

00361 22
Ley



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LAS
CAPTURAS DE ATUN ALETA AMARILLA
Y BARRILETE EN EL OCEANO PACIFICO
ORIENTAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A

JOSE DE JESUS ROGELIO RODRIGUEZ MALDONADO.

DIRECTOR DE TESIS : M. en C. WALTER RITTER ORTIZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ANALISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LAS
CAPTURAS DE ATUN ALETA AMARILLA
Y BARRILETE EN EL OCEANO PACIFICO
ORIENTAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A

JOSE DE JESUS ROGELIO RODRIGUEZ MALDONADO

MEXICO D. F.

ABRIL 1996

INDICE

	Pág.
INDICE DE FIGURAS	i
INDICE DE GRAFICAS	ii
INDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	6
III. OBJETIVOS	13
IV. METODOLOGIA	14
V. RESULTADOS	27
VI. DISCUSION	86
VII. CONCLUSION	91
VII. APENDICE A	95
VIII. BIBLIOGRAFIA	107

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Principales áreas de captura de Atún Aleta Amarilla y Barrilete en el Océano Pacífico Oriental (Alverson, 1959).	20
Figura 2. Areas estadísticas empleadas por la Comisión Interamericana del Atún Tropical.	21
Figura 3. Areas cubiertas por la pesquería y las áreas de numeración estadística.	22
Figura 4. Atún aleta amarilla <i>Thunnus albacares</i> (Boannaterre, 1788).	23
Figura 5. Barrilete <i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)	25

INDICE DE GRAFICAS

	Pag.
Gráfica 1. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 1.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	43
Gráfica 2. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 2.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	43
Gráfica 3. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 3.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	44
Gráfica 4. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 4.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	44
Gráfica 5. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 5.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	45
Gráfica 6. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 6.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	45
Gráfica 7. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 7.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	46
Gráfica 8. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 8.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	46
Gráfica 9. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 9.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	47
Gráfica 1. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 1.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	48
Gráfica 2. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 2.	

Capturas Pobres-Area norte., para el Atún Aleta Amarilla.	48
Gráfica 3. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 3.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	49
Gráfica 4. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 4.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	49
Gráfica 5. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 5.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	50
Gráfica 6. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 6.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	50
Gráfica 7. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 7.	
Capturas Pobrea-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	51
Gráfica 8. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 8.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	51
Gráfica 9. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 9.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	52
Gráfica 1. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 1.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Barrilete.	53
Gráfica 2. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 2.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Barrilete.	53
Gráfica 3. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 3.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Barrilete.	54
Gráfica 4. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 4.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Barrilete.	54
Gráfica 5. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 5.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	55
Gráfica 6. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 6.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	55

Gráfica 7. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 7.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	56
Gráfica 8. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 8.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	56
Gráfica 9. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 9.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	57
Gráfica 1. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 1.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Barrilete.	58
Gráfica 2. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 2.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Barrilete.	58
Gráfica 3. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 3.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Barrilete.	59
Gráfica 4. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 4.	
Capturas Pobres-Area norte., para el Barrilete.	59
Gráfica 5. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 5.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	60
Gráfica 6. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 6.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	60
Gráfica 7. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 7.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	61
Gráfica 8. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 8.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	61
Gráfica 9. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 9.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	62
Gráfica 1. Método Poissoniano de nacimiento, área 1.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	63

Gráfica 2 .Método Poissoniano de nacimiento, área 2.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	63
Gráfica 3. Método Poissoniano de nacimiento, área 3.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	64
Gráfica 4. Método Poissoniano de nacimiento, área 4.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	64
Gráfica 5. Método Poissoniano de nacimiento, área 5.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	65
Gráfica 6. Método Poissoniano de nacimiento, área 6.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	65
Gráfica 7. Método Poissoniano de nacimiento, área 7.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	66
Gráfica 8. Método Poissoniano de nacimiento, área 8.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	66
Gráfica 9. Método Poissoniano de nacimiento, área 9.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	67
Gráfica 1. Método Poissoniano de nacimiento, área 1.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	68
Gráfica 2. Método Poissoniano de nacimiento, área 2.	
Capturas Pobres-Area norte., para el Atún Aleta Amarilla.	68
Gráfica 3. Método Poissoniano de nacimiento, área 3.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	69
Gráfica 4. Método Poissoniano de nacimiento, área 4.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.	69
Gráfica 5. Método Poissoniano de nacimiento, área 5.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	70
Gráfica 6. Método Poissoniano de nacimiento, área 6.	

Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	70
Gráfica 7. Método Poissoniano de nacimiento, área 7.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	71
Gráfica 8. Método Poissoniano de nacimiento, área 8.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	71
Gráfica 9. Método Poissoniano de nacimiento, área 9.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.	72
Gráfica 1. Método Poissoneano de nacimiento, área 1.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Barrilete.	73
Gráfica 2. Método Poissoneano de nacimiento, área 2.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Barrilete.	73
Gráfica 3. Método Poissoneano de nacimiento, área 3.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Barrilete.	74
Gráfica 4. Método Poissoneano de nacimiento, área 4.	
Capturas Ricas-Area norte, para el Barrilete.	74
Gráfica 5. Método Poissoneano de nacimiento, área 5.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	75
Gráfica 6. Método Poissoneano de nacimiento, área 6.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	75
Gráfica 7. Método Poissoneano de nacimiento, área 7.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	76
Gráfica 8. Método Poissoneano de nacimiento, área 8.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	76
Gráfica 9. Método Poissoneano de nacimiento, área 9.	
Capturas Ricas-Area sur, para el Barrilete.	77
Gráfica 1. Método Poissoneano de nacimiento, área 1.	

Capturas Pobres-Area norte, para el Barrilete.	78
Gráfica 2. Método Poissoneano de nacimiento, área 2.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Barrilete.	78
Gráfica 3. Método Poissoneano de nacimiento, área 3.	
Capturas Pobres-Area norte, para el Barrilete.	79
Gráfica 4. Método Poissoneano de nacimiento, área 4.	
Capturas Pobres-Area norte., para el Barrilete.	79
Gráfica 5. Método Poissoneano de nacimiento, área 5.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	80
Gráfica 6. Método Poissoneano de nacimiento, área 6.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	80
Gráfica 7. Método Poissoneano de nacimiento, área 7.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	81
Gráfica 8. Método Poissoneano de nacimiento, área 8.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	81
Gráfica 9. Método Poissoneano de nacimiento, área 9.	
Capturas Pobres-Area sur, para el Barrilete.	82

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Error cuadrático de la distribución para el Atún aleta amarilla y Barrilete, para el período 1974 a 1988, para capturas ricas y pobres, así como para el área norte y área sur de la pesquería.	83
Tabla 2. Areas que muestran registros de captura del período de 1974 a 1988, considerando capturas ricas y capturas pobres, empleadas en los modelos Markoviano de Nacimiento Lineal y el modelo Poissoniano de Nacimiento.	84
Tabla 3. Prueba de bondad de ajuste (ji-cuadrada), para el proceso Markoviano de Nacimiento Lineal para el atún aleta amarilla y el barrilete, así como para capturas pobres y capturas ricas y para el proceso Poissoniano de Nacimiento, para ambas especies y ambos tipos de captura.	85

RESUMEN

En la presente investigación se analiza el comportamiento de las capturas de túnidos en el Océano Pacífico Oriental, específicamente en las áreas denominadas área 1 (Baja California), área 2 (Islas Revillagigedo), área 3 (Golfo de California), área 4 (Costa mexicana - Golfo de Tehuantepec), área 5 (América Central), área 6 (Golfo de Panamá), área 7 (Islas Malpelo), área 8 (parte Septentrional de Sudamérica) y área 9 (Islas Galápagos) durante el período de 1974 a 1988. Bajo dos grandes perspectivas el análisis espacial, que contempla la dinámica de las capturas en el área del Océano Pacífico oriental y de forma específica en una denominada área norte y otra área denominada como área sur, así como un elemento temporal, basado en el comportamiento de las capturas trimestrales anuales, para un año determinado, por área de un grado, para el período de tiempo mencionado.

El análisis se basa en el estudio del comportamiento de las capturas de las dos principales especies que soportan la pesquería de túnidos, específicamente el Atún Aleta Amarilla (*Thunnus albacares*) y al Barrilete (*Katsuwonus pelamis*).

Este estudio contempla las capturas trimestrales anuales de ambas especies, bajo dos grandes grupos a saber, las capturas pobres (pesca sin captura a 99 tons.) y las capturas ricas (>500 tons.), para el área norte (área 1 a 4) y para el área sur (área 5 a 9) de la pesquería (Alverson, 1959), para ambas especies mencionadas.

En el primer análisis del comportamiento de las capturas, se emplean dos modelos probabilísticos, relacionados con la distribución eficaz de recursos limitados, el modelo Markoviano de Nacimiento Lineal y el modelo Poissoniano de Nacimiento. El primero de ellos con la característica de considerar para el

pronóstico probabilístico del tamaño de la población, dos elementos: el número actual de elementos de la población y la duración del intervalo. El segundo modelo considera de manera independiente que el aporte de nuevos individuos a la población es independiente del tamaño de esta.

En un segundo análisis del comportamiento de las capturas y con el objetivo de simular el comportamiento probabilístico de las capturas bajo las condiciones señaladas, se emplean los modelos de distribución probabilística: Normal, Log-normal, Pearson III o Gamma de tres parámetros, Gumbell y Gumbell de dos poblaciones.

De los principales resultados de la presente investigación, destacan el punto sobre la naturaleza de la pesquería de Atún, que bajo los modelos empleados muestran una naturaleza de retroalimentación del sistema; es decir, el sistema guarda memoria, lo que significa que lo que determina su estado actual en cuanto a las capturas de ambos túnidos, es el estado posterior o temporada de captura antecedente a la actual temporada de captura, para el atún aleta amarilla y el barrilete.

En este caso los eventos tanto en magnitud como el lapso de tiempo transcurrido entre capturas, determinan las magnitudes de las capturas de atún, para ambas especies y para ambas áreas estudiadas, durante el período de análisis.

Es notorio destacar los valores calculados de Lambda para ambos modelos, el que oscila entre 0.4 y en otras ocasiones de 0.5, siendo estables durante el período de análisis, para ambas especies, ya sean capturas ricas y capturas pobres, así como para el área norte y para el área sur.

Por otra parte, en cuanto al modelo probabilístico que simula con mayor aproximación el comportamiento de las capturas para ambas especies, en el espacio-tiempo bajo estudio es el modelo denominado Pearson III o Gamma de tres parámetros, así como también para ambos tipos de capturas, capturas ricas y capturas pobres, durante el período de 15 años (1974 a 1988) analizado.

En cuanto al análisis espacial, se conservan las áreas propuestas por Alverson (1959), de un total de 62 áreas consideradas, mediante el empleo del modelo Markoviano de Nacimiento Lineal y el modelo Poissoniano de Nacimiento, 48 áreas muestran registros de captura para el período de análisis, mientras que ocho áreas no presentan registros de captura para dicho período. En cuanto al análisis temporal, durante el período de estudios se observa que las capturas comienzan con magnitudes bajas en el primer trimestre para aumentar paulatinamente durante los trimestres segundo y tercero, para alcanzar la mayor magnitud en el cuarto trimestre, como muestra del aumento en la eficiencia de captura por parte de la tripulación del barco.

INTRODUCCION

En relación a la pesca oceánica, en concreto su dinámica plantea un problema de máxima importancia. Si entre las causas de mortalidad de las poblaciones pesqueras se considera a la pesca como la fundamental, de forma inmediata surge la necesidad de conocer e implementar las condiciones óptimas que promuevan un máximo aprovechamiento, sin alterar fundamentalmente el equilibrio y la sobrevivencia de las especies explotadas (Anónimo, 1974).

A estas necesidades han respondido las investigaciones biológicas y pesqueras, intentando descubrir una imagen o modelo de las poblaciones que hiciera posible una optimización de la actividad pesquera.

Durante un gran periodo de la historia de la humanidad, la situación de las diferentes pesquerías era de subpesca, en contraste en la actualidad, puede considerarse de SOBRE-PESCA.

El objetivo que se persigue es un estado de pesca óptima, en la que el esfuerzo pesquero esté de acuerdo con las condiciones de conservación y dinámica de las poblaciones naturales y que el producto que se extraiga de éstas, sea de máximo rendimiento sostenible en el tiempo y en el espacio.

Una vez alcanzado el OPTIMO BIOLOGICO (productividad máxima y conservación de la población indefinidamente) el otro óptimo que es necesario alcanzar es el OPTIMO ECONOMICO, en la explotación de la pesquería. Desafortunadamente el óptimo biológico y el económico dependen de múltiples factores, principalmente del desarrollo tecnológico y social de los países que explotan el recurso pesquero.

Este desfaseamiento entre los valores biológicos y los económicos, genera que la mayor parte de las pesquerías funcionen en un estado de sobre-pesca o sub-pesca alejándose del tipo ideal de pesca óptima. Considerando el proceso pesquero desde un punto de vista económico, es necesario tener en cuenta tres factores principales: 1.-el esfuerzo pesquero, 2.-el rendimiento de la pesca y 3.-el costo, así, una pesquería deja de ser rentable, en el momento en que el valor del rendimiento iguala al de los costos (Anónimo, 1974).

Otro factor de igual importancia que genera diferencias entre el óptimo biológico y el económico, radica en la distribución de la flota pesquera. Normalmente al buscar la flota, rendimientos más elevados, ésta se concentra en las costas, una buena proporción del esfuerzo pesquero se localiza a distancias cercanas de los puertos pesqueros, ambas situaciones determinan una distribución desigual de la flota, sobre el área general de la pesquería con el consiguiente peligro de sobre-pesca.

Uno de los principales aportes del estudio científico de los sistemas, radica en prever con tiempo la abundancia y la posibilidad de captura de los organismos. El obtener estos datos facilita la regulación de la inversión económica y humana. Los datos del sistema se obtienen conociendo la dinámica de las poblaciones bajo explotación, lo que permitirá conocer la evolución de dicha población de interés, en dicho sistema, en términos generales.

La abundancia y las posibilidades de captura de las poblaciones depende de una amplia variedad de factores aleatorios, que pueden modificar ampliamente los resultados previstos, así resulta prioritario predecir la pesca a corto y largo plazo, o si esto es poco factible, conocer la dinámica y factores externos que lo determinan, y así también como un elemento central, la probabilidad de mayores

posibilidades de ocurrencia del evento en cuestión, en el caso particular de la captura del atún, la predictibilidad de capturas pobres y capturas ricas que permitan una mayor eficiencia en los lances y reduzca los costos de operación, así como contribuir en la eficiencia de operación de la flota al realizar los lances en áreas con mayores probabilidades de captura rica y evitar capturas o llevar a cabo operaciones en aquellas áreas que producen capturas pobres.

La importancia de la posición de México en cuanto a su actividad pesquera en el Océano Pacífico queda de manifiesto a través de la investigación realizada por Davila (1985) donde la pesca por océano muestra que dividimos a éste en tres regiones acotada aproximadamente a los paralelos 20°N y 20°S se obtiene:

REGION GEOGRAFICA	MILLONES DE TONS.	PORCENTAJE
Región del norte	2.5	48
Región del centro	2.3	44
Región del sur	0.4	08
	5.2	100

Fuente: modificado de Davila (1985).

donde destaca la posición del área norte y centro con 4.8 millones de toneladas (op.cit.).

En cuanto a la importancia por familias que se capturan en estos océanos, las capturas mundiales, por familia de peces marinos destacan en la tercera posición con cinco punto dos millones de toneladas a los escómbridos, de un total de 44.2 millones de toneladas para 1981.

Al detallar la constitución de este volumen de captura de escómbridos por grupo, destaca la participación de los túnidos mayores:

GRUPO	MILES DE TONS.	%
Caballas	2,769	54
Caritas	253	5
Túnidos menores	269	5
Túnidos mayores	1,836	36
Tasarte, Peto, etc.	1	0
	5,128	100

Fuente: modificado de Davila (1985).

A un nivel de análisis más fino destaca la participación del barrilete *Katsuwonus pelamis* y del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en la constitución de estas capturas mundiales registradas para 1981.

Nombre científico	miles de tons.	%
<i>Katsuwonus pelamis</i>	778	43
<i>Thunnus thynnus orientalis</i>	33	2
<i>Thunnus thynnus thynnus</i>	21	1
<i>Thunnus tonggol</i>	0	0
<i>Thunnus atlanticus</i>	1	0
<i>Thunnus alalunga</i>	201	11
<i>Thunnus maccoyii</i>	35	2
<i>Thunnus albacares</i>	578	31
<i>Thunnus obesus</i>	189	10
	1,836	100

Fuente: modificado de Davila(1985).

Una vez clarificada la importancia de algunos elementos (óptimo biológico-óptimo económico-sobrepesca-crecimiento exponencial-optimización de los recursos) que influyen en el estado que guarda un recurso pesquero, como lo es el caso del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y el barrilete (*Katsuwonus pelamis*) de amplia importancia socio-económica para México, así como la naturaleza compleja del sistema sujeto de interés, la presente investigación está orientada a analizar el comportamiento dinámico, espacio-temporal de capturas de atún aleta amarilla (*T. albacares*) y del barrilete (*K. pelamis*), en el área del Pacífico Oriental Tropical, específicamente en nueve áreas de interés para México, así como para dos tipos de capturas, denominadas capturas ricas y capturas pobres, mediante una técnica proveniente de la metodología empleada en la investigación de operaciones, para el caso particular de la optimización de recursos (modelo markoviano y modelo poissoniano), así como de una técnica estadística probabilística (modelos de distribución probabilística), para analizar el comportamiento de las capturas y su posible predictibilidad.

ANTECEDENTES

A partir de la ecología de poblaciones, que estudia las causas que determinan la abundancia de una o varias especies en una determinada localidad, esta disciplina nos permite en sus aspectos cuantitativos mediante el empleo de modelos matemáticos, la predicción de la distribución espacio-temporal de las capturas de túnidos en el Océano Pacífico Oriental Tropical (Franco, 1990).

En relación al patrón de distribución de los organismos existen principalmente dos tendencias teóricas: a) el modelo super-organismico de Clemens y b) el modelo individualístico de Gleason. Este último ha retomado vigencia con la hipótesis de que la distribución de la población sigue un patrón aleatorio (Mass y Martínez, 1990).

En relación a la población, se ha considerado que el tamaño de una población de organismos, fluctúa en el tiempo como resultado de los nacimientos, muertes y, algunas veces la densodependencia influye en esta variación, que los patrones espaciales deben ser descritos en el tiempo y en el espacio (Pielou, 1969).

Así, el número de individuos de una población continuamente cambia con el tiempo y la distancia, la posición de un individuo en el medio, en cualquier instante representa la culminación de la historia de nacimientos, muertes y movimientos (Poole, 1974).

Entre las causas que generan una determinada forma de distribución, están las de índole ecológico y las de índole zoogeográfico, además es necesario diferenciar la distribución como concepción estadística de la disposición y/o arreglo como la distribución espacial de un organismo o de la población (Rabinovich, 1980).

