s d e C a z a				
A Ñ O	400	460	470	500
1	Bs. 12.551	Bs. 12.761	Bs. 12.796	Bs. 12.901
2	" 1.400	" 1.610	" 1.645	1.750
3	" 1.400	" 1.610	" 1.645	1.750
4	" 1.642	" 1.852	" 1.887	1.992
5	" 1.400	" 1.610	" 1.645	1.750
6	" 1.442	" 1.652	" 1.687	1.792
7	" 1.400	" 1.610	" 1.645	1.750
8	" 2.695	" 2.905	" 2.940	3.045
9	" 2.258	" 2.468	" 2.503	2.608
10	" 2.244	" 2.454	" 2.489	2.594
11	" 2.282	" 2.492	" 2.527	2.632
12	" 2.261	" 2.471	" 2.506	2.611
13	" 2.268	" 2.478	" 2.523	2.618
14	" 2.247	" 2.457	" 2.492	2.597
15	" 2.345	" 2.555	" 2.590	2.695
16	" 2.317	" 2.527	" 2.562	2.667
17	" 2.321	" 2.531	" 2.566	921
18	" 2.321	" 2.531	" 2.566	2.671
19	" 2.321	" 2.531	" 2.566	2.671
20	" 2.321	" 2.531	" 2.566	2.671

T A B L A 4 :

COSTOS DE CAZA

Cosecha de un N° fijo de machos (cría durante 1 año)				
AÑO	800	1000	1500	2000
1	Bs. 13.951	Bs. 14.651	Bs. 16.401	Bs. 18.151
2	" 2.800	" 3.500	" 5.250	" 7.000
3	" 2.800	" 3.500	" 5.250	--
4	" 3.043	" 3.742	" 241	" 240
5	" 2.800	" 3.500	--	--
6	" 2.842	" 42	" 42	" 42
7	--	--	--	" --
8	" 4.091	" 4.792	" 6.541	" 8.292
9	" 857	" 856	" 858	" 858
10	" 3.640	" 840	" 840	" 840
11	" 878	" 4.379	" 880	" 880
12	" 3.661	" 861	" 6.110	" 860
13	" 868	" 4.368	" 868	" 868
14	" 3.647	" 847	" 846	" 8.000
15	" 945	" 945	" 946	" 946
16	" 3.717	" 4.417	--	" 918
17	" 917	" 917	--	" 918
18	" 3.720	" 920	--	" 920
19	" 920	" 4.421	--	" 920
20	" 3.720	" 920	--	" 7.920

T A B L A 5 :

COSECHA DE MACHOS ADULTOS Y N°FIJO DE HEMBRAS

(CRIA DURANTE 1 AÑO)

A Ñ O	Costos de caza
1	Bs.17.353
2	" 1.726
3	" 2.443
4	" 1.887
5	" 2.034
6	" 1.698
7	" 3.259
8	" 3.150
9	" 3.045
10	" 2.993
11	" 2.908
12	" 2.842
13	" 2.758
14	" 2.776
15	" 2.786
16	" 2.789
17	" 2.789
18	" 1.354
19	" 2.776
20	" 2.762

T A B L A 6 :

COSECHA DE MACHOS ADULTOS

(CRIA DURANTE 3 AÑOS)

AÑO	Costos de caza
1	Bs. 13.650
2	" 350
3	" 70
4	" 480
5	" 350
6	" 630
7	0
8	" 847
9	" 980
10	" 917
11	" 927
12	" 896
13	" 882
14	" 819
15	" 837
16	" 850
17	" 861
18	" 872
19	" 879
20	" 882

T A B L A 7 :

COSECHA DE MACHOS Y HEMBRAS ADULTOS
(CRIA DURANTE 3 AÑOS)

A Ñ O	Costos de caza
1	Bs. 20.610
2	" 399
3	" 84
4	" 1.085
5	" 382
6	" 648
7	--
8	" 1.201
9	" 1.019
10	" 966
11	" 977
12	" 949
13	" 935
14	" 886
15	" 910
16	" 924
17	" 931
18	" 942
19	" 949
20	" 952

T A B L A 8 :

COSTOS DE CAZA (CRIA DURANTE 3 AÑOS)

Cosecha de N° fijo de machos						
A Ñ O	3 0 0	3 7 0	6 0 0	8 0 0	1 5 0 0	2 0 0 0
1	Bs.3.486	Bs.3.696	Bs.4.500	Bs.5.201	Bs.7.651	Bs.9401
2	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
3	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
4	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
5	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
6	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
7	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
8	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
9	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
10	" 1.050	" 1.295	--	" 2.800	" 5.250	" 7.000
11	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
12	" 1.050	" 1.295	--	" 2.800	" 5.250	" 7.000
13	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
14	" 1.050	" 1.295	--	" 2.800	" 5.250	" 7.000
15	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
16	" 1.050	" 1.295	--	" 2.800	" 5.250	" 7.000
17	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
18	" 1.050	" 1.295	--	" 2.800	" 5.250	" 7.000
19	" 1.050	" 1.295	" 2.100	" 2.800	" 5.250	" 7.000
20	" 1.050	" 1.295	--	" 2.800	" 5.250	" 7.000

APENDICE II

```
10 DIM S1(8),S2(8),S3(8),S9(20,11)
20 OPEN#5,"BABA.OUT",MODE 2
30 PRINT "NUMERO DE PERIODOS EN CAUTIVERIO ";
40 INPUT Z1
50 PRINT "PROPORCION DE HEMBRAS QUE SE ABSTIENEN A LA REPRODUCCION ";
60 INPUT P2
70 PRINT "MEDIA DEL NUMERO DE HUEVOS DEPOSITADOS";
80 INPUT H1
90 PRINT "HUEVOS PERDIDOS EN EL PROCESO REPRODUCTIVO";
100 INPUT H2
110 PRINT "HUEVOS PERDIDOS DURANTE LA INCUBACION ";
120 INPUT H6
130 PRINT "HUEVOS RECOLECTADOS PARA CRIA ";
140 INPUT H8
150 PRINT "PREDACION INFANTIL DURANTE EL PRIMER VERANO DE VIDA";
160 INPUT P3
170 PRINT "PREDACION INFANTIL DURANTE EL PRIMER INVIERNO DE VIDA";
180 INPUT P4
190 PRINT "MORTALIDAD NATURAL SUFRIDA DURANTE LOS PRIMEROS 6 A#OS";
200 INPUT M1
210 PRINT "MORTALIDAD NATURAL SUFRIDA POR LOS INDIVIDUOS CRIADOS ";
220 INPUT M2
230 PRINT "MORTALIDAD NATURAL DE INDIVIDUOS CRIADOS DE 1 A#0 ";
240 INPUT M3
250 PRINT "TASA DE COSECHA PARA INDIVIDUOS MENORES DE 7 A#OS ";
260 INPUT C1
270 PRINT "PROPORCION DE SOBREVIVIENTES MAYORES DE 6 A#OS";
280 INPUT P5
290 PRINT "TASA DE COSECHA PARA LOS NUEVOS MACHOS ADULTOS ";
300 INPUT C3
310 PRINT "MINIMO REQUERIDO HEMBRAS ADULTAS ";
320 INPUT C4
330 PRINT "TASA DE COSECHA PARA LAS NUEVAS HEMBRAS ADULTAS ";
340 INPUT C5
350 PRINT "NUMERO DE INDIVIDUOS COSECHADOS DEL CRIADERO ";
360 INPUT C6
370 PRINT "MACHOS ADULTOS EN LA POBLACION";
380 INPUT A1
390 PRINT "HEMRAS ADULTAS EN LA POBLACION";
400 INPUT A2
410 PRINT "EDAD PROMEDIO DE LAS HEMBRAS ADULTAS";
420 INPUT E1
430 PRINT "EDAD PROMEDIO DE LOS MACHOS ADULTOS";
440 INPUT E2
450 PRINT "COSECHA FIJA DE MACHOS ,(SI=1)";
460 INPUT Y1
470 IF Y1=0 THEN 510
480 PRINT "NUMERO FIJO DE MACHOS A COSECHAR ";
490 INPUT Y2
500 PRINT "COSECHA FIJA DE HEMBRAS,(SI=1)";
510 INPUT Y3
520 IF Y3=0 THEN 550
530 PRINT "NUMERO FIJO DE HEMBRAS A COSECHAR ";
540 INPUT Y4
550 FOR J2 = 1 TO 6
560 PRINT "VALOR DE SOBREVIVIENTES DE LA EDAD ",J2
570 INPUT S1(J2)
```



```
580 NEXT J2
590 FOR I = 1 TO 20
600 PRINT#5, CHR$(12)
610 PRINT#5,
620 PRINT#5,
630 PRINT#5,
640 PRINT#5, "CICLO : ";I
650 V1=3*A1
660 V2= A2*(1-P2)
670 IF V1<V2 THEN 700
680 LET H4 = V2
690 GOTO 480
700 H4 = V1