Se ha considerado una relación recíproca entre los órganos del cuerpo humano y entre los elementos de un ecosistema. Así los ecosistemas se caracterizan por cuatro clases principales de orden, los órdenes EVOLUTIVO, ESPACIAL TEMPORAL Y METABOLICO (Emmel, 1984).

Considerando estos órdenes, bajo el concepto de RECURSO, un recurso está implícitamente definido como aquel que se reparte entre especies co-existentes, en torno del cual esta repartición de recursos explica su co-existencia (Ortega, 1981).

En este sentido los recursos deben definirse por su uso y sus efectos potenciales sobre los individuos, así un recurso es un factor ambiental directamente usado por un organismo y que puede influir potencialmente en el índice de crecimiento individual (Wiens, 1984).

Los recursos exhiben una dinámica espacio-temporal dentro de los modelos de abundancia y probablemente la distribución de los recursos es heterogénea o se presenta a manera de parches, al menos en algún grado y esta variación en abundancia tendrá diversos efectos sobre los individuos, poblaciones y comunidades (Wiens, 1976).

Por otra parte el concepto de nicho hutchinsoniano considera un conjunto multidimensional de ejes o recursos que utiliza una determinada población y este número de ejes se puede considerar infinito y se admite de manera general que son tres los ejes esenciales en los cuales se agregan los nichos: a) alimento, b) espacio y c) tiempo (Ortega, 1981).

Se considera que la dimensión espacio (hábitat) es más importante que la dimensión por tipo de alimento, la cual considera más importante que la dimensión

tiempo (temporal) debido a que la segregación espacial es uno de los principales factores que minimiza la competencia entre las especies y así contribuyen a la coexistencia (Schoener, 1974).

En este sentido, tanto la espacialidad como la temporalidad acatan y dirigen la dinámica de sistemas multifactoriales, como los pesqueros, en sus procesos económicos, políticos, demográficos y ecológicos (Leff, 1990).

El interés sobre el recurso atún, en el caso del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y barrilete (*Katsuwonus pelamis*), está relacionado con la importancia histórica y económica que ha venido retomando la pesquería del atún soportada inicialmente por el atún aleta amarilla (*T. albacares*) y que posteriormente incorporó como segunda especie en importancia al barrilete (*K. pelamis*) que se presenta en cantidades comerciales importantes, desde Baja California hasta el Perú (Rodríguez, 1986).

En el Pacífico, la pesquería que había comenzado en el lado oeste del Océano, se extendió en 1955 hacia el Pacífico o Oriental, al este de los 130° W y desde entonces ha aumentado en intensidad y se ha ampliado geográficamente. Antes de 1951 se había efectuado poca investigación para obtener la información concerniente a la biología, ecología, estructura de la población, estadísticas vitales y a las relaciones de captura y el esfuerzo requerido para evaluar los recursos de los atunes y los efectos que la pesca causa sobre ellos (Rodríguez, 1986).

En relación a los movimientos migratorios, los atunes son extremadamente móviles y pueden atravesar grandes distancias en corto tiempo. Estudios realizados por el personal de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, han demostrado que de un año a otro, se operan cambios considerables en la distribución de ambas

especies, como también de un trimestre a otro, en el mismo año (Schaefer, Chatwin y Broadhead, 1961).

La importancia para México no es sólo de índole socio-económico y político, sino también, reviste una gran importancia estratégica, por la proximidad que México ejerce sobre las áreas de mayor abundancia de este recurso. En 1970 en la zona de las 200 millas de los estados rivereños, se capturó el 74% del total del volumen capturado para el atún y frente al litoral mexicano se obtuvo el 44.3% del volumen total capturado para este año. Si consideramos únicamente el tonelaje pescado en el área de las 200 millas de todo el litoral oriente del Pacífico, le corresponde a México el 60% de la captura total (Ritter, et al. 1982).

Las investigaciones que se han realizado en torno al atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y Barrilete (*Katsuwonus pelamis*) desde su origen ha tenido un fuerte componente utilitario, siendo el antecedente más antiguo el de 1951, cuando se firma el convenio por el cual se crea la Comisión Interamericana del Atún Tropical, planteando esencialmente los siguientes objetivos:

1. recolección y recopilación de estadísticas de la pesca total de atún en las aguas tropicales del Pacífico Oriental.
2. desarrollo de un sistema de diario de abordaje para obtener información detallada respecto de las operaciones corrientes de la pesca.
3. recolección de informes de los diarios de navegación durante años pasados.
4. recolección y análisis de otros datos sobre la cantidad y el resultado de la pesca.
5. investigaciones sobre la biología, ecología y utilización de las especies de peces-camada.
6. desarrollo de planes para una investigación oceanográfica, aún cuando los datos de captura datan de 1918, estos objetivos reflejan la importancia de la pesquería desde la sistematización de su administración.

México se incorpora a la Comisión el 25 de enero de 1949 (Anónimo, 1950-1951).

En 1952 se utilizan los libros o diarios de abordo donde se detecta un área constante de captura y registro, que va de los 10° norte a los 05° sur (Anónimo, 1953).

Es en 1955, cuando se construye un mapa usado en el programa de "medidas en el mercado", que muestra zonas históricas de registro y captura (Anónimo, 1956).

Para 1964, se presenta un área de reglamentación propuesta para el atún aleta amarilla (*Thunus albacares*) del Pacífico Oriental, de los 40° latitud norte a los 40° latitud sur y a los 130° longitud oeste (Anónimo, 1965).

En 1967 se determina utilizar un área reglamentaria de la Comisión (A.R.C.), para la explotación del atún aleta amarilla (*Thunus albacares*) del Pacífico Oriental (Anónimo, 1968).

Estas acciones demuestran la necesidad histórica de la Comisión de contar en términos espaciales, de una sistematización del comportamiento de la pesca del atún aleta amarilla del Pacífico Oriental.

Otra vertiente es la relacionada con las investigaciones que se plantean durante el desarrollo de la pesquería y que en alguna medida reflejan el estado que guarda, en cuanto al conocimiento de la misma, hacia un manejo óptimo del recurso. La Comisión sistematiza en una primera instancia la pesca de 1918 a 1950 para el aleta amarilla y el barrilete (*Katsuwonus pelamis*) (Anónimo, 1950-1951).

En 1955, la Comisión se plantea tres grandes rubros sobre los cuales se realizan actividades de investigación, estos son: 1. estadísticas corrientes de la captura total, volúmen y resultados de las actividades pesqueras y de la abundancia de las poblaciones de peces. Destaca en este apartado un especial interés al análisis y compilación de los datos históricos sobre el atún y los peces carnada; 2. biología, historia natural y ecología del atún y; 3. oceanografía física, química y biológica del Pacífico Oriental (Anónimo, 1954).

En 1960, se amplían los rubros de interés para la Comisión, siendo estos: 1.-compilación de las estadísticas de la pesca total, volúmen y resultado de las actividades pesqueras y abundancia de las poblaciones de peces; 2.-estado actual de las poblaciones de atunes; 3.-estadística de pesca de atunes; 4.-estadísticas vitales, migraciones y estructura de las poblaciones de atunes y; 5.-biología y hábitos de los atunes (Anónimo, 1959).

Para 1965, son cuatro las líneas de interés, siendo éstas en términos generales: 1.-recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura y de los datos de los cuadernos de bitácora e información afín de los clippers y de los rederos; 2.-estructura de la población, migraciones y estadísticas vitales; 3.-biología y comportamiento del atún y un componente relacionado con el comportamiento de la flota en el Océano Pacífico Oriental (Anónimo, 1964).

En 1970 se mantienen algunos intereses por parte de la Comisión en lo referente a las investigaciones que se desarrollan, siendo estas: 1. estadísticas de captura y desembarque, destaca el estudio referente a la eficiencia de los barcos rederos; 2. estadísticas vitales, estructura poblacional y migraciones y; 3. biología atunera (Anónimo, 1969).

Para 1975, las líneas de investigación se reducen destacando en relación a los parámetros espacio-temporales: 1.-estadística de captura y desembarque del Pacífico Oriental; 2.-captura por tonelada de capacidad de acarreo y 3.-estudios computacionales de simulación (TUNPOT).

En relación con las investigaciones que relacionan los factores abióticos-pesquería, en 1970 se observó que los mejores años de pesca del barrilete, 1959 y 1967, fueron precedidos por años cálidos, la relación estudiada, temperatura superficial-desove o sobrevivencia al concluir los datos de 1970, se muestra estadísticamente inconistente. En una visión holística, se han relacionado la temperatura de la superficie del mar y la abundancia aparente del barrilete en su segundo año de vida, el índice de oscilación austral (O.A.) y el índice de la mescla del viento, ya que este índice es el responsable del 47% de la variabilidad en la abundancia aparente del barrilete en su segundo año de vida en el Océano Pacífico (Anónimo, 1983).

En 1985, las investigaciones desarrolladas fueron enfocadas a: 1.-biología de túnidos; 2.-estudios de alimentación, edad y crecimiento del atún aleta amarilla y 3.-estadísticas de captura y descargas (Anónimo, 1986).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la distribución espacio-temporal del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del barrilete (*Katsuwonus pelamis*) en el océano pacífico oriental, durante el período de 1974 a 1988.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Determinar en el Océano Pacífico Oriental por especie atún aleta amarilla y barrilete, por área norte y área sur así como para capturas pobres y capturas ricas, el comportamiento histórico de las capturas realizadas, en dicha área, para el período 1974 a 1988.

Caracterizar con base en un criterio cuantitativo, el tipo de modelo (probabilístico o estocástico) de mejor ajuste, por periodos trimestrales anuales a los datos históricos registrados de las capturas de atún aleta amarilla (*T. albacares*) y barrilete (*K. pelamis*).

Determinar el tipo de distribución probabilística, de las capturas del período 1974 a 1988, en el océano pacífico oriental, mediante el empleo de la 1.-distribución normal, 2.-distribución Log-normal, 3.-distribución tipo Pearson III o Gamma de tres parámetros, 4.-distribución Gumbel y 5.-distribución Gumbel de dos poblaciones.

METODOLOGIA

1.- Se registran las capturas trimestrales por año, por áreas de un grado de lado (fig. 3), por grupo de captura durante el periodo 1974 a 1988 (15 años), a través de los reportes anuales de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (C.I.A.T.), de las áreas regular y ocasionalmente pescada (fig. 4).

2.- Posteriormente se agrupan los datos de los cinco intervalos de captura manejados por la C.I.A.T., a solo dos: capturas ricas y capturas pobres, para el área norte y el área sur de la zona de captura (océano pacífico oriental tropical). Así como para cada especie, Atún Aleta y Barrilete (fig. 5).

Las áreas empleadas en esta sección son :

Area-1: Baja California. AREA NORTE.

Area-2: Islas Revillagigedo. AREA NORTE.

Area-3: Golfo de California. AREA NORTE.

Area-4: Costa mexicana-Golfo de Tehuantepec. AREA NORTE.

Area-5: América Central. AREA SUR..

Area-6: Golfo de Panamá. AREA SUR.

Area-7: Islas Malpelo. AREA SUR.

Area-8: Parte Septentrional de SudAmérica. AREA SUR.

Area-9: Islas Galápagos. AREA SUR.

3.- Una vez capturada la información y agrupada en capturas pobres (0 a 99 Tons.) y capturas ricas (100 a más de 500 Tons.), bajo este esquema, se procede a emplear el modelo probabilístico markoviano de nacimiento lineal y el modelo poissoniano (Bronson,1983), para el atún aleta amarilla y barrilete, así como para ambas áreas (área norte: área 1 a 4 y área sur: área 5 a 9).

Los valores de λ , que se emplean para ambos modelos, se calculan por el método de mínimos cuadrados para ambos casos a partir de graficar los datos observados para ambas especies, versus el tiempo en trimestres para un periodo anual, por área norte y área sur, así como para las capturas denominadas ricas y capturas pobres.

PROCESO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL (Bronson, 1983):

$$E [N(t)] = N(0)^{\lambda} e$$

donde:

$N(0)$ = a la población inicial al tiempo cero.

$e = 2.9212$

t = tiempo (1 trimestre).

$\lambda = 0.4$ y 0.8 calculado por el método de mínimos cuadrados.

PROCESO POISSONEANO DE NACIMIENTO.

$$Nt = N_0 + \lambda t$$

donde:

N_0 = a la población inicial al tiempo cero.

λ = coeficiente de nacimiento y es igual a 0.9, calculado por el método de mínimos cuadrados.

t = tiempo (1 trimestre).

4.- A las capturas por pesca de ambas especies y sin considerar el área norte y sur, se aplican los modelos probabilísticos de distribución: 1.-distribución normal, 2.-distribución Log normal, 3.-distribución tipo Pearson III o Gamma de tres parámetros, 4.-distribución Gumbel y 5.-distribución Gumbel de dos poblaciones.

Se analiza el mejor ajuste a los datos históricos, mediante la técnica del error cuadrático mínimo (Aparicio, 1989).

DISTRIBUCION NORMAL.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

en su forma de variable estandarizada, donde:

$\mu = \bar{x}$, media de la población.

$\sigma = S$, desviación estandar de la población.

DISTRIBUCION LogNORMAL.

$$Z = \frac{\ln x - \alpha}{\beta}$$

en su forma estandarizada, donde:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \ln X_i}{n}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln X_i - \alpha)^2}{n}}$$

y n = número total de datos u observaciones.

DISTRIBUCION PEARSON III O GAMMA DE TRES PARAMETROS.

$$Y = \frac{x - \delta_1}{\alpha_1}$$

en su forma de variable estandarizada, donde:

$$\gamma = \frac{\sum (X_i - \bar{x})^2 / n}{S}$$

$$\beta_1 = (2 / \gamma^2)$$

$$\alpha_1 = \frac{S}{\sqrt{\beta_1}}$$

$$\delta_1 = \bar{x} - \alpha_1 \beta_1$$

DISTRIBUCION GUMBEL.

Es la función de distribución de probabilidad (Aparicio, 1989):

$$F(x) = e^{-\alpha(x-\beta)}$$

donde:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S}$$

y,

$$\beta = \bar{x} - 0.45 S$$

para muestras muy grandes, o como:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S}$$
$$\beta = x - \mu_y / \alpha$$

para muestras relativamente pequeñas, donde μ_y y α_y se presenta en la tabla (apéndice A).

FUNCIONES DE DISTRIBUCION PARA DOS POBLACIONES.

$$F(x) = e^{-\alpha_1(x-\beta_1)} [p + (1-p)e^{-\alpha_2(x-\beta_2)}]$$

donde α_1 y β_1 son los parámetros correspondientes a la población norte y α_2 β_2 corresponden a la del sur.

$$p = \frac{N_n}{N_t}$$

donde:

N_n = es el número de años de registro en que un evento máximo no se registra por la población A.

N_t = es el número total de años de registro.

Los valores de α_1 y β_1 , así como los de α_2 β_2 se calculan en la misma forma que para la distribución Gumbel, explicada anteriormente, empleándose los valores correspondientes de la población uno y los de la población dos.

Para esta sección se agregaron los datos de los rangos de captura estadística propuestos por la CIAT (Alverson, 1959):

grupo-1: esfuerzo sin captura

grupo-2: menos de 25

grupo-3: 25 - 99

grupo-4: 100 - 499

grupo-5: 500 y más

a los siguientes grupos:

Capturas pobres: grupo-1 + grupo-2 + grupo-3

Capturas ricas: grupo-4 + grupo-5.

Resultando los rangos ajustados y empleados como :

a) Capturas pobres: esfuerzo sin captura - 99 t.s.t. (miles de toneladas cortas por sus siglas en ingles).

b) Capturas ricas: 100 - más de 500 t.s.t. (miles toneladas cortas por sus siglas en ingles).

ERROR CUADRATICO MINIMO.

Se calcula como:

$$C = \left[\sum_{i=1}^n (x_{ei} - x_{oi})^2 \right]^{1/2}$$

donde:

x_{ei} = es el i-ésimo dato estimado.

x_{oi} = es el i-ésimo dato, calculado con la función de distribución bajo análisis.

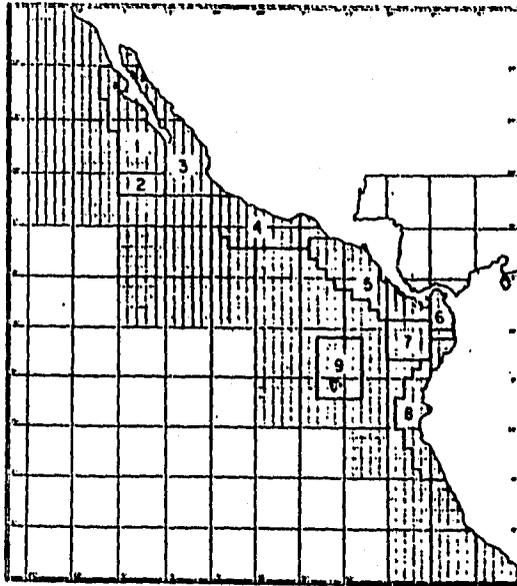


FIGURA 1 DELIMITACION GEOGRAFICA DE LAS PRINCIPALES AREAS DE DE ATUN: ALETA AMARILLA Y BARRILETE EN EL PACIFICO ORIENTAL : (1) BAJA CALIFORNIA, (2) ISLAS REVILLA GIGEDO, (3) GOLFO DE CALIFORNIA, (4) COSTA MEXICANA-GOLFO DE TEHUANTEPEC, (5) AMERICA CENTRAL, (6) GOLFO DE PANAMA, (7) ISLAS MALPELO, (8) PARTE SEPTENTRIONAL DE SUD AMERICA E (9) ISLAS GALAPAGOS (ALVERSON, 1959).

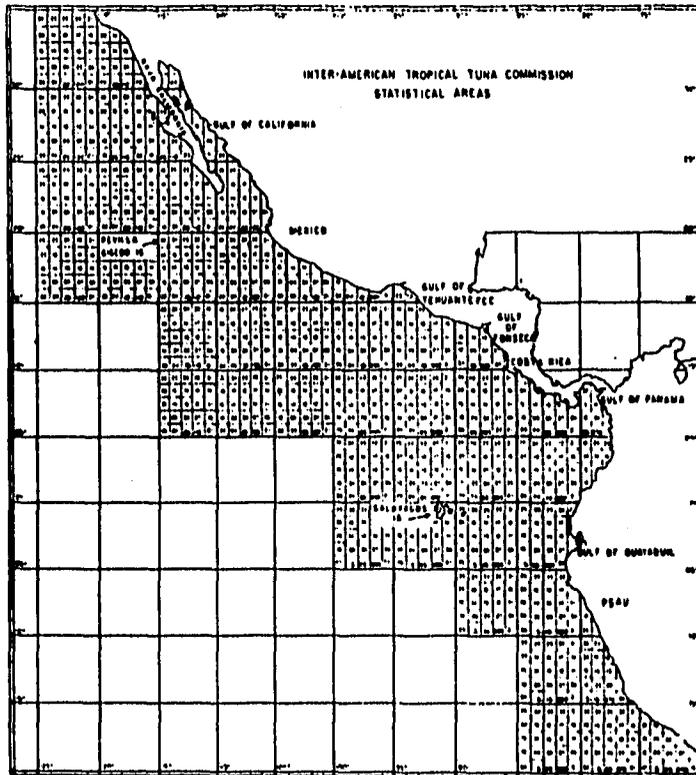


FIGURA 2 AREAS ESTADISTICAS EMPLEADAS POR LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL (C.I.A.T.)

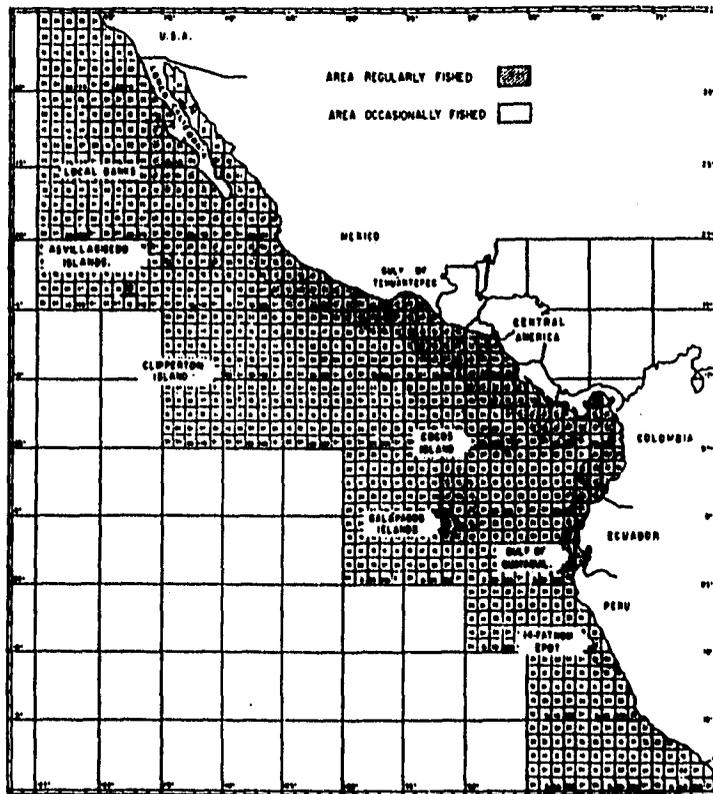


FIGURA 3 AREAS CUBIERTAS POR LA PESQUERIA Y SISTEMA
 NUMERADO DE AREAS ESTADISTICAS C.C.I.A.T.S.

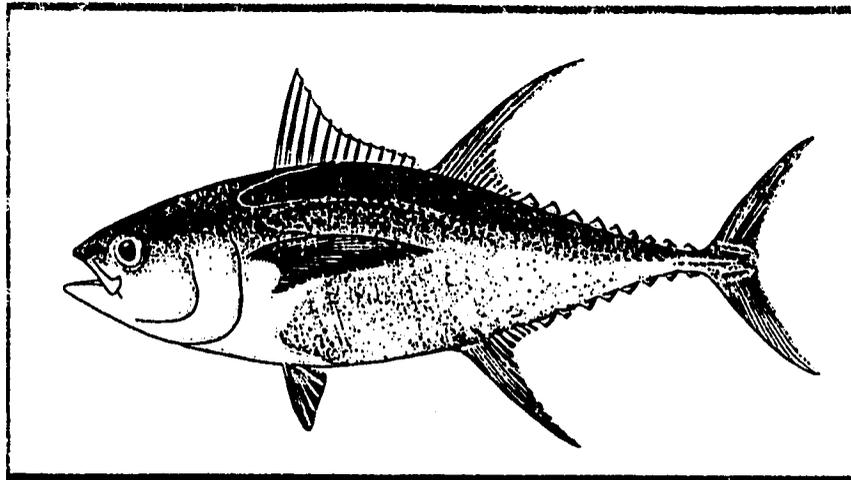


Figura 4. *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788).

Fuente: modificado de Collete y Nauen (1983).

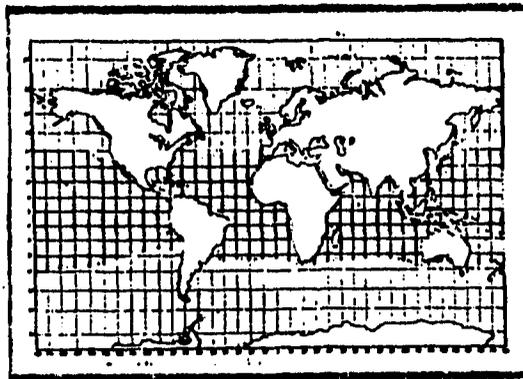
DIAGNOSIS: especie con una depresión cerca de la mitad de la base de la primera aleta dorsal, peines branquiales de 26 a 34 en el primer arco, algunas especímenes grandes presentan una segunda aleta dorsal y anal, muy larga, que puede ser mayor al 20% de la longitud total. La aleta pectoral moderadamente larga, alcanzando más allá de la segunda dorsal, pero no más allá de el fin de la base, generalmente de 22 a 31 % de la longitud total.

Presenta 18 vértebras precaudales, más 21 caudales. Color: en el dorso color azul oscuro metálico cambiando de amarilla a plateado en el costado. El costado frecuentemente cruzado por aproximadamente 20 segmentos de líneas verticales cercanos a la línea media. Las aletas caudales dorsal y anal de color amarillo brillante, la aleta caudal con un borde angosto de color negro.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA: De distribución mundial en los mares tropicales y sub tropicales, pero ausente en el Mar Mediterráneo.

HABITAT Y BIOLOGIA: Especie epipelágica oceánica, las capas termales de ocurrencia son de 18°C a 31°C, la distribución vertical parece estar influenciada por la estructura térmica de la columna de agua. El atún aleta amarilla está esencialmente confinado por arriba de los 100 m., de la columna de agua en áreas con una oxiclina marcada. La distribución larval en aguas ecuatoriales es transoceánica alrededor de un año, pero hay cambios estacionales en la densidad larvaria en aguas subtropicales.

INTERES PARA LA PESQUERÍA: Es un importante túnido, capturado a través de los mares tropicales y subtropicales. Recientes estadísticas de captura para esta especie incluyen reportes de 14 áreas de captura por 35 países. Las capturas más importantes se obtienen del área 71, 77 (mayores a las 100,000 tons. métricas), y 34 (menores a las 10,000 tons. métricas). Las capturas mundiales para 1981 totalizaron 526,340 tons. métricas.



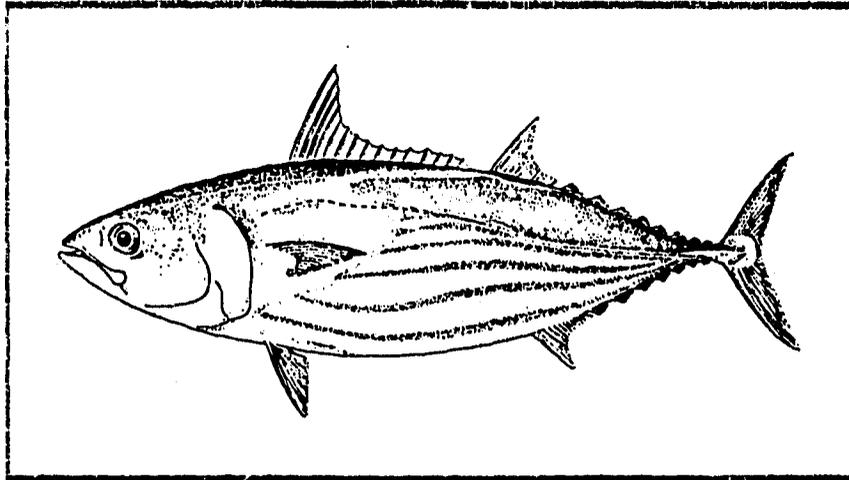


Figura 5. *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758).

Fuente: modificado de Collete y Nauen (1983).

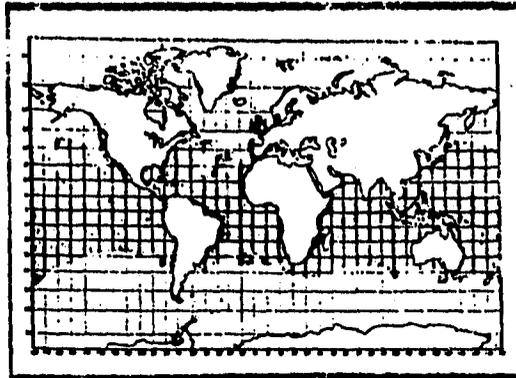
DIAGNOSIS: Cuerpo fusiforme, elongado y redondeado, pequeños dientes conicos en una serie simple, peines branquiales numerosos de 53 a 63 en el primer arco. Dos aletas dorsales separadas por un pequeño interespacio (no mayor que la longitud del ojo), el primero con 14 a 16 espinas, el segundo seguido de 7 a 9 aletillas caudales, aleta pectoral corta con 26 a 27 rayos, proceso interpélvico pequeño y bifido, aleta anal seguida de 7 a 8 aletillas caudales. 41 vertebras. Color negro y azul oscuro nacarado, los costados inferiores plateados con 4 a 6 bandas longitudinales oscuras que en los especímenes vivos pueden aparecer como líneas discontinuas de manchas.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA: Cosmopolita en aguas tropicales y en aguas de temperatura tibia, ausente de el Mar Negro.

HABITAT Y BIOLOGIA: Especie oceánica epipelágica, los adultos se distribuyen con la isoterma de 15°C (el rango de ocurrencia oscila de 14.7°C a 30°C), las larvas estan fuertemente restringidas a aguas con temperaturas superficiales de al menos

de 25°C. Las agregaciones de esta especie tienden a estar asociadas con convergencias, cuerpos entre masa de agua fría y tibia (frentes polares), surgencias y otras discontinuidades hidrográficas. La distribución vertical va de la superficie a aproximadamente los 260 metros durante el día, pero es limitado a las aguas superficiales en la noche. La longitud máxima es de aproximadamente 108 cm., correspondiente a un peso de 32.5 a 34.5 kg., comúnmente de 80 cm. de longitud y un peso de 8 a 10 kg., la longitud a la primera madurez sexual es de aproximadamente de 45 cm.

INTERES PARA LA PESQUERIA: Las capturas de barrilete significan más del 40% de las capturas totales de túnidos y ha comenzado a reemplazar al atún aleta amarilla como la especie dominante desde hace algunos años. En el periodo 1978 a 1981 se reportaron capturas de 43 naciones de 15 áreas de captura, las capturas mundiales en este periodo fluctuaron entre 697,760 (en 1981) y 796,034 tons., métricas (en 1978).



RESULTADOS

ATUN ALETA AMARILLA (*Thunnus albacares*)

Recordando el fundamento teórico de los procesos: Markoviano de nacimiento lineal y Poissoniano de nacimiento; el primero de ellos considera: que la probabilidad de un nacimiento en un pequeño intervalo es proporcional tanto al número actual de los elementos de la población, como a la duración del intervalo.

El segundo proceso: es un proceso Markoviano puro de nacimiento en el cual la probabilidad de un nacimiento en cualquier intervalo pequeño es independiente del tamaño de la población.

Empleando el modelo del proceso Markoviano de nacimiento lineal para las nueve áreas estudiadas por Alverson (1959), para ambas áreas (asi como capturas ricas y pobres) y para ambas especies Aleta Amarilla y Barrilete, se obtiene:

AREA 1 (BAJA CALIFORNIA)-R (A.A.): (A-1-R-A.A.)

De la gráfica 1-capturas ricas, se observa que los valores observados, de las capturas, a partir del primer trimestre muestran un comportamiento ascendente hasta el cuarto trimestre, lo que representa un periodo anual de capturas.

La simulación del modelo empleado a partir del segundo y tercer trimestre, muestran un comportamiento similar al observado y en el cuarto trimestre muestran un comportamiento ascendente similar al observado de magnitud mayor el calculado respecto al valor observado.

El rango de valores observados oscila de 6 a 49 mil tons. cortas, mientras que los valores calculados a partir del segundo al cuarto trimestre oscila de 16 a 17 mil tons. cortas.

AREA 1 (BAJA CALIFORNIA)-P (A.A.): (A-1-P-A.A.)

De la gráfica 1-capturas pobres, a partir del primero al cuarto trimestre, presenta un comportamiento ascendente.

En relación al proceso simulado por el modelo empleado a partir del segundo trimestre al cuarto, muestra un comportamiento ascendente, destacando que en el segundo y tercer trimestre los valores se encuentran más próximos (observado-calculado) y el valor del cuarto trimestre calculado, muestra una mayor magnitud con respecto al valor observado.

El rango de valores observados durante el periodo (1974-1988), oscila de 0.5 a 19 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre, respectivamente.

En el caso de los valores calculados oscilan de 9 a 44 mil tons. cortas del segundo al cuarto trimestre.

AREA 2 (ISLAS REVILLA GIGEDO)-R (A.A.): (A-2-R-A.A.)

De la gráfica 2-capturas ricas, en el caso del área dos (capturas ricas) se muestra tanto para los valores observados como para los calculados, un comportamiento igual del primero al tercer trimestre, observándose una ligera variación para el cuarto trimestre. Resaltando que ambas curvas no rebasan las 10 mil tons. cortas los valores registrados para los valores observados oscilan de 1 a 7 mil tons. cortas, al igual que los valores calculados, excepto para el cuarto trimestre que muestra un valor de 8 mil tons. cortas.

AREA 2 (ISLAS REVILLA GIGEDO)-P (A.A.): (A-2-P-A.A.)

De la gráfica 2-capturas pobres, para el caso de las capturas pobres en dicha región, los valores observados muestran un comportamiento ascendente en los 4 trimestres, en tanto que los valores calculados a partir del segundo y tercer trimestre, tienden a converger hacia el cuarto trimestre, cuya magnitud es igual en ambos casos.

Las magnitudes de los valores observados oscilan de 4 a 13 mil tons. cortas, para el primero y cuarto trimestre, en tanto que para los valores calculados, oscila a partir del segundo trimestre de 6 mil a 13 mil tons. cortas para cuarto trimestre.

AREA 3 (GOLFO DE CALIFORNIA)-R (A.A.): (A-3-R-A.A.)

De la gráfica 3-capturas ricas, en el caso del área tres (capturas ricas), se observa un comportamiento ascendente del primero al cuarto trimestre para los valores observados, en el caso de los valores calculados se observa el mismo comportamiento del primero al segundo trimestre, mostrando un comportamiento en magnitud mayor a los valores observados a partir del tercero y cuarto trimestre.

Las magnitudes registradas para los valores observados, oscilan de 26 a 103 mil tons. cortas, para el primero y cuarto trimestre. Para los valores calculados se muestra que oscilan de 26 a 286 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre, sobreponiéndose ambas curvas en el primero y segundo trimestre.

AREA 3 (GOLFO DE CALIFORNIA)-P (A.A.): (A-3-P-A.A.)

SIN REGISTRO.

AREA 4 (COSTA MEXICANA-GOLFO DE TEHUANTEPEC)-R (A.A.):

(A-4-R-A.A.)

En esta gráfica 4-capturas ricas, los valores observados oscilan de 40 a 118 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre, en el caso de los valores calculados estos oscilan de 60 a 132 mil tons. cortas, del segundo al cuarto trimestre. Ambos valores, observados y calculados muestran tendencias ascendentes.

En el caso del segundo y tercer trimestre, los valores observados se aproximan a los valores calculados, en el caso del cuarto trimestre existe una diferencia aproximada de 14 mil tons. cortas.

AREA 4 (COSTA MEXICANA-GOLFO DE TEHUANTEPEC)-P (A.A.):

(A-4-P-A.A.)

SIN REGISTRO.

AREA 5 (AMERICA CENTRAL)-R (A.A.): (A-5-R-A.A.).

En esta gráfica 5-capturas ricas, los valores observados oscilan de 26 a 145 mil tons. cortas, del primero al cuarto trimestre, con una tendencia ascendente durante los cuatro trimestres, en el caso de los valores calculados estos oscilan de aproximadamente 44 a 108 mil tons. cortas, del segundo al cuarto trimestre, con una tendencia ascendente durante este período.

Tanto la curva de valores observados y calculados se mantienen durante los cuatro trimestres, alejadas una de otra no mostrando sobrelapamientos o intersecciones.

AREA 5 (AMERICA CENTRAL)-P (A.A.): (A-5-P-A.A.).

En el caso de la gráfica 5-las capturas pobres (P) para esta área, se observa que

los valores observados oscilan de 10 a 24 mil tons. cortas aprox., mostrando una inflexión a estabilizarse a partir del tercero y cuarto trimestre.

En el caso de los valores calculados, estos oscilan de 13 a 33 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre, respectivamente.

Se muestra una intersección de la curva de datos calculados y observados en el período correspondiente al tercer trimestre.

AREA 6 (GOLFO DE PANAMA)-R (A.A.): (A-6-R-A.A.).

En el caso de la gráfica 6-capturas ricas (R), para esta área se observa que la curva de valores observados, muestra un comportamiento ascendente, los valores oscilan de 4 a 26 mil tons. cortas.

Para los valores calculados, estos oscilan de 10 a 54 mil tons. cortas en el segundo y cuarto trimestre, respectivamente, se observa una notable proximación de ambas curvas, en este mismo período para posteriormente diverger en el cuarto trimestre.

AREA 6 (GOLFO DE PANAMA)-P (A.A.): (A-6-P-A.A.).

SIN REGISTRO.

AREA 7 (ISLAS MALPELO)-R (A.A.): (A-7-R-A.A.).

El comportamiento de la gráfica 7-capturas ricas (R), muestra valores observados que oscilan de 11 a 37 mil tons. cortas, para el primero y cuarto trimestre, ambas curvas se mantienen separadas hasta el cuarto trimestre en que convergen los valores observado-calculado.

AREA 7 (ISLAS MALPELO)-P (A.A.): (A-7-P-A.A.).

SIN REGISTRO.

**AREA 8 (PARTE SEPTENTRIONAL DE SUD AMERICA)-R (A.A):
(A-8-R-A.A.).**

En el caso de la gráfica 5-capturas ricas (R), los valores observados oscilan de 17 a 55 mil tons.cortas, para el primero y cuarto trimestre, respectivamente. Este comportamiento muestra valores ascendentes durante el período mencionado.

Los valores calculados oscilan de 25 a 56 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre respectivamente. Ambas curvas muestran comportamientos divergentes, hasta el tercero y cuarto trimestre con comportamientos convergentes, sobrelapándose ambas curvas en el período correspondiente al tercer trimestre.

**AREA 8 (PARTE SEPTENTRIONAL DE SUD AMERICA)-P (A.A.):
(A-8-P-A.A.).**

El comportamiento de la gráfica 8-capturas pobres (P), en el caso de los valores observados muestran oscilaciones de 4 a 11 mil tons. cortas, con una tendencia ascendente del primero al cuarto trimestre , respectivamente.

En el caso de los valores calculados, estos oscilan de 6 a 13 mil tons. cortas encontrándose los valores para el segundo y tercer trimestre próximos, y alejándose en el cuarto trimestre. Ambas curvas se mantienen separadas durante los cuatro trimestres observados.

AREA 9 (ISLAS GALAPAGOS)-R (A.A.): (A-9-P-A.A.).

El registro de los valores observados en el caso de la gráfica 9- capturas ricas (R), estos valores oscilan de 12 a 47 mil tons. cortas, en el primero y cuarto

trimestre, respectivamente. Esta curva muestra una tendencia ascendente.

Los valores calculados oscilan de 18 a 40 mil tons. cortas, para el segundo y cuarto trimestre, respectivamente. Ambas curvas se mantienen separadas durante los cuatro trimestres registrados.

AREA 9 (ISLAS GALAPAGOS)-P (A.A.): (A-9-P-A.A.).

Los valores observados de la gráfica 9-capturas pobres (P) oscilan de tres a siete mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre, mostrando un comportamiento ascendente durante dicho período. Los valores calculados muestran oscilaciones de 4 a 10 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre, mostrando igualmente un comportamiento ascendente.

Ambas curvas observado-calculado se sobrelapan en el segundo trimestre, separándose en el tercero y cuarto trimestre.

BARRILETE (*Katsurwenus pelamis*)

AREA 1 (BAJA CALIFORNIA)-R (B.): (A-1-R-B.).

Los valores observados de capturas ricas (R), oscilan de 3 a 54 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre con una clara tendencia ascendente durante el período mencionado cuasi lineal.

En el caso de los valores calculados mediante el modelo Markoviano de nacimiento lineal, oscilan de 4 a 6 mil tons. cortas, para el segundo y cuarto trimestre, respectivamente.

Ambas curvas se mantienen equidistantes mostrando magnitudes inferiores los valores calculados en relación a los valores observados. Los valores más cercanos son para el primero y segundo trimestre, para la curva de valores calculados y observados respectivamente.

AREA 1 (BAJA CALIFORNIA)-P (B.): (A-1-P-B.).

En lo referente a los valores observados para la gráfica 1-capturas pobres (P), estos oscilan de 3 a 20 mil tons. cortas, con una inflexión para el periodo correspondiente al segundo y tercer trimestre, estos valores corresponden del primero al tercer trimestre, sin registrar valores para el cuarto trimestre.

Los valores calculados oscilan de 4 a 5 mil tons. Cortas para el periodo del segundo al tercer trimestre. Siendo los valores más próximos los correspondientes al primero y segundo trimestre, para la curva de valores observados y calculados, respectivamente.

La curva de valores calculados muestra magnitudes inferiores a las registradas por la curva de valores observados, manteniéndose ampliamente equidistantes entre ambas curvas.

AREA 2 (ISLAS REVILLAGIGEDO)-R (B.): (A-2-R-B.).

Para el caso de los valores calculados, gráfica 2-capturas ricas (R), estos oscilan de 5 a 19 mil tons. cortas. Mostrando una tendencia ascendente, no lineal, para el primero y cuarto trimestre, respectivamente.

La curva de valores calculados, oscila de 6 a 8 mil tons. cortas, para el segundo y cuarto trimestre, mostrando una ligera tendencia ascendente, para dicho periodo.

Exhibe cierta aproximación a la curva de valores calculados pero de magnitudes inferiores a esta.

Los valores más próximos entre observado y calculado se observan para el segundo trimestre, divergiendo hacia el cuarto trimestre, manteniéndose equidistantes ambas curvas, durante el período de registro.

AREA 2 (ISLAS REVILLA GIGEDO)-P (B.): (A-2-P-B).

SIN REGISTRO.

AREA 3 (GOLFO DE CALIFORNIA)-R (B.): (A-3-R-B).

Los valores observados de la gráfica 3-capturas ricas, oscilan de 18 a 51 mil tons. cortas, para el primero y cuarto trimestre, respectivamente. Mostrando una inflexión en el período correspondiente del segundo al tercer trimestre, con una tendencia ascendente para dicho período.

Los valores calculados oscilan de 19 a 21 mil tons. cortas, para el segundo y cuarto trimestre con una ligera pendiente, como los valores lo indican. Ambas curvas se mantienen equidistantes durante el período de estudio, encontrándose más próximas para el caso del primero y trimestre, divergiendo ampliamente para el cuarto trimestre, para la curva de valores observados y calculados, respectivamente.

AREA 3 (GOLFO DE CALIFORNIA)-P (B.): (A-3-P-B).

SIN REGISTRO.

**AREA 4 (COSTA MEXICANA-GOLFO DE TEHUANTEPEC)-R (B):
(A-4-R-B.).**

La curva de valores observados de la gráfica 4-capturas ricas, oscila de 30 a 104 mil tons. cortas con una tendencia cuasi lineal con una inflexión para el período del segundo al tercer trimestre.

La curva de valores calculados mediante el modelo, oscila de 32 a 34 mil tons. cortas, para el segundo y cuarto trimestre, mostrándose próximos para el inicio del período y divergiendo hacia el final del mismo, permaneciendo equidistantes durante el período de registro.

Mostrando magnitudes menores, la curva de valores calculados respecto de la curva de valores observados, para dicho período.

**AREA 4 (COSTA MEXICANA-GOLFO DE TEHUANTEPEC)-P (B):
(A-4-P-B.).**

SIN REGISTRO.

AREA 5 (AMERICA CENTRAL)-R (B.): (A-5-R-B.).

Los valores correspondientes a la curva de valores observados de la gráfica 5-capturas ricas (R), oscilan de 36 a 134 mil tons. cortas, para el primero y cuarto trimestre, respectivamente, mostrando una tendencia ascendente lineal.

Para el caso de la curva de valores calculados, estos oscilan de 36.5 a 38 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre, permaneciendo aproximadamente constante, para dicho período. Manteniéndose equidistante para dichas curvas para el período de estudio, mostrando magnitudes inferiores la curva de valores

calculados respecto a la curva de valores observados, estando ambas curvas cercanas al inicio del periodo y divergen hacia el final del mismo.

AREA 5 (AMERICA CENTRAL)-P (B.) : (A-5-P-B.).

Los valores observados de la gráfica 5-capturas pobres (P), oscilan de 5 a 22 mil tons. cortas, con una tendencia cuasi-lineal, para el primero y cuarto trimestre, respectivamente.

En contraste, los valores calculados oscilan de 6 a 8 mil tons. cortas, como lo muestran las magnitudes, esta curva muestra valores menores a la curva de valores observados. Mostrándose equidistantes durante el periodo de estudio, situándose próximas al inicio del periodo y divergiendo hacia el final del mismo.

El periodo que se registra para los valores calculados, corresponde al segundo y cuarto trimestre.

AREA 6 (GOLFO DE PANAMA)-R (B.): (A-6-R-B.).

La curva generada a partir de los valores observados, gráfica 6-capturas ricas, oscila de 5 a 22 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre, respectivamente. Mostrando una ligera inflexión del tercero a cuarto trimestre, con una tendencia ascendente y aproximadamente lineal.

En el caso de la curva de valores calculados mediante el modelo, esta oscila ligeramente de 6 a 8 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre, con una tendencia ligeramente ascendente y lineal.

Siendo los valores más próximos, los correspondientes al segundo trimestre, para ambas curvas, divergiendo hacia el cuarto trimestre.

AREA 6 (GOLFO DE PANAMA)-P (B.): (A-6-P-B.).

Los valores observados para la gráfica 6-capturas pobres (P) oscilan de 1 a 5 mil tons. cortas, para el primero y tercer trimestre (sin registrar valores para el cuarto trimestre), sin superar las 10 mil tons. cortas. Mostrando una tendencia de crecimiento asintótico con una tendencia hacia estabilizarse a partir del segundo y tercer trimestre.

En el caso de los valores calculados, solo se registran para dos trimestres (segundo y tercero), estos oscilan de 2 a 3 mil tons. cortas para el segundo y tercer trimestre respectivamente, sin registrar valores calculados para el primero y cuarto trimestre.

AREA 7 (ISLAS MALPELO)-R (B.): (A-7-R-B.).

Los valores observados para la gráfica 7-capturas ricas oscilan de 11 a 41 mil tons. cortas, para el período del primero al cuarto trimestre con una tendencia ascendente lineal.

Los valores calculados mediante el modelo, muestran un claro desfazamiento, respecto a los valores observados, estos valores (calculados) oscilan de 12 a 14 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre, respectivamente. Mostrando una tendencia ascendente lineal con una clara divergencia (sin sobreponerse) respecto a la curva observada, manteniéndose equidistante y divergiendo hacia el final del período de estudio.

AREA 7 (ISLAS MALPELO)-P (B.): (A-7-P-B.).

SIN REGISTRO.

AREA 8 (PARTE SEPTENTRIONAL DE SUD AMERICA)-R (B.):

(A-8-R-B).

La curva generada de valores observados de la gráfica 8- capturas ricas (R) oscilan de 19 a 69 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre. Mostrando una tendencia ascendente lineal con una ligera inflexión para el tercero y cuarto trimestre respectivamente.

Los valores calculados mediante el modelo, oscilan de 20 a 22 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre, respectivamente. Mostrando un claro desfazamiento respecto a los valores observados, mostrandose ambas curvas equidistantes, con una clara tendencia divergente hacia el final del período de estudio. La tendencia mostrada por esta curva es ligeramente ascendente y lineal para el período mencionado.

AREA 8 (PARTE SEPTENTRIONAL DE SUD AMERICA)-P (B.):

(A-8-P-B).

En este caso, los valores observados de la gráfica 8-capturas pobres, oscilan de 5 a 17 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre respectivamente. Con una tendencia ascendente no-lineal, para el período mencionado.

Los valores calculados mediante el modelo oscilan ligeramente de 6 a 8 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre, manteniéndose ambas curvas, proximadamente equidistantes, divergiendo hacia el final del período.

La curva de valores calculados, muestra magnitudes inferiores respecto a los valores observados para la región.

AREA 9 (ISLAS GALAPAGOS)-R (B.): (A-9-R-B.).

La curva generada de valores observados de la gráfica 9-capturas ricas (R) oscila de 19 a 69 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre. Mostrando una tendencia ascendente lineal con una ligera inflexión para el tercero y cuarto trimestre, respectivamente.

Los valores calculados mediante el modelo, oscilan de 20 a 22 mil tons. cortas para el segundo y cuarto trimestre respectivamente. Mostrando un claro desfazamiento respecto a los valores observados, manteniéndose ambas curvas equidistantes, con una clara tendencia divergente hacia el final del periodo.

AREA 9 (ISLAS GALAPAGOS)-P (B.): (A-9-P-B.).

En contraste con las curvas mostradas anteriormente y con la excepción del área seis, capturas pobres (P) para el Barrilete. La curva de valores observados oscila de cuatro a 11 mil tons. cortas para el primero y cuarto trimestre respectivamente. La tendencia mostrada es ascendente de forma logarítmica, aumentando las magnitudes a partir del segundo trimestre.

Los valores calculados se sobrelapan para el segundo y tercer trimestre, divergiendo para el cuarto trimestre, estos valores oscilan de cinco a siete mil tons. cortas, sobreponiéndose en el caso particular del tercer trimestre, separándose ligeramente para el cuarto trimestre, mostrando una tendencia ascendente y lineal para el período mencionado, registrando una diferencia aproximada de mil tons. cortas, para el caso del segundo trimestre, entre ambas curvas, la de valores observados y calculados, mediante el modelo Markoviano de nacimiento lineal.

La descripción de las gráficas correspondientes al método Poissoniano de nacimiento, se excluyeron al contrastarlas versus el grupo de gráficas correspondientes al método Markoviano de Nacimiento Lineal, ya que se observó una mayor simulación para el caso del método Markoviano y, al realizar la prueba estadística correspondiente (Ji-cuadrada) este análisis observacional se fortaleció, presentando un mayor número de casos con significancia estadística, en contraposición a los gráficos correspondientes al modelo Poissoniano de Nacimiento.

La descripción de estos gráficos (método Poissoniano), aumentaría la cantidad de información de manera innecesaria, dada su escasa simulación de las capturas observadas para ambas especies, capturas pobres y ricas, así como para la región norte y sur y, su baja significancia estadística entre los valores calculados y los valores observados (tabla 3).

MODELOS DE DISTRIBUCION PROBABILISTICA

Basados en la metodología propuesta por Aparicio (1989), se prueban los modelos probabilísticos de las siguientes distribuciones: a)distribución normal, b)distribución log-normal, c)distribución tipo Pearson III o gamma de tres parámetros, d)distribución Gumbell y e) distribución Gumbell de dos poblaciones.

Mediante la técnica del error cuadrático mínimo se ajusta el mejor modelo, siendo el de mejor ajuste aquel que presenta la menor magnitud del error cuadrático.

Cada modelo se calcula para el área norte y sur, así como para el atún aleta amarilla y barrilete, excepto el modelo de distribución Gumbell de dos

poblaciones, que solo se calcula para capturas ricas y capturas pobres, para ambas especies mencionadas.

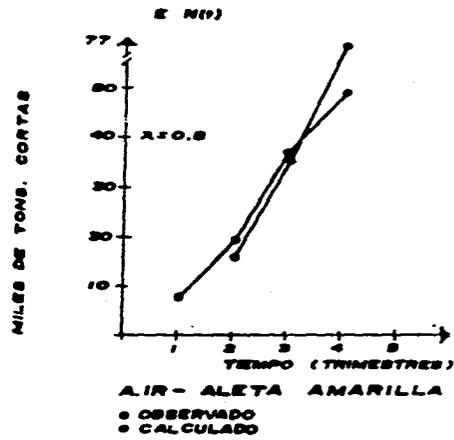
En el caso del atún aleta amarilla, para capturas pobres y ricas, y para área norte y sur, el valor más alto de distribución lo muestra la distribución Gumbell de dos poblaciones, para capturas pobres de 369.9552 y para capturas ricas de 418.8665 y los valores menores los muestra la distribución de tipo Pearson III, siendo estos: área norte, capturas pobres y capturas ricas de 0.0317 y 0.0739, respectivamente. Para el área sur de 0.0492 y 0.0233, respectivamente. En contraste con las otras cuatro distribuciones calculadas (tabla 3).

El mismo procedimiento se realizó para el caso del barrilete, los valores calculados para el caso de las magnitudes mayores, son mostrados en la distribución Gumbell de dos poblaciones, sólo para capturas pobres de 2122.8830 y para las capturas ricas de 292.4997.

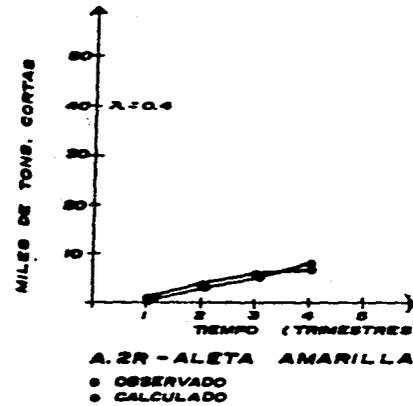
Los valores de mejor ajuste (magnitudes menores) los muestra la distribución Pearson III, para el caso del área norte, para capturas pobres y ricas de 0.0010 y 0.0014, respectivamente. Para el caso del área sur los valores calculados son de 0.0003 y 0.0003, para capturas pobres y ricas respectivamente.

En ambos casos, tanto para el atún aleta amarilla y el barrilete la distribución que presenta las menores magnitudes es la distribución Pearson III, observándose variaciones dentro de las áreas norte y sur, así como para capturas pobres y capturas ricas (tabla 3).

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

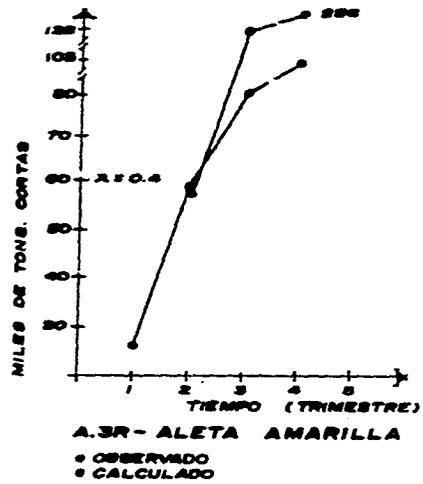


Gráfica 1 Método Markoviano de nacimiento lineal., Área 1. Capturas Ricas. Área norte., para el Atún Aleta Amarilla.

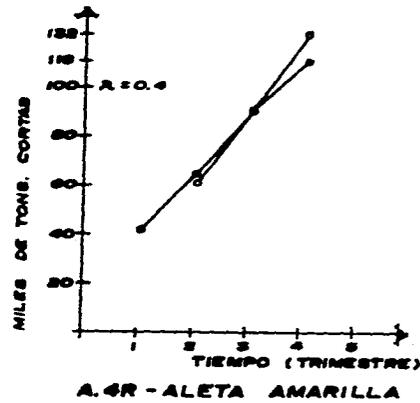


Gráfica 2 Método Markoviano de nacimiento lineal., Área 2. Capturas Ricas. Área norte., para el Atún Aleta Amarilla.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL



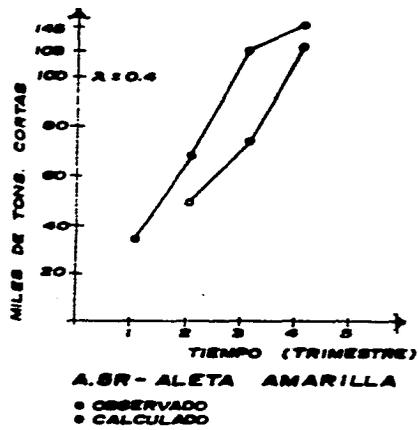
Gráfica 3 Método Markoviano de nacimiento lineal., Area 3. Capturas Ricas. Area norte., para el Atún Aleta Amarilla.



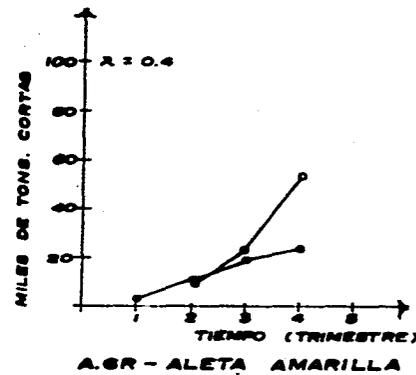
Gráfica 4 Método Markoviano de nacimiento lineal., Area 4. Capturas Ricas. Area norte., para el Atún Aleta Amarilla.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

45

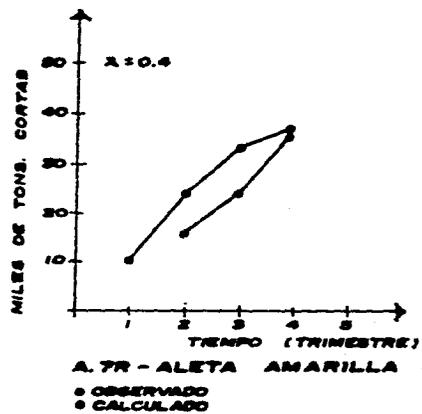


Gráfica 5 Método Markoviano de nacimiento lineal., Area 5. Capturas Ricas. Area sur., para el Atún Aleta Amarilla.

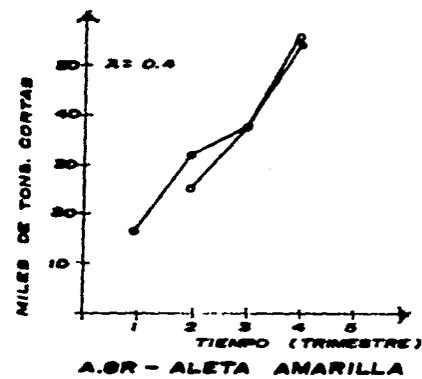


Gráfica 6 Método Markoviano de nacimiento lineal., Area 6. Capturas Ricas. Area sur., para el Atún Aleta Amarilla.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL



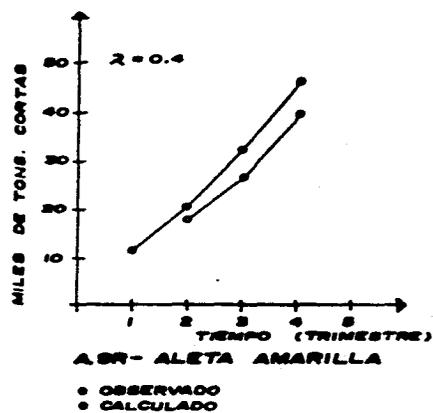
Gráfica 7 Método Markoviano de nacimiento lineal., Area 7. Capturas Ricas. Area sur., para el Atún Aleta Amarilla.



Gráfica 8 Método Markoviano de nacimiento lineal., Area 8. Capturas Ricas. Area sur., para el Atún Aleta Amarilla.

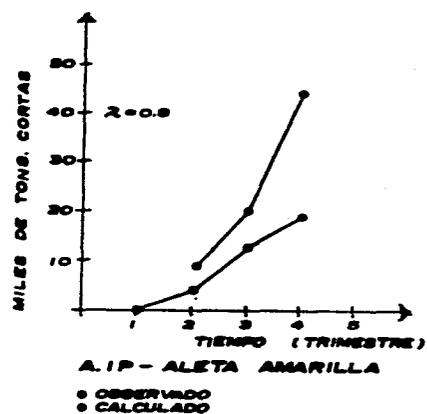
METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

47

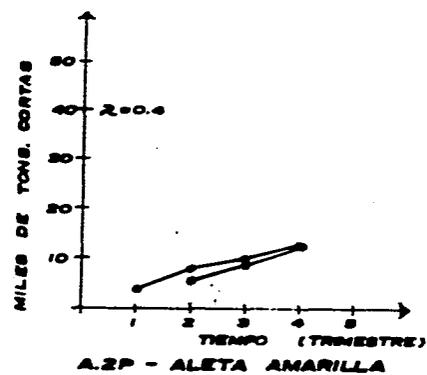


Gráfica 9 Método Markoviano de nacimiento lineal., Area 9.
Capturas Ricas. Area sur., para el Atún Aleta
Amarilla.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

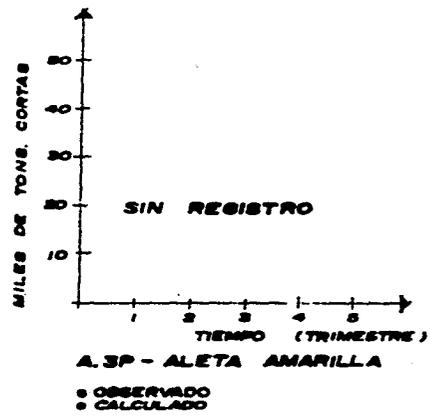


Gráfica 1. Método Markoviano de nacimiento lineal., área 1 Capturas Pobres. Área norte, para el Atún Aleta Amarilla.

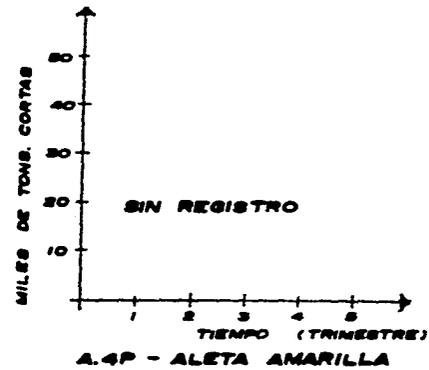


Gráfica 2. Método Markoviano de nacimiento lineal., área 2 Capturas Pobres. Área norte, para el Atún Aleta Amarilla.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

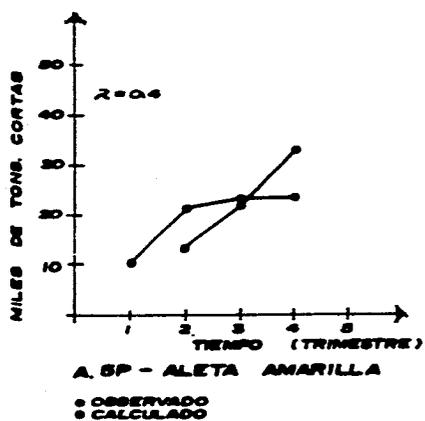


Gráfica 3 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 3 Capturas Pobres. Area norte., para el Atún Aleta Amarilla.

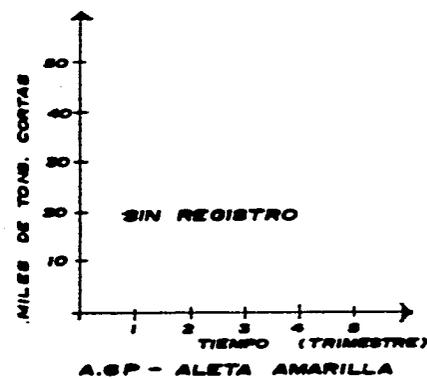


Gráfica 4. Método Markoviano de nacimiento lineal, área 4 Capturas Pobres. Area norte., para el Atún Aleta Amarilla.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

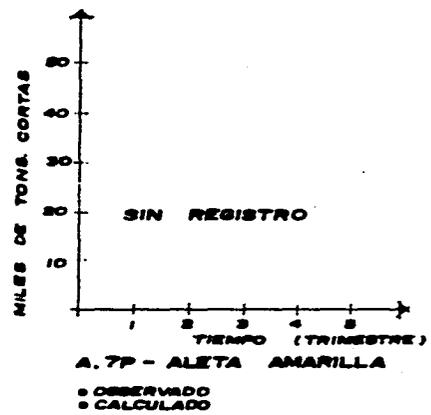


Gráfica 5 Método Markoviano de nacimiento lineal. Área 5 Capturas Pobres. Área sur., para el Atún Aleta Amarilla

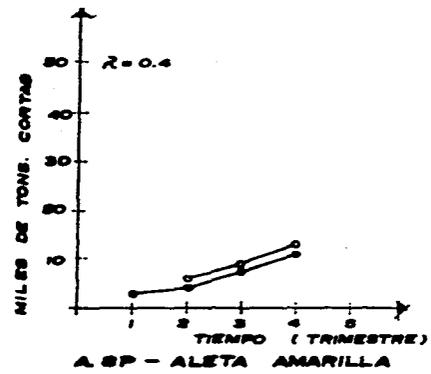


Gráfica 6 Método Markoviano de nacimiento lineal, Área 6 Capturas Pobres. Área sur., para el Atún Aleta Amarilla.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

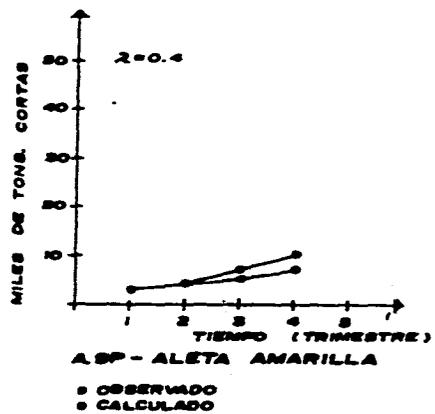


Gráfica 7 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 7 Capturas Pobres. Área sur., para el Atún Aleta Amarilla.



Gráfica 8 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 8 Capturas Pobres. Área sur., para el Atún Aleta Amarilla.

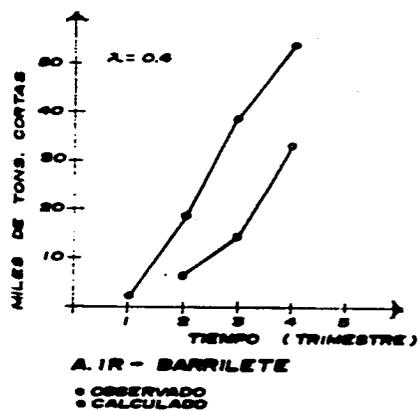
METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL



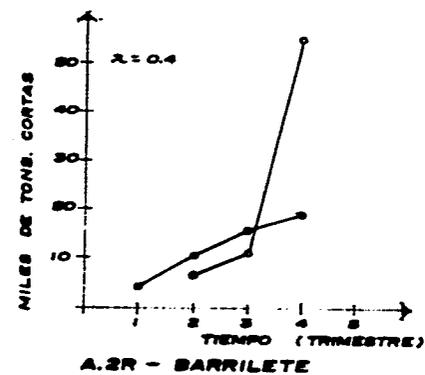
Gráfica 9. Método Markoviano de Nacimiento lineal., Área 9
Capturas Pobres. Area sur., para el Atún Aleta
Amarilla.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

2

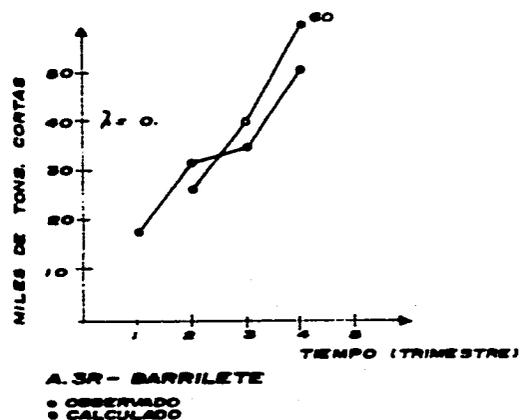


Gráfica 1 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 1
Capturas Ricas. Área norte., para el Berrilete.

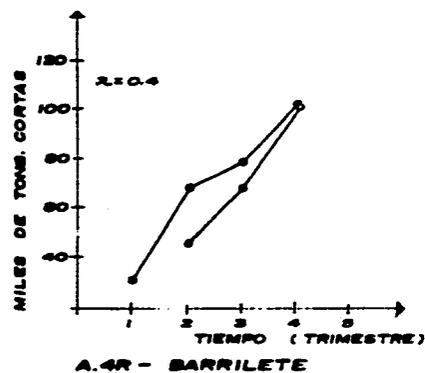


Gráfica 2 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 2
Capturas Ricas. Área norte., para el Berrilete

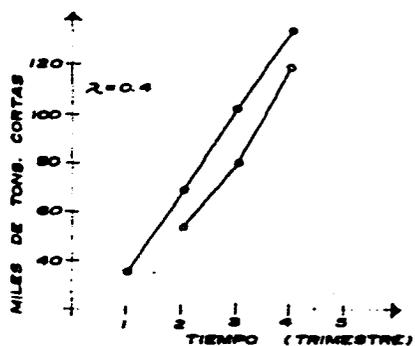
METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL



Gráfica 3 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 3
Capturas Ricas. Área norte., para el Barrilete.



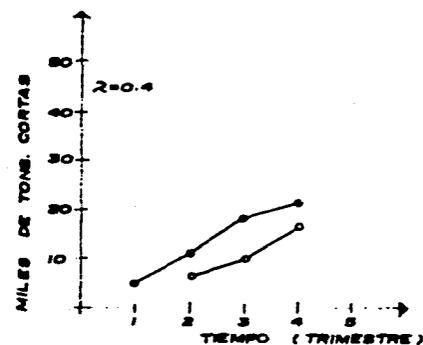
Gráfica 4 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 4
Capturas Ricas. Área norte., para el Barrilete.



A. SR - BARRILETE

● OBSERVADO
○ CALCULADO

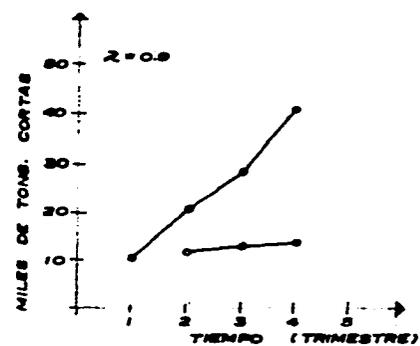
Gráfica 5 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 5.
Capturas Ricas. Area sur., para el Barrilete.



A. SR - BARRILETE

Gráfica 6 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 6
Capturas Ricas. Area sur., para el Barrilete.

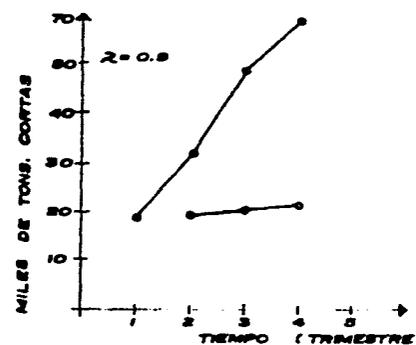
METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL



A.7R - BARRILETE

• OBSERVADO
• CALCULADO

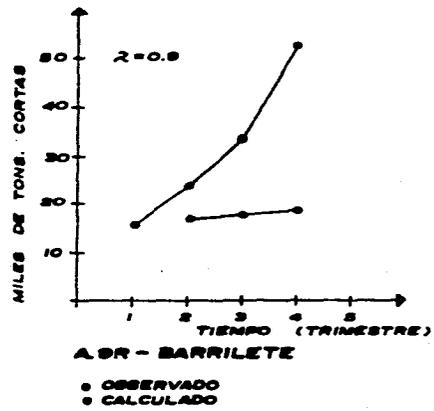
Gráfica 7 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 7
Capturas Ricas. Área sur., para el Barrilete.



A.8R - BARRILETE

Gráfica 8 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 8
Capturas Ricas. Área sur., para el Barrilete.

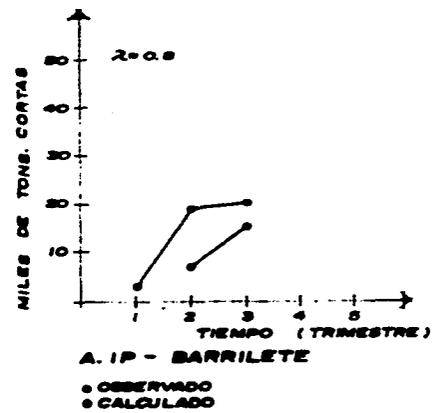
METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL



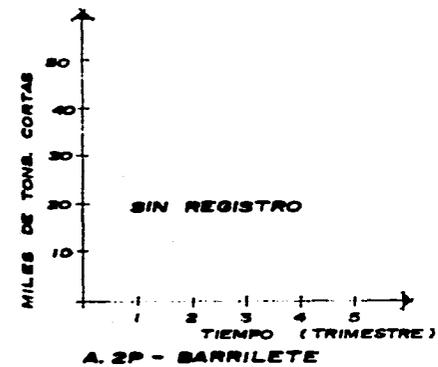
Gráfica 9 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 9
Capturas Ricas. Area sur., para el Barrilete.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

58

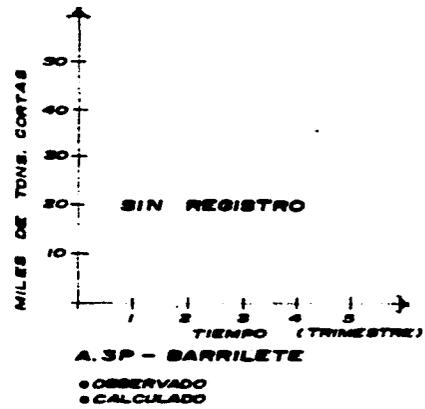


Gráfica 1 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 1
Capturas Pobres. Área norte, para el barrilete.

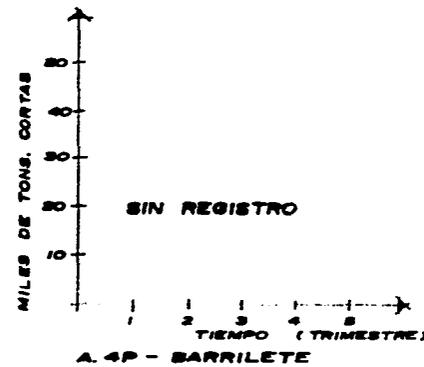


Gráfica 2 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 2
Capturas Pobres. Área norte, para el Barrilete

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

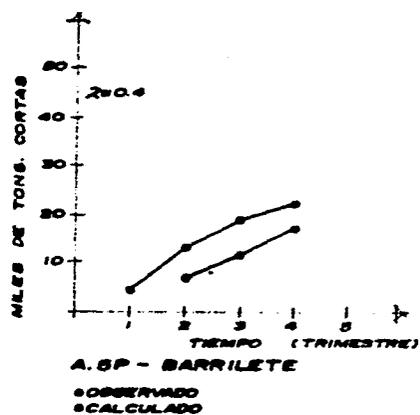


Gráfica 3 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 3
Capturas Pobres. Area norte para el Barrilete

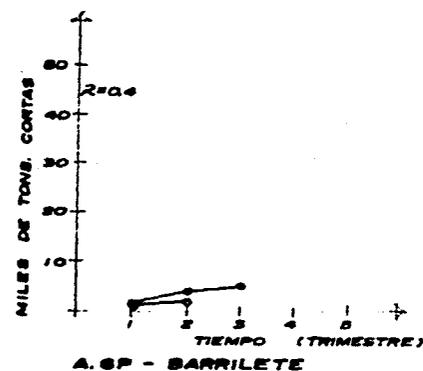


Gráfica 4 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 4
Capturas Ricas. Area norte, para el Barrilete

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

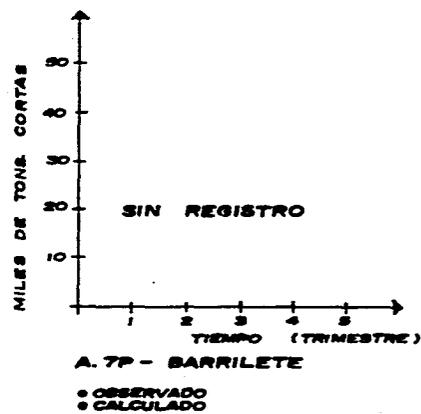


Gráfica 5 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 5
Capturas Pobres. Area sur., para el Barrilete

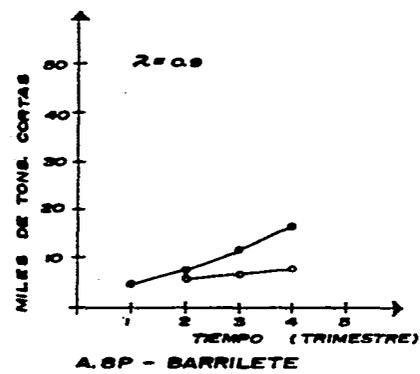


Gráfica 6 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 6
Capturas Pobres. Area sur., para el Barrilete.

METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

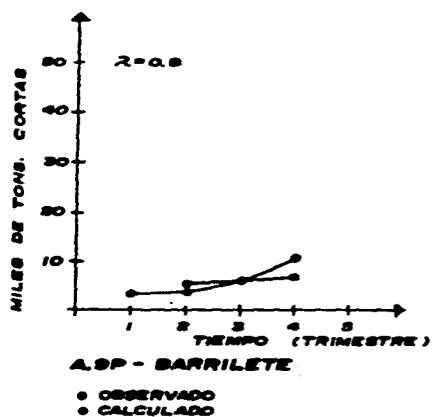


Gráfica 7 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 7 Capturas Pobres. Area sur, para el Barrilete.