710 PRINT#5, "HEMBRAS QUE PONEN HUEVOS ",H4
720 LET H5 = H4 * H1
730 LET H5 = H5 - H8
740 PRINT#5, "HUEVOS TOTALES ",H5
750 LET R1 = (H5 * (1 - H2))
760 PRINT#5, "RECIEN NACIDOS ",R1
770 LET R2 = H8 *(1-H6)
780 PRINT#5, "RECIEN NACIDOS DEL CRIADERO ",R2
790 LET N3 = S1 (6)/2
800 PRINT#5, "NUEVOS MACHOS ",N3
810 LET N4 = N3
820 PRINT#5, "NUEVAS HEMBRAS ",N4
830 IF Z1 = 1 THEN 910
840 FOR J = 4 TO 5
850 LET S3(7-J) = S3 (6-J) * (1-M2)
860 PRINT#5, "INDIVIDUOS CRIADOS DE EDAD ",(7-J),S3(7-J)
870 NEXT J
880 IF S3(3) < C6 THEN 910
890 LET S3(3) = S3(3)-C6
900 PRINT#5, "RESTANTES CRIADOS DE EDAD 3 ",S3(3)
910 FOR J = 3 TO 5
920 LET S1(9-J) = (S1(8-J) - S2(8-J)) * (1-M1)
930 PRINT#5, "SOBREVIVIENTES DE LA EDAD ";(9-J),S1(9-J)
940 NEXT J
950 FOR J = 6 TO 7
960 LET S1(9-J) = (S1(8-J) * (1-M1))
970 PRINT#5, "SOBREVIVIENTES DE LA EDAD ";(9-J),S1(9-J)
980 NEXT J
990 LET S1(1) = (R1 * (1-P3)) * (1-P4)
1000 PRINT#5, "SOBREVIVIENTES DE LA EDAD 1";S1(1)
1010 LET S3(1) =R2 * (1-M3)
1020 PRINT#5, "INDIVIDUOS CRIADOS DE 1 A#0 ",S3(1)
1030 LET S1(Z1) = S1(Z1) + S3(Z1)
1040 PRINT #5, "SOBREVIVIENTES DE LA EDAD ";Z1,S1(Z1)
1050 LET A6 = 0
1060 IF A2 < C4 THEN 1110
1070 LET A6 = A2-C4
1080 IF Y3 = 0 THEN 1110
1090 IF A6 > Y4 THEN A6 = Y4
1100 IF A6 < Y4 THEN A6 = 0
1110 PRINT#5, "HEMBRAS ADULTAS COSECHADAS ",A6
1120 LET A4 = (A2-A6)*P5
1130 PRINT#5, "HEMBRAS ADULTAS RESTANTES",A4
1140 LET N6 = N4*C5
```

```
1150 PRINT #5, "NUEVAS HEMBRAS COSECHADAS ",N6
1160 LET N2 = (N4-N6) * P5
1170 PRINT#5, "NUEVAS HEMBRAS RESTANTES ",N2
1180 LET A2 = A4 + N2
1190 PRINT#5, "HEMBRAS ADULTAS ",A2
1200 LET N5 = N3 * C3
1210 PRINT #5,"NUEVOS MACHOS COSECHADOS ",N5
1220 LET N1 = (N3 - N5) * P5
1230 PRINT #5,"NUEVOS MACHOS RESTANTES ",N1
1240 LET A8 = (((A2 * (1-P2))- 3*N1)/3) * (1/P5)
1250 IF A8 < 0 THEN A8 = 0
1260 LET A5 = 0
1270 IF A1 < A8 THEN 1320
1280 LET A5 = A1 - A8
1290 IF Y1 = 0 THEN 1320
1300 IF A5 > Y2 THEN A5 = Y2
1310 IF A5 < Y2 THEN A5 = 0
1320 PRINT #5, "MACHOS ADULTOS COSECHADOS ",A5
1330 LET A3 =(A1-A5) * P5
1340 PRINT#5, "MACHOS ADULTOS RESTANTES ",A3
1350 LET A1 = A3 + N1
1360 PRINT #5, "MACHOS ADULTOS ",A1
1370 LET T3 = 0
1380 FOR J = 1 TO 6
1390 LET T3 = T3 + S1(J)
1400 NEXT J
1410 LET P6=A1+A2+T3
1420 PRINT #5, "POBLACION TOTAL NATURAL ",P6
1430 LET T4 = 0
1440 FOR J = 1 TO 2
1450 LET T4 = T4 + S3(J)
1460 NEXT J
1470 LET P6 = P6 + T4
1480 PRINT#5, "POBLACION TOTAL (NATURAL + CRIADOS ) ",P6
1490 LET E2 = ((E2 + 1) * A3) + (N1 * 7) / (A3 + N1)
1500 PRINT#5, "EDAD DE MACHOS",E2
1510 LET T2=148.7847*(E2^0.77923)
1520 IF T2 >1050 THEN T2 = 1050
1530 PRINT#5, "TAMAÑO DE MACHOS ",T2
1540 LET E1 = (((E1 + 1) * A4) + ( N2 * 7 )) / (A4 + N2)
1550 PRINT#5, "EDAD DE HEMBRAS ",E1
1560 LET T1=148.7847*(E1^0.76651)
1570 IF T1 >900 THEN T1 =900
1580 PRINT#5, "TAMAÑO DE HEMBRAS ",T1
1590 LET S9(I,1 )=A6
1600 LET S9(I,2)= N6
1610 LET S9(I,3)= A2
1620 LET S9(I,4)= A5
1630 LET S9(I,5)=N5
1640 LET S9(I,6)=A1
1650 LET S9(I,7)=A8
1660 LET S9(I,8)=P6
1670 LET S9(I,9)= P6-T4
1680 LET S9(I,10)= T2
1690 LET S9(I,11)= T1
1700 NEXT I
1710 FOR I = 1 TO 20
```

```
1720 PRINT #5
1730 PRINT #5,S9(I,1),S9(I,2),S9(I,3),S9(I,4),S9(I,5),S9(I,6)
1740 NEXT I
1750 FOR I = 1 TO 20
1760 PRINT #5
1770 PRINT #5,S9(I,7),S9(I,8),S9(I,9),S9(I,10),S9(I,11)
1780 NEXT I
1790 CLOSE
1800 END
```



BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ DEL TORO, M. 1974. Los crocodylia de México. Inst. Mexicano de Rec. Nat. Renov. A.C. México. 70 p.
- BLOHM, T. 1973. Conveniencia de criar cocodrilos en Venezuela con fines económicos y para prevenir su extinción. Proc. of Simposio Int. sobre Fauna Silvestre y Pesca Fluvial y Lacustre Amazónica. Manaó, Brazil. Noviembre.
- BONE, T.G. 1977. Un modelo de simulación para la explotación comercial del chigüire (Hydrochoerus hydrochaeris). Trabajo especial de grado para optar al título de licenciado en Biología. UCV. Caracas, Venezuela.
- BRAZAITIS, J. 1968. The determination of sex in living crocodilians. Brit. J. Herp. 4(3):54-58.
- CHABRECK, R. 1967. Alligator Farming Hints. Game and Fish Comm. Conf. 15.
- CHAFFEE, P.S. 1969. Artificial Incubation of Alligator eggs at Fresno Zoo. Int.Zoo.Yb. 9:34-35.
- CHIRIVI GALLEGO, R.H. 1973. Contribución al conocimiento de la babilla o yacaré tinga (Caiman crocodilus) con notas acerca de su manejo y de otras especies de Crocodylia neotropicales. Unpublished, MS presented to Simposium Intern. sobre Fauna silvestre pesca fluvial y lacustre Amazónica. Manaó, Brazil.
- DOWLING G.H y BRAZAITIS, P. 1964. Size and growth in captive crocodilians. Int.Zoo.Yb. 6: 265-270.
- GORZULA, S.J. 1978. An ecological study of Caiman crocodilus crocodilus inhabiting Savanna Lagoons in the Venezuelan Guayana. Oecologia (berl.) 35: 21-34.
- HOWE W, C. 1979. Natural resource economic: Issues, Analysis, and Policy. John Wiley & sons. NY, USA.
- JEFFERS, J. 1972. Mathematical models in ecology. The 12th Symposium of the British Ecological Society Grange-over-Sands, Lancashire. J.N.R. Jeffers, ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 393 p.
- JOANEN, T. y L. McNEASE. 1971. Propagation of american alligator in captivity. Proc. Southeastern Assoc. Game and fish, Comm. Conf. 25: 106-116.
- _____. 1975. Notes on the reproductive biology and captive propagation of the american alligator. Proc. Southeastern Assoc. Game and fish