Gráfica 8 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 8 Capturas pobres. Area sur, para el Barrilete.

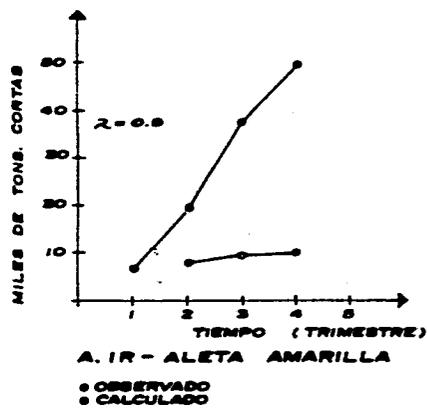
METODO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL



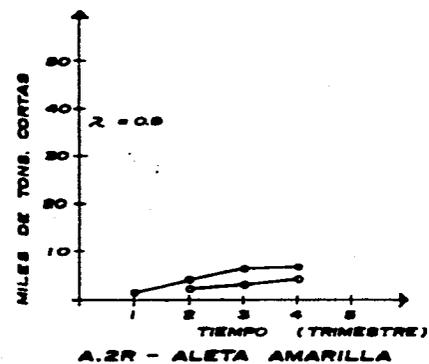
Gráfica 9 Método Markoviano de nacimiento lineal., área 9
Capturas Pobres. Area sur, para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

2

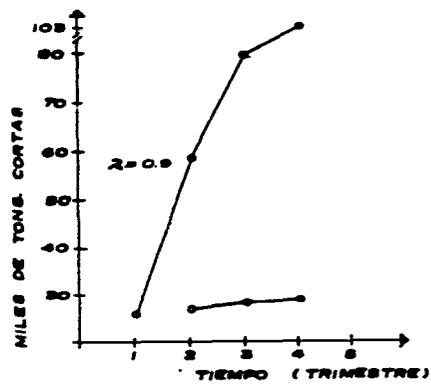


Gráfica 1 Método Poissoniano de nacimiento, área 1
Capturas Ricas., área norte para el Atún Aleta
Amarilla.



Gráfica 2 Método Poissoniano de nacimiento, área 2
Capturas Ricas., área norte para el Atún Aleta
Amarilla.

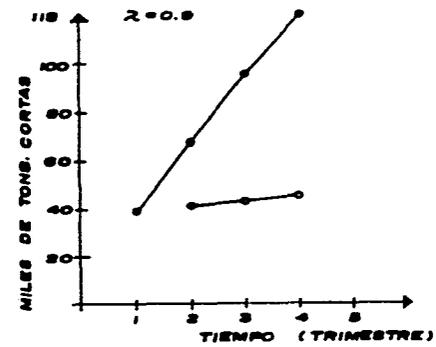
METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO



A.3R - ALETA AMARILLA

○ OBSERVADO
● CALCULADO

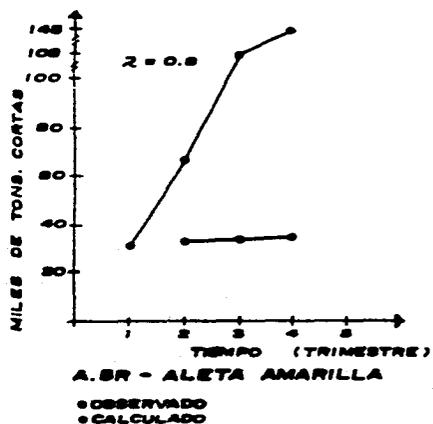
Gráfica 3 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 3 Capturas Ricas, Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.



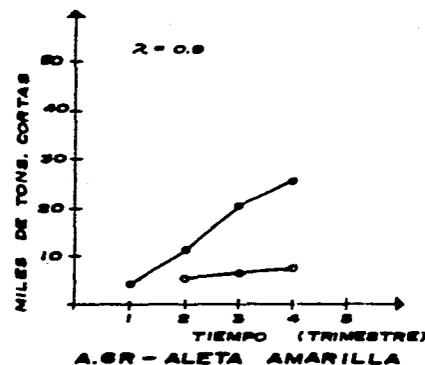
A.4R - ALETA AMARILLA

Gráfica 4 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 3 Capturas Ricas, Area norte, para el Atún Aleta Amarilla.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

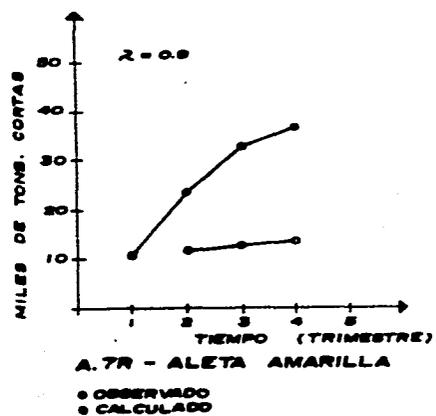


Gráfica 5 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 5, Capturas Ricas, Área sur, para el Atún Aleta Amarilla.

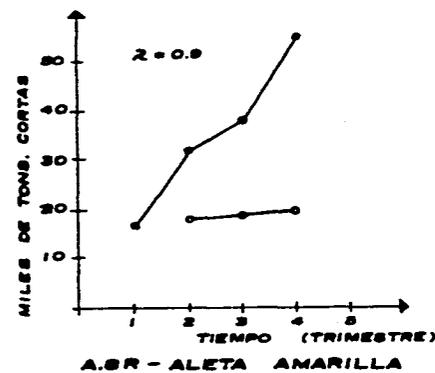


Gráfica 6 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 5, Capturas Ricas, Área sur, para el Atún Aleta Amarilla.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO



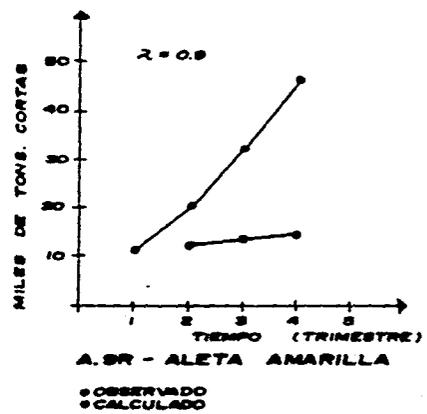
Gráfica 7 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 7
Capturas Ricas, Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.



Gráfica 8 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 8
Capturas Ricas, Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.

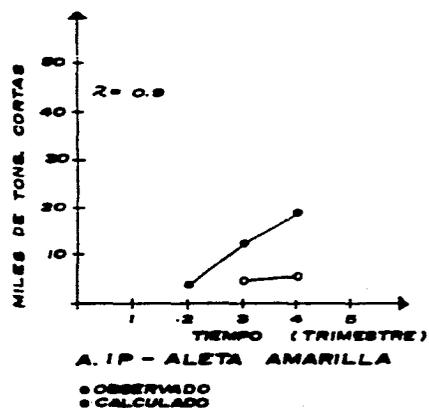
METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

67

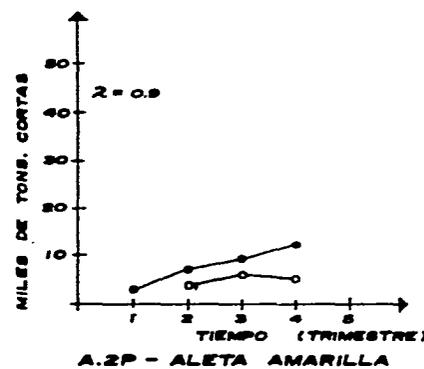


Gráfica 9 Método Poissoniano de nacimiento lineal, Area 9
Capturas Ricas, Area sur, para el Atún Aleta Amarilla.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

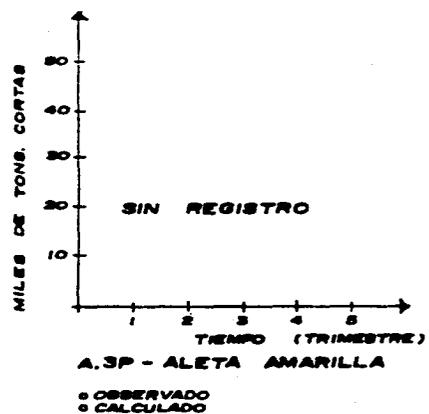


Gráfica 1 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 1
Capturas Pobres, área norte para el Atún Aleta Amarilla.

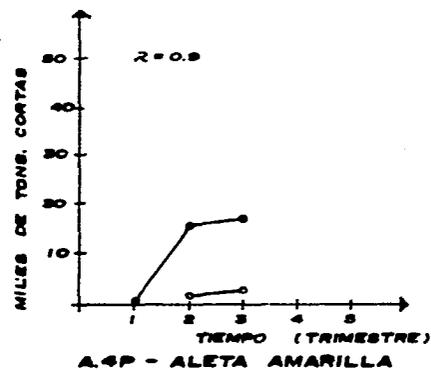


Gráfica 2 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 2
Capturas Pobres, área norte para el Atún Aleta Amarilla.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

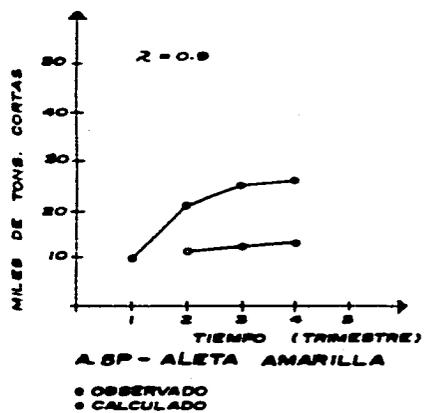


Gráfica 3 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 3
Capturas Pobres, área norte, del Atún Aleta Amarilla.

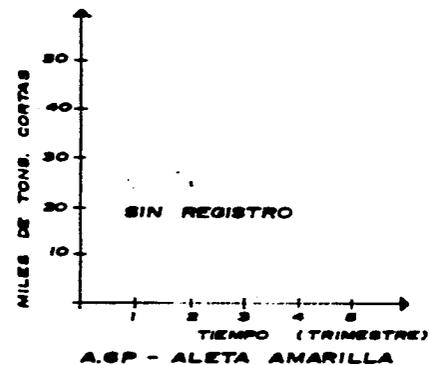


Gráfica 4 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 4
Capturas Pobres, área norte, del Atún Aleta Amarilla.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

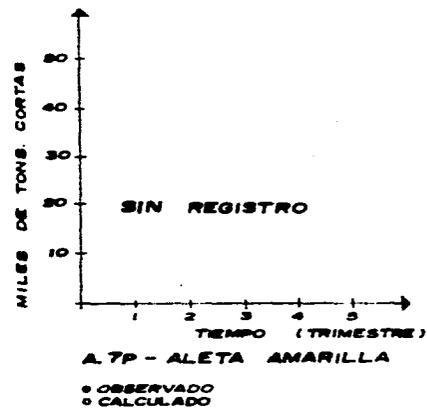


Gráfica 5 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 5
Capturas Pobres, área sur, del Atún Aleta Amarilla.

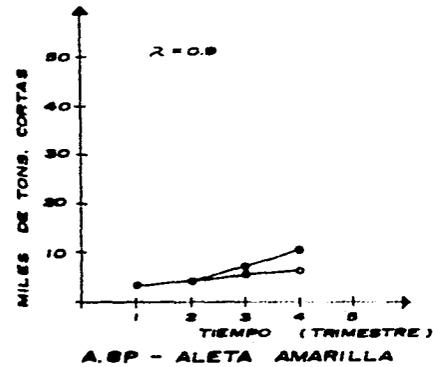


Gráfica 6 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 6
Capturas Pobres, área sur, del Atún Aleta Amarilla.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO



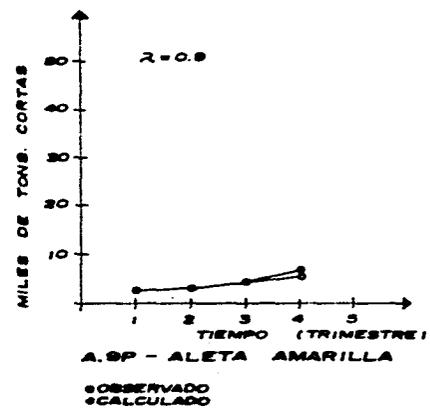
Gráfica 7 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 7
Capturas Pobres, área sur, del Atún Aleta Amarilla.



Gráfica 8 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 8
Capturas Pobres, área sur, del Atún Aleta Amarilla.

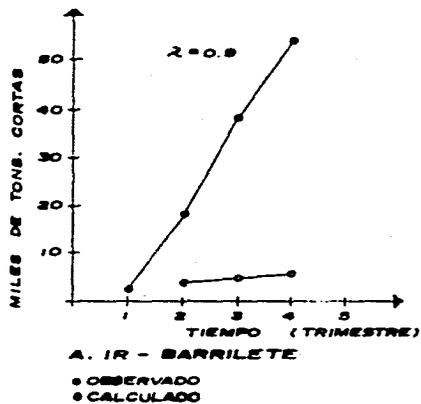
METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

72

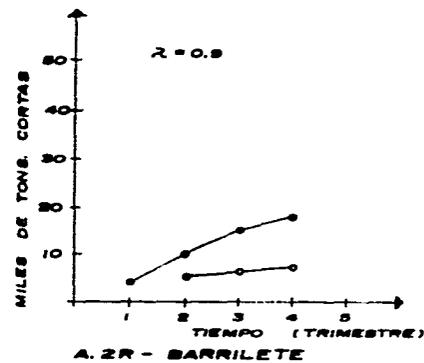


Gráfica 9 Método Poissoniano de nacimiento lineal, área 9
Capturas Pobres, área sur, del Atún Aleta Amarilla.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

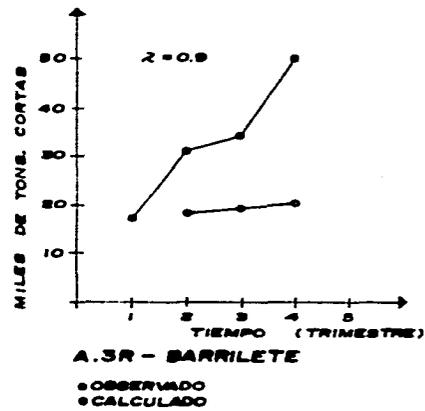


Gráfica 1 Método Poissoniano de nacimiento., área 1.
Capturas Ricas. Área norte., para el Barrilete

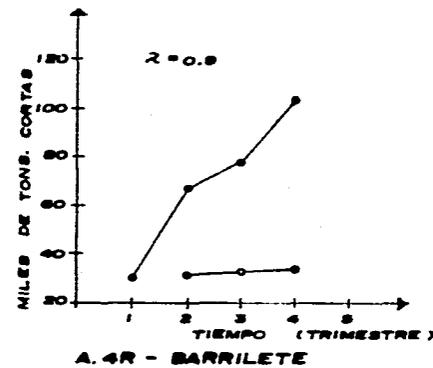


Gráfica 2 Método Poissoniano de nacimiento., área 2
Capturas Ricas. Área norte, para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

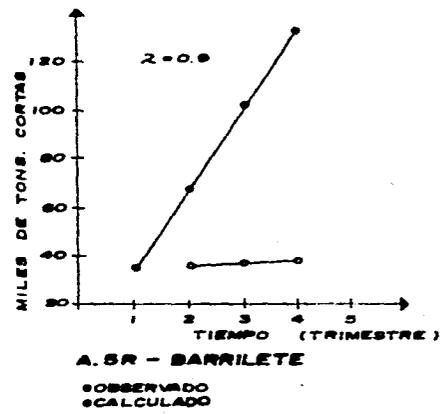


Gráfica 3 Método Poissoniano de nacimiento., área 3
Capturas Ricas. Area norte., para el Barrilete.

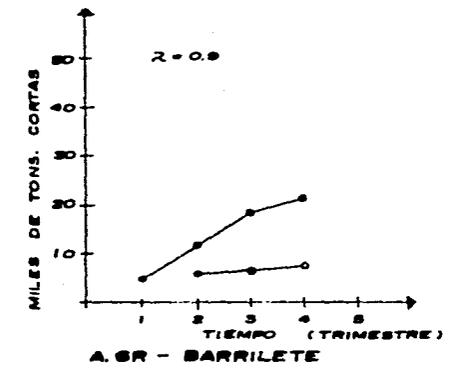


Gráfica 4 Método Poissoniano de nacimiento., área 4
Capturas Ricas. Area norte., para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

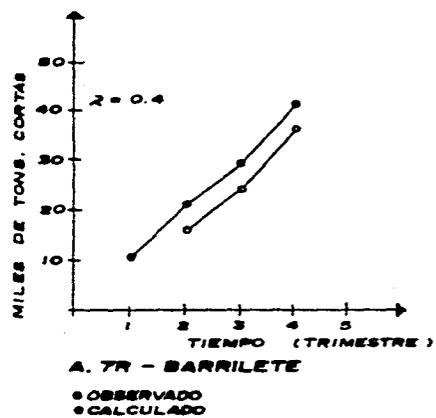


Gráfica 5 Método Poissoniano de nacimiento., área 5
Capturas Ricas. Área sur., para el Barrilete.

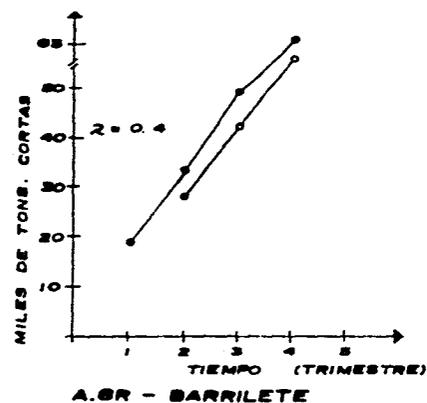


Gráfica 6 Método Poissoniano de nacimiento., área 6
Capturas Ricas. Área sur., para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO



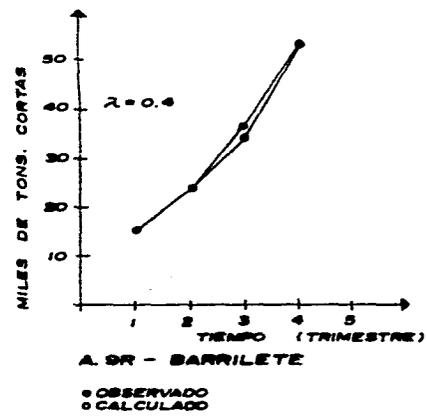
Gráfica 7 Método Poissoniano de nacimiento., área 7
Capturas Ricas. Área sur., para el Barrilete.



Gráfica 8 Método Poissoniano de nacimiento., área 8
Capturas Ricas. Área sur., para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

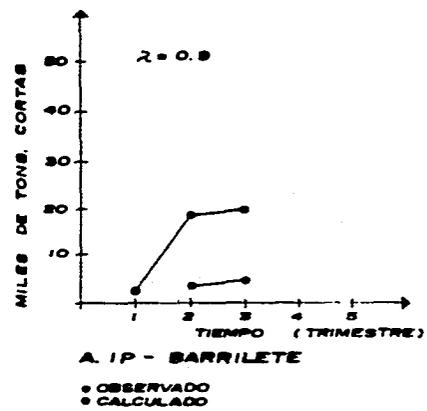
77



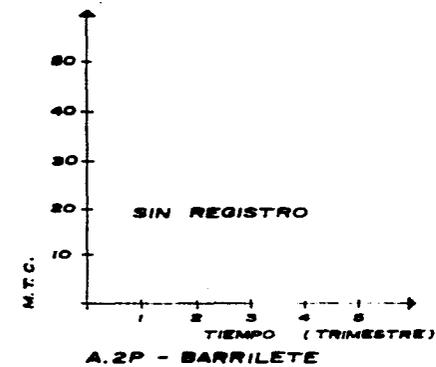
Gráfica 9 Método Poissoniano de nacimiento., área 9
Capturas Ricas. Area sur., para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

78

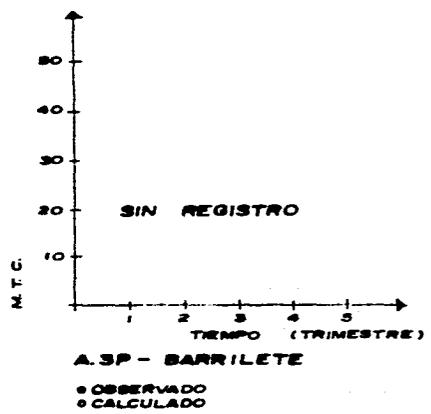


Gráfica 1 Método Poissoniano de nacimiento., Area 1. Capturas Pobres. Area norte., para el Barrilete.

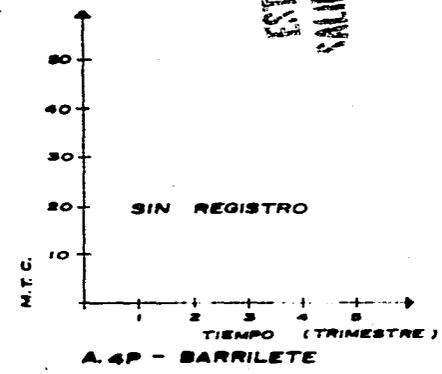


Gráfica 2 Método Poissoniano de nacimiento., Area 2. Capturas Pobres. Area norte., para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO



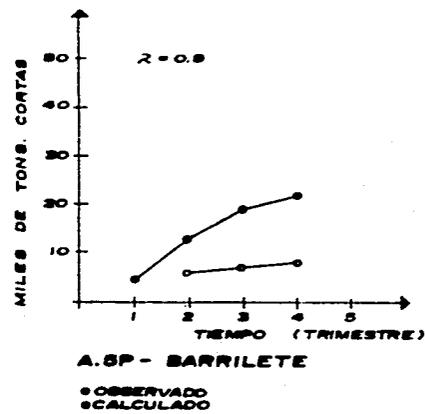
Gráfica 3 Método Parssoneano de nacimiento., Area 3. Capturas Pobres. Area norte., para el Barrilete.



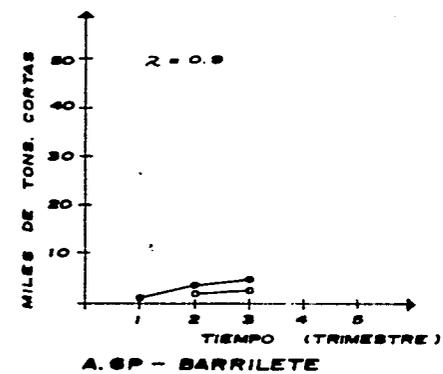
Gráfica 4 Método Parssoneano de nacimiento., Area 4. Capturas Pobres. Area norte., para el Barrilete.

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

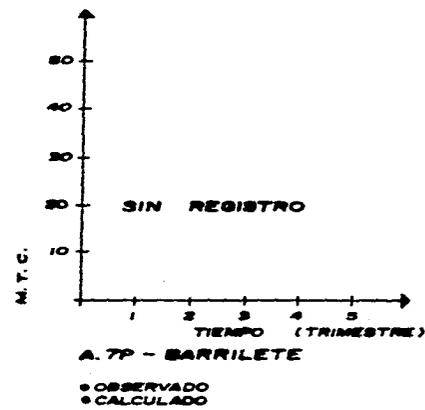


Gráfica 5 Método Poissoniano de nacimiento., Area 5. Capturas Pobres. Area sur., para el Barrilete.

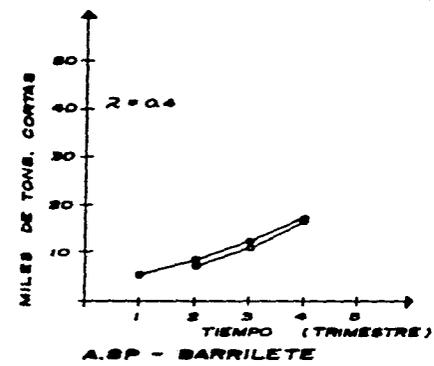


Gráfica 6 Método Poissoniano de nacimiento., Area 6. Capturas Pobres. Area sur., para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO

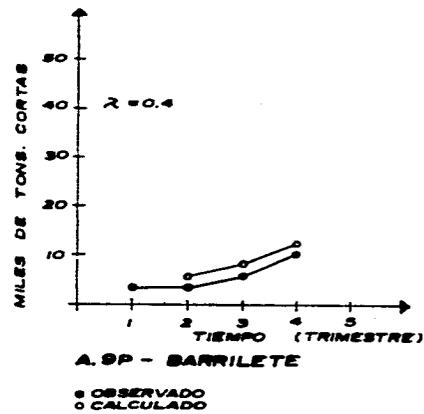


Gráfica 7 Método Poissoniano de nacimiento., Area 7. Capturas Pobres. Area sur., para el Barrilete.



Gráfica 8 Método Poissoniano de nacimiento., Area 8. Capturas Pobres. Area sur., para el Barrilete.

METODO POISSONEANO DE NACIMIENTO



Gráfica 9 Método Poissoniano de nacimiento., Area 9. Capturas Pobres. Area sur., para el Barrilete.

TABLA ERROR CUADRATICO DE LA DISTRIBUCION PARA EL ATUN ALETA AMARILLA Y EL BARRILETE PARA EL PERIODO 1974 A 1988, PARA CAPTURAS RICAS Y POBRES ASI COMO PARA EL AREA NORTE Y AREA SUR DE LA PESQUERIA.

YELLOWFIN CAPTURAS POBRES (C-P) Y CAPTURAS RICAS (C-R).

DISTRIBUCIONES.

	NORMAL		LOG. NORMAL		PEARSON III		GUMBELL		GUMBELL - 2 POB.	
	C-P	C-R	C-P	C-R	C-P	C-R	C-P	C-R	C-P	C-R
AREA NORTE	64.4399	51.9954	65.9479	52.5192	0.0317	0.0739	72.3884	58.9607	369.9552	416.8665
AREA SUR	63.1538	102.1324	74.4704	70.7269	0.0492	0.0233	76.8376	121.3345

SKIPJACK CAPTURAS POBRES (C-P) Y CAPTURAS RICAS (C-R).

DISTRIBUCIONES.

	NORMAL		LOG. NORMAL		PEARSON III		GUMBELL		GUMBELL - 2 POB.	
	C-P	C-R	C-P	C-R	C-P	C-R	C-P	C-R	C-P	C-R
AREA NORTE	66.6356	59.0769	67.4169	54.6725	0.001	0.0014	78.2507	66.2565	2122.883	292.4997
AREA SUR	53.6519	56.2044	48.8464	57.4936	0.0003	0.0003	62.9525	65.2165

		AREA NORTE				AREA SUR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
CAPTURAS RICAS											ALETA AMARILLA	MODELO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL
											BARRILETE	
CAPTURAS POBRES			*				*	*			ALETA AMARILLA	MODELO POISSONEANO DE NACIMIENTO
		*	*	*			*				BARRILETE	
CAPTURAS RICAS											ALETA AMARILLA	MODELO POISSONEANO DE NACIMIENTO
											BARRILETE	
CAPTURAS POBRES			*				*	*			ALETA AMARILLA	MODELO POISSONEANO DE NACIMIENTO
		*	*	*			*				BARRILETE	

TABLA 2 AREAS QUE MUESTRAN REGISTROS DE CAPTURAS DEL PERIODO DE 1974 A 1988, CONSIDERANDO CAPTURAS RICAS Y CAPTURAS POBRES, EMPLEADAS EN LOS MODELOS MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL Y EL MODELO POISSONEANO DE NACIMIENTO.
 (*) AREAS QUE NO MUESTRAN REGISTROS DE CAPTURAS.

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE (JI CUADRADA)

PROCESO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL

ATUN ALETA AMARILLA *Neothunnus macropterus.*

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
CAPTURAS RICAS (C. R.)	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
CAPTURAS POBRES (C. P.)	Ho	Ho	----	Ho	Ho	----	----	Ho	Ho

BARRILETE *Katsuwonus pelamis.*

C.R.	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
C.P.	Ho	----	----	----	Ho	Ho	----	Ho	Ho

PROCESO POISSONEANO DE NACIMIENTO.

ATUN ALETA AMARILLA *Neothunnus macropterus.*

C.R.	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
C.P.	Ho	Ho	----	Ho	Ho	----	----	Ho	Ho

BARRILETE *Katsuwonus pelamis.*

C.R.	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
C.P.	Ho	----	----	----	Ho	Ho	----	Ho	Ho

alfa=0.995

G.L.=4 - 1=3

Ho: LOS DATOS CALCULADOS PERTENECEN A LA POBLACION DE LOS DATOS OBSERVADOS.

Ho: SE RECHAZA LA Ho.

Ho: SE ACEPTA LA Ho.

TABLA 3. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE (JI-CUADRADA), APLICADA AL PROCESO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL Y AL PROCESO POISSONEANO DE NACIMIENTO, APLICADO A AMBAS ESPECIES Y PARA CAPTURAS RICAS Y CAPTURAS POBRES, EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL.

DISCUSION

AREAS HISTORICAS

En el trabajo realizado por Alverson (1959) del cual identifican las áreas que se enumeran del uno al nueve, por su carácter de productoras de atún, tanto de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y barrilete (*Katsuwonus pelamis*), se analiza la distribución geográfica de las pescas de atún aleta amarilla y barrilete del Océano Pacífico Oriental tropical, por trimestres, en los años de 1952 a 1955. Lo que demuestra el uso de las capturas para estimar la dinámica de la población. Así como la persistencia de estas áreas, como productoras de túnidos de 1959 a 1988.

Siendo definidas las áreas productoras de atún, por trabajo de Alverson (1959) y por la presente investigación, en términos de su producción de capturas denominadas capturas pobres y capturas ricas o bien, mediante los cinco grupos de captura empleados por la C.I.A.T., siendo estas: 1) Baja California, 2) Islas Revilla Gigedo, 3) Golfo de California, 4) Costa Mexicana-Golfo de Tehuantepec, 5) América Central, 6) Golfo de Panamá, 7) Islas Malpelo, 8) parte septentrional de Sudamérica y 9) Islas Galápagos.

Al analizar el comportamiento de las capturas para estas mismas áreas, a través de un período histórico de 1974 a 1988, que representa un período de 15 años y considerando sólo dos grupos de capturas, capturas pobres (pesca sin captura a 99 tons.) y capturas ricas (100 a más de 500 tons.), en contraste a los cinco grupos de captura utilizados por Alverson (1959), se observan algunas modificaciones en cuanto a las capturas realizadas en dichas áreas de 1959 a 1988, en cuanto a la producción de un determinado tipo de captura.

El área tres, muestra registros de captura denominados ricos y no muestra registros para capturas denominadas pobres (para aleta amarilla y barrilete). El área cuatro, muestra registros para capturas ricas pero no para capturas pobres, solo en el caso del barrilete. El área seis, muestra registros para capturas ricas y no muestra registros para amarilla (*T. albacares*). Las restantes áreas, muestran tanto registros de capturas ricas como registros de capturas pobres.

Para el caso del barrilete (*K. pelamis*), el área dos tres, muestran registros de capturas ricas y no muestran registros de capturas pobres, al igual que el área siete. En tanto que las áreas restantes, muestran registros tanto capturas ricas y capturas pobres.

Resumiendo, en el caso del atún aleta amarilla (*T. albacares*), existen tres áreas que no muestran registros de capturas pobres, en un período de análisis de 15 años. En el caso del barrilete (*K. pelamis*), existen cuatro áreas que no muestran registros de capturas pobres, para dicho período de análisis. Siendo las áreas comunes a las dos especies, área tres, cuatro, seis y siete, en el caso de las capturas denominadas pobres. Las áreas restantes muestran registros para ambos tipos de capturas, ricas y pobres, para ambas especies (tabla 2).

COMPORTAMIENTO DE LAS AREAS Y LAS CAPTURAS DE 1974 A 1988

En cuanto a las capturas aquí denominadas ricas, tanto para el caso del atún aleta amarilla y el barrilete, nueve áreas registran este tipo de capturas observándose que las magnitudes registradas aumentan del primero al cuarto trimestre.

En el caso de las capturas denominadas pobres el panorama cambia, ya que existen fluctuaciones en cuanto a la de registros para determinadas áreas como ya

se mencionó anteriormente. Destacan áreas en común para ambas especies que no muestran registros de capturas pobres, como es el caso del área tres (Golfo de California), cuatro (Costa mexicana-Golfo de Tehuantepec) y siete (Islas Malpelo). Como en el caso de las capturas ricas, las capturas pobres muestran un comportamiento ascendente del primero al cuarto trimestre, que como Alverson (1954) lo comenta, puede deberse a un aumento en la eficiencia de captura de la flota atunera.

EL PROCESO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL Y LA CAPTURA DE TUNIDOS EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL

Existen condiciones límite para los procesos Markovianos de nacimiento-muerte, en lo general. Estas condiciones son esenciales para entender la utilidad que de estos se obtiene, a partir de haber demostrado que el proceso Markoviano de nacimiento lineal es el proceso que se ajusta y modela el comportamiento de las capturas de atún aleta amarilla y barrilete, en el Océano Pacífico Oriental, en el período de 1974 a 1988.

La primer condición de interés, afirma que la probabilidad que controla el número de nacimientos y muertes, durante un intervalo de tiempo, dependerá de la duración del intervalo, pero no de su punto inicial.

Para el caso de las capturas de túnidos, la probabilidad que controla el número de capturas ricas y/o pobres, durante un intervalo de tiempo, dependerá de la duración del intervalo (entre lances y temporadas de captura), pero no de la magnitud del evento inicial (de la magnitud de la captura inicial).

La segunda condición, refiere a que la probabilidad de un nacimiento (un elemento se une a la población), en el intervalo de duración Δt , dada una población

de (n) elementos al inicio del intervalo, es de $\lambda n \Delta t + o(\Delta t)$, donde λn es una constante posiblemente diferente para distintos valores de (n) .

Esta condición indica que esta constante λ (constante de llegada), toma valores diferentes para distintos valores del número de elementos de una población, es decir del valor inicial de la población.

Es importante destacar que en la presente investigación los valores obtenidos para el proceso Markoviano de nacimiento lineal, el valor de λ oscila de 0.4 a 0.8, para ambas especies (atún aleta amarilla y barrilete), así como para capturas ricas y pobres, al igual que las áreas denominadas norte y sur, en esta investigación.

Este valor sugeriría que la constante de explotación en el período de 1974 a 1988, muestra valores de 0.4 y 0.8, para ambas especies. Lo cual es destacable en relación a la dinámica tanto biológica como oceanográfica del sistema, así como la influencia económica sobre la actividad, como lo demuestra Broadhead y Barrett (1964), y supone un elemento exógeno al sistema, quizá de carácter administrativo (relacionado con el esfuerzo de captura).

En el caso particular del proceso Markoviano de nacimiento lineal, la condición probabilística, radica en que la probabilidad de un nacimiento en un pequeño intervalo de tiempo, es proporcional tanto al número actual de elementos de la población como a la duración del intervalo.

Para la pesquería, significa que la probabilidad de efectuar una captura rica o pobre, de un trimestre a otro, es proporcional tanto a la captura actual, como a la duración del intervalo que puede ser un período trimestral (cuatro trimestres para un ciclo anual).

LA DISTRIBUCION PROBABILISTICA PEARSON III Y LA SIMULACION DE LAS CAPTURAS DE TUNIDOS EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL.

Aparicio (1989), menciona que la función Gumbel se desarrolla para el análisis de los valores extremos, de el rango de valores de los resultados posibles del experimento bajo análisis.

La función Pearson III ocupa un lugar intermedio, entre los valores extremos y todo el rango de valores de los resultados posibles del experimento bajo análisis.

Para la pesquería implicaría que la distribución de las capturas, se esta realizando en un segmento de la población del atún, para lo cual hay evidencias en términos del comportamiento del atún entre uno y dos años, que es el sujeto de pesca, por el arte de pesca empleado, en este caso la red de cerco, y que es el arte de mayor uso en la pesquería del atún aleta amarilla y el barrilete.

Destacando que tanto para el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y el barrilete (*Katsuwonus pelamis*), así como para capturas ricas y pobres y área norte y área sur, el modelo probabilístico que simula con un mayor ajuste, frente al empleo de otros modelos, es el modelo tipo Pearson III o Gamma de tres parámetros.

CONCLUSION

AREAS Y CAPTURAS

Las áreas que analiza Alverson (1959) que resultan en nueve áreas históricamente productoras de atún, y que en esta investigación son empleadas como áreas a partir de las cuales se analiza el comportamiento espacio-temporal de las capturas de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del barrilete (*Katsuwonus pelamis*), en el período 1974 a 1988 en esta investigación y que comprendería un período de 1959 a 1988, muestra la consistencia de capturas para estas áreas, así como muestra algunas variaciones en cuanto al rango denominado capturas pobres (0 a 99 tons.), para esta investigación, siendo constante la producción de capturas ricas (100 a más de 500 tons.) durante el período de análisis (1974 a 1988) de 15 años.

A partir de la ubicación geográfica de las áreas de captura empleadas, se analiza el elemento espacial, en cuanto al área norte (área uno a cinco) y para el área sur (área seis a nueve), y el elemento temporal esta incluido al considerar (como lo sistematiza la CIAT), las capturas de ambas especies, en períodos trimestrales, siendo cuatro períodos para una serie anual, analizándose 15 años de capturas, como ya se mencionó de 1974 a 1988.

El comportamiento temporal de las capturas para ambas especies, muestra una clara tendencia ascendente en el primer trimestre, hasta el cuarto trimestre, así como para las áreas norte y sur, y las capturas denominadas capturas ricas y pobres, en esta investigación, con excepción de aquellas áreas, para las que no se obtuvieron registros de captura con la metodología empleada.

FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS CAPTURAS.

Existen algunas investigaciones que se han propuesto identificar qué factores físicos, químicos y biológicos que afectan las abundancias de las capturas del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del barrilete (*Katsuwonus pelamis*), que va desde la visión disciplinaria (Ríos y Rodríguez, 1987), hasta la visión inter y transdisciplinaria (Ritter, et.al. 1982; Ritter y Guzmán, 1982; Ritter, et.al. 1983).

Tanto unos como otros, destacan dos características esenciales del sistema bajo estudio, la primera de ellas es el carácter altamente dinámico del sistema que impone cambios de un año a otro y aún dentro del mismo año (Alverson, 1959; Broadhead y Barrett, 1964), a partir de las interrelaciones de los elementos que componen al sistema (físico, químico, biológico, oceanográfico y económico), y que se suma a la segunda característica, la imposibilidad de integrar cada uno de estos estudios a excepción del trabajo de Blackburn (1969).

EL PROCESO MARKOVIANO DE NACIMIENTO LINEAL Y LAS CAPTURAS DE ATUN ALETA AMARILLA (*T. albacares*) Y BARRILETE (*K. pelamis*)

El determinar que tipo de sistema se esta explotando-administrando es esencial en términos de la optimización y conservación del sistema bajo estudio.

En este caso se determina mediante el empleo de dos técnicas que provienen de la investigación de operaciones que el sistema bajo estudio, es un sistema que guarda memoria, así como la duración del intervalo entre un evento ($t_n + 1$) y un evento (t_n) y la magnitud de estos eventos, determinan el estado actual del sistema.

Es decir, que las magnitudes de captura realizadas, así como el tiempo entre una captura y la siguiente (dentro de un período anual) y entre los periodos anuales, determinan las capturas actuales. Esta conclusión es esencial en la administración y optimización de las capturas y la flota atunera.

En este mismo sentido, se concluye que la constante de llegada (λ), se comporta como tal, para cada especie y área analizada, lo que sugiere un control no biótico del sistema, que residiría en el esfuerzo pesquero de la flota, en virtud de la dinámica (física, química, biológica y oceanográfica) ya comentada y demostrada por otros autores.

LA DISTRIBUCION PROBABILISTICA TIPO PEARSON III Y EL PRONOSTICO DE LAS CAPTURAS DE ATUN ALETA AMARILLA (*T.albacares*) Y BARRILETE (*K.pelamis*)

La planeación del sector pesquero implica un fuerte componente asociado a eventos futuros, tanto a nivel oceanográfico-pesquero, como de índole socio-económico.

En un primer nivel que está relacionado estrechamente con el comportamiento de las capturas, en un componente espacial, donde conocer qué áreas son las que con mayor frecuencia y probabilidad, producirán capturas ricas y pobres, así como su componente temporal; es decir dentro de un período anual, así como su comportamiento histórico y sus posibles efectos tanto en el actual comportamiento de las capturas, como en eventos futuros, son deseables, ya que permiten a la flota atunera, optimizar todos los recursos que constituyen a la pesquería.

Es en este sentido, el determinar que la distribución probabilística tipo Pearson III, es la que mejor (en términos estadísticos) simula y por ende, potencialmente puede pronosticar eventos futuros es central en este proceso de optimización de las capturas de túnidos en el Océano Pacífico Oriental. Con especial énfasis para México, ya que de las nueve áreas históricas analizadas, cinco de ellas están dentro del área de influencia, por su cercanía, a la flota atunera mexicana, aunque para los grandes cerqueros, la autonomía de operación no resulta ser una limitante.

En cuanto a las características asociadas al modelo probabilístico, destaca que es empleado para analizar el comportamiento de variables aleatorias que ocupan un lugar intermedio, entre los valores extremo y todo el rango de valores de los resultados posibles (Aparicio, 1989), lo que para la pesquería indicaría que el esfuerzo de captura se aplica a un sector del stock y no para toda la población, lo que es cierto por el tipo de arte de pesca, que generalmente captura atunes de uno y dos años (Rodríguez, 1986).

Esto robustece el resultado obtenido, en la medida que existe concordancia con el modelo probabilístico y la selectividad del arte de pesca empleado por la flota atunera, en cuanto a cerqueros se refiere, así como robustece el empleo de dicho modelo probabilístico para evaluaciones del atún aleta amarilla (*T. albacares*) y el barrilete (*K. pelamis*) en el Océano Pacífico Oriental.

APENDICE A.

Cuando el número de valores x que puede tomar una variable X es finito, se dice que la variable aleatoria X es discreta. Por ejemplo si en el experimento: tiro de dados se define la variable aleatoria X como :

$$X = D1 + D2$$

FUNCIONES CONTINUAS DE PROBABILIDAD.

Cuando el número n de valores que puede tomar una variable aleatoria X es infinito, como es el caso de los volúmenes de escurrimiento mensual de un río, se dice que dicha variable aleatoria es continua. Cuando una variable aleatoria es continua, la probabilidad de que ésta tome un valor exacto es siempre nula:

$$P(X = x) = 0$$

y sólo es posible hablar de probabilidades diferentes de cero para intervalos finitos:

$$P(a < X < b) = 0, a < b, a > x_0, b < x_1$$

FUNCIONES DE DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD.

En la estadística existen decenas de funciones de distribución de probabilidad teóricas; de hecho, existen tantas como se quiera, y obviamente no es posible probarlas todas para un problema en particular. Por lo tanto es necesario escoger, de esas funciones, las que se adapten mejor al problema bajo análisis.

Entre las funciones de distribución de probabilidad usadas en diferentes ámbitos de la ciencia, las de mayor aplicación son:

- a) Normal.
- b) Lognormal.
- c) Pearson III.
- d) Gumbel.
- e) Función para dos poblaciones.

Las funciones normal y lognormal son generalmente apropiadas para variables aleatorias que cubren todo el rango de valores de los resultados posibles del experimento bajo análisis.

Las funciones Gumbel se desarrollaron para el análisis de los valores extremos de los resultados. La función Pearson III ocupa un lugar intermedio.

DISTRIBUCION NORMAL.

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

donde μ y σ son los parámetros de la distribución. Estos parámetros determinan la forma de la función $f(x)$ y su posición en el eje x es posible demostrar que μ y σ son, respectivamente la media y la desviación estandar de la población y pueden estimarse como la media y la desviación estandar de los datos, la función de distribución de probabilidad normal es:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Hoy en día, no se conoce analíticamente la integral de la ecuación anterior, por lo que es necesario recurrir a métodos numéricos para valuarla. Sin embargo, para hacer esto se requeriría una tabla para cada valor de μ y σ , por lo que se ha definido la variable *estandarizada*:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

DISTRIBUCION LOGNORMAL.

En esta función los logaritmos naturales de la variable aleatoria se distribuyen normalmente. La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x\beta} e^{-\frac{1}{2\beta}(\ln x - \alpha)^2}$$

donde α y β son los parámetros de la distribución. Se deduce que α y β son respectivamente la media y la desviación estandar de los logaritmos de la variable aleatoria. Esta función no necesariamente es simétrica. Los valores de α y β se estiman a partir de n observaciones x_i , $i = 1, 2, \dots, n$, como:

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i$$

$$\beta = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \alpha)^2}{n} \right]^{1/2}$$

La variable estandarizada se define como:

$$Z = \frac{\ln x - \alpha}{\beta}$$

DISTRIBUCION PEARSON III O GAMMA DE TRES PARAMETROS.

La función de densidad de probabilidad de Pearson III se define como:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \left\{ \frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right\}^{\beta_1 - 1} e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}}$$

DISTRIBUCION GUMBEL.

Los parámetros α y β se estiman como:

$$\alpha = \frac{1.2825}{s}$$

y: $\beta = \bar{x} - 0.455$

Para muestras muy grandes, o bien como:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{s}$$

y:

$$\beta = \bar{x} - \mu_y / \alpha$$

para muestras relativamente pequeñas, donde μ_y y σ_y se muestran en la siguiente tabla:

n	μ_y	σ_y
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.5600	1.2065

FUNCIONES DE DISTRIBUCION PARA DOS POBLACIONES.

En muchos lugares, especialmente en las zonas costeras de México, los gastos máximos anuales de un ejemplo dado, pertenecen a dos poblaciones diferentes: La primera es la de los gastos producidos por eventos (precipitaciones) relacionadas con los fenómenos meteorológicos dominantes en la región en estudio, y la segunda

es la de los gastos producidos por precipitaciones ciclónicas, normalmente mayores que los primeros.

LIMITES DE APLICABILIDAD Y SELECCION DE LA FUNCION DE DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD.

ANALISIS GRAFICO.

Un primer método para seleccionar la función consiste en inspeccionar una gráfica donde se haya dibujado cada una de las diferentes funciones junto con los puntos medidos (observados). La función de distribución de probabilidad que se seleccione será la que se apegue visualmente mejor a los datos medidos.

Este método se usa en ocasiones, incluso, para ajustar las distribuciones de distribución de probabilidad a los datos medidos, dibujando en un papel especial para cada función dichos datos, escogiendo la función para la que el conjunto de puntos sea semejante a una línea recta y finalmente trazando a ojo dicha línea recta para poder efectuar las extrapolaciones necesarias.

El empleo de este método de forma aislada puede resultar arriesgado y peligroso.

MODELO MARKOVIANO DE NATALIDAD PURA

Un proceso markoviano se le define formado por un conjunto de objetos y estados tal que en cualquier momento dado cada objeto debiera estar en uno de dichos estados y la probabilidad de cambio depende solamente de dichos estados.

Si señalamos P_{ij} a la probabilidad de cambio de i a j , la matriz $N \times N = P_{ij}$ es la matriz estocástica de transición asociada al proceso, donde los elementos de cada renglon tienen suma unitaria.

Si P es estocástica, entonces; P_{ij}^n representa la probabilidad de que un objeto cambie del estado i al estado j en n periodos de tiempo.

Un proceso de presencia de una helada por ejemplo, es un proceso estocástico si las probabilidades de transición dependen del estado actual y no de la historia pasada. Estos criterios implican en el límite cuando el intervalo de tiempo tiende a cero, que las ecuaciones de Kolmogorov para las probabilidades de estado estarán dadas por:

$$dp_{n(t)} = -(\lambda_n + \mu_n) P_{n(t)} + \mu_{n+1} P_{n+1(t)} + \lambda_{n-1} P_{n-1(t)} \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{dp(t)}{dt} = -\lambda_0 P_0(t) + \mu_1 P_1(t) \dots \dots \dots (2)$$

Una forma de resolver estas ecuaciones es reemplazandolas con una sola ecuación parcial diferencial, para la función probabilística generativa.

$$F(z, t) = \sum_{n=0}^{\infty} P_{n(t)} z^n \dots \dots \dots (3)$$

Si multiplicamos la ecuación (1) por z^n , y sumamos para toda (n) agregando la ecuación (2) tendremos.

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{dp_n(t)}{dt} z^n = -(\lambda + \mu) \sum_{n=1}^{\infty} np_n(t) z^n + \mu \sum_{n=0}^{\infty} (n+1) p_{n+1}(t) z^{n+1} + \lambda \sum_{n=1}^{\infty} (n-1) p_n(t) z^{n-1} \dots \dots \dots (4)$$

Diferenciando la ecuación (3), tendremos:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{dp_n}{dt} z^n = \frac{\partial F}{\partial t} (z, t)$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} np_n(t) z^n = z \frac{\partial F}{\partial z} (z, t)$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} (n+1) p_{n+1}(t) z^{n+1} = \frac{\partial F}{\partial z} (z, t)$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} (n-1) p_{n-1}(t) z^{n-1} = z^2 \frac{\partial F}{\partial z} (z, t)$$

Con lo que la ecuación (4) se transformará en;

$$\frac{\partial F}{\partial t} (z, t) = [-(\lambda + \mu)z + \mu + \lambda z^2] \frac{\partial F}{\partial z} (z, t) \dots (5)$$

Resolviendo por variables separables, una solución será.

$$e^{t \frac{(z-1)^{1/(\lambda+\mu)}}{z-\gamma}} \quad \text{donde } \gamma = \frac{\mu}{\lambda}$$

La solución genral de la ecuación (5) será;

$$F(z, t) = g \left[e^{t \frac{(z-1)^{1/(\lambda-\mu)}}{z-\gamma}} \right] \dots \dots \dots (6)$$

Donde g es una función arbitraria de una sola variable. Para determinar g , se nota que para una población inicial de un solo elemento; $P_1(0) = 1$ y $P_n(0) = 0$; entonces :

$$F(Z,0) = \sum_{n=0}^{\infty} P_{n(0)} Z^n = Z \dots \dots (7)$$

Por lo que la ecuación (6) podrá escribirse como:

$$Z = g \left[\frac{Z-1}{Z-\sigma} \right]^{1/(\lambda-\mu)} \dots \dots (8)$$

Si hacemos: $y = \frac{Z-1}{Z-\sigma} \quad 1/(\lambda-\mu)$; inversamente se tendrá que:

$$Z = \frac{\sigma y^{(\lambda-\mu)} - 1}{y^{(\lambda-\mu)} - 1}; \text{ Por lo que la ecuación (8) podrá darse como:}$$

$$g(y) = \frac{\sigma y^{\lambda-\mu} - 1}{y^{\lambda-\mu} - 1}$$

a) PROCESOS MARKOVIANOS LINEALES.

Un proceso markoviano lineal, es un proceso puro de natalidad en el cual la probabilidad de un evento es un pequeño intervalo de tiempo es proporcional tanto al número de eventos ya manifestados como también a la duración del intervalo transcurrido. Este es para toda $n, \mu_n = 0$ y $\lambda_n = n\lambda$. La constante de proporcionalidad μ es la tasa de llegadas. la solución a las ecuaciones de Kolmogorov para cuando sea presentado ya el primer evento, será:

$$P_n(t) = \begin{cases} (1-e^{-\lambda t})^{n-1} e^{-\lambda t} & (n=1,2,\dots) \\ 0 & (n=0) \end{cases}$$

El número esperado de eventos en el tiempo t será;

$$E[N(t)] = e^{\lambda t} .$$

Si ya se han manifestado en $N(0)$ eventos, entonces el número esperado de eventos en t estará dado por:

$$E_n[t] = N(0) + \lambda t.$$

b) PROCESO POISSONIANO DE NATALIDAD PURA.

Un proceso poissoniano de natalidad es un proceso markoviano puro de nacimiento en el cual la presencia de un evento en cualquier intervalo de tiempo es independiente del número de eventos ya manifestados, esto es, para toda n , $\lambda_n = \lambda$, y $\mu_n = 0$, el número de eventos en el futuro no será el resultado de los eventos ya manifestados por lo que estos pueden manifestarse en cualquier momento aun y cuando ninguno se haya presentado.

La solución a las ecuaciones de Kolmogorov para cuando ningún evento haya sido observado, será;

$$P_{n(t)} = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t} \quad n=0,1,2,\dots$$

Pero si existe $N(0)$ eventos ya manifestados, tendremos:

$$P_{n(t)} = \begin{cases} \frac{(\lambda t)^{n-N(0)} e^{-\lambda t}}{(\Gamma_{n-N(0)})} & \text{Si } [n \geq N(0)] \\ 0 & \text{Si } [n < N(0)] \end{cases}$$

El tamaño esperado de eventos en el momento t será;

$$E(N(t)) = N(0) + \lambda t.$$

Por lo que la ecuación (6) podrá escribirse como:

$$F(Z, t) = \sigma \frac{\left[e^{t \frac{(Z-1)}{Z-\sigma}} \right]^{\lambda-\mu} - 1}{\left[e^{t \frac{(Z-1)}{Z-\sigma}} \right]^{\lambda-\mu} - 1}$$

Simplificando tendremos que:

$$F(Z, t) = \mu \frac{[e^{t(\lambda-\mu)} - 1] + Z [\mu e^{t(\lambda-\mu)} + 2]}{[\lambda e^{t(\lambda-\mu)} - \mu] - Z\lambda [e^{t(\lambda-\mu)} - 1]}$$

Desarrollando esta última ecuación en potencias de z , se obtiene $P_n(t)$ como coeficiente de z^n y si además hacemos que:

$$r(t) = \frac{\mu [e^{t(\lambda-\mu)} - 1]}{\lambda e^{t(\lambda-\mu)} - \mu}; \quad s(t) = \lambda \frac{[e^{t(\lambda-\mu)} - 1]}{\lambda e^{t(\lambda-\mu)} - \mu}$$

$$m(t) = \frac{\lambda - \mu e^{t(\lambda-\mu)}}{\lambda e^{t(\lambda-\mu)} - \mu}$$

Entonces tendremos que:

$$F(Z, t) = \frac{r(t) + z m(t)}{1 - Zs(t)} = [r(t) + z m(t)] \left[\frac{1}{1 - Zs(t)} \right] \dots (9)$$

Por series geométricas, sabemos que:

$$\frac{1}{1-X} = \sum_{n=0}^{\infty} X^n \quad (|X| < 1)$$

Por lo que podremos escribir la ecuación (9) como:

$$F(Z, t) = r(t) + \sum_{n=0}^{\infty} [r(t)s(t) + m(t)] [s(t)]^{n-1} Z$$

Algebraicamente puede verificarse que:

$$r(t)s(t)+m(t) = [1-r(t)][1-s(t)]$$

Obteniéndose la versión final de la ecuación (9)..

$$F(Z,t) = r(t) + \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ [1-r(t)] [s(t)]^{n-1} Z^n \right\}$$

Cuyos coeficientes nos dan las ecuaciones de Kolmogorov.

Cualquier potencia de una solución de la ecuación (5) es en si misma una solución, por lo que podemos decir que:

$$\phi(Z,t) = [F(Z,t)]^{n(0)}$$

Es una solución dada por la ecuación (13), satisfaciendo las condiciones iniciales de:

$$\phi(Z,t) = [F(Z,t)]^{n(0)} = Z^{n(0)}$$

Entonces tendremos que $\phi(Z,t)$ es la función generatriz de las probabilidades y de estado con un inicio de $n(0)$ elementos.

BIBLIOGRAFIA

- Alverson, G. (1959). GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF YELLOWFIN TUNA AND SKIPJACK CATCHES FROM THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN, BY QUARTERS OF THE YEAR, 1952-1955. Inter-American Tropical Tuna Commission. Vol. III, No.4
- Alverson, G. (1963). THE FOOD OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNAS IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN. Inter-American Tropical Tuna Commission. Vol. VII, No. 5.
- Angulo, M. (1994). RECURSOS ALIMENTO ESPACIO Y TIEMPO DE *Sceloporus grammicus microlepidotus Wiegmann* (LACERTILIA, IGUANIDAE) SOBRE LINDEROS ENTRE CULTIVOS, IXTACUIXTLA, TLAXCALA. Tesis Lic. Biología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. México. 90 pp.
- Aguñiga, G; Alvarez, B. PETACHEO Y VARIACION TEMPORAL DE AMONIO Y FOSFATO EN AGUAS INTERSTICIALES DE SEDIMENTOS DE ENTREMAREAS DE UNA LAGUNA COSTERA. Ciencias Marinas, 15(3): 97-120, 1989.
- Aleksandrov, A; Kolmogorov, A; Laurent'ev, M. (Eds.). MATHEMATICS. cap. XI. The M.I.T. Press (1963).
- Altamirano A. et al. ANALISIS DEL NICHOS TROFICO Y ESPACIAL DE ALGUNAS ESPECIES DE ANFIBIOS Y REPTILES DE ALVARADO VERACRUZ. Revista de Zoología del Museo de Zoología de la ENEP Izacala. año 2 No. 2 (1990). México.
- Alvariffo, A. THE RELATION BETWEEN