Comm. Conf. 29

- JOANEN, T. y L. McNEASE. 1976. Culture of immature american alligator in controlled enviromental chambers. Proc. of seventh annual workshop world, Mariculture Society: 201-211.
- KELEJIAN, H. y W. OATES. 1974. Introduction to econometrics principles and applications. Harper & Row publishers, London. 299 p
- McILHENNY, E. 1934. Notes on incubation and growth of alligator. Copeia, 2:80-88.
- MONDOLFI, E. 1965. Nuestra fauna. El Farol N° 214.
- NICHOLS, J., VIEHMAN, L. CHABRECK, R. y HENDERSON, B. 1976. Simulation of a commercially harvested alligator population in Louisiana. Louisiana State University Center for Agricultural Science. Bull. 691:1-55.
- OJASTI, J. 1973. Estudio Biológico del chigüire o capibara. Ed. Sucre. Caracas. 274 p
*ver Atlas
- PATTEN, B. 1931. Systems analysis and simulations in ecology. Bernard C. Patten, ed. NY, Academic Press.
- POOLEY, T. 1970. Crocodile rearing in Zululand. Animals (London) 13(2): 76-79.
- PUFFEIT, D. 1973. Crocodile farming models. Animals (London) 24:1-15.
- RIVERO-BLANCO, C. 1968. El caimán y su valiosa piel. Líneas 136.
_____. 1970. Foro sobre protección y fomento de la fauna silvestre, Caracas.
_____. 1973. Sobre los hábitos reproductivos de la baba o Jacare-Tinga, (C. crocodilus), en los llanos de Venezuela y las posibilidades de manejo en semi-caurividad, con sugerencias sobre las posibles aplicaciones de la metodología de manejo al caimán negro (M. niger) de las cuencas del Amazonas y río Negro. Simposio internacional sobre fauna silvestre e pesca fluvial e lacustre Amazónica. Manaus, Brazil.
_____. 1974. Hábitos reproductivos de la baba de los llanos venezolanos. Natura 52:24-25.
- ROSEBERRY, J. 1979. Bobwhite populations responses to exploitation: real and simulated. J. Wild. Man. 43(2):285-305.
- SCHIMDT-NIELSEN, K. 1976. Fisiología animal. Omega. España
- STATON, M. y J. DIXON. 1975. Studies on the dry season biology of C. crocodilus from the venezuelan llanos. Memoria de la Sociedad de Ciencias La Salle 10:237-265.

- STATON, M.A. y J. DIXON. 1977. Breeding biology of the spectacled caiman (Caiman crocodilus crocodilus) in the Venezuela llanos. Fish and Wildlife Service. Wildlife Research Report 5. Washington, D.C.
- STENSETH, N.C. 1977. Modelling the population dynamics of voles: models as research tools. *Oikos* 29:449-458, Copenhagen.
- STONEMAN, J. 1969a. Notes on growth and feeding of Crocodilus niloticus. Occas. Papers Ministry Annual Industry, Game & Fisheries. Fisheries Dept. Republic of Uganda (2):11-14.
- _____. 1969b. Crocodile industry in Uganda. Occas. Papers Ministry Annual Industry, Game & Fisheries Dept. Republic of Uganda (3):15-21.
- TAYLOR, G.A. 1975. Managerial and Engineering Economy: Economic Decision-Making. D. Van Nostrand Company. Segunda edición. EUA.
- TORRIANI, H. 1973. Posibilidades de cría del cocodrilo enano negro y del perro de agua amazónico. Simposio internacional sobre fauna silvestre e pesca fluvial e lacustre Amazónica. Manaus, Brazil. Noviembre.
- VAN DYNE, G. 1969. The ecosystem concept in natural resource management. G. M. Van Dyne, ed. NY, Academic Press.
- de WITT, C.T. y J. GOUDRIAAN. 1974. Simulation of Ecological Processes. Centre for agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, Belgium.
- YADAV, R.N. 1977. A further report on breeding the Mugger crocodile at Jaipur Zoo. *Int. Zoo. Yb* 19:66-68.

Entrevista sostenida con Bernard Jomaron, presidente de la industria peletera TENERCO.

- OJASTI, J., 1978. The relation between population and production of the capybara (Hydrochoerus hydrochaeris) Ph.D. thesis. U. of Georgia, Athens, Georgia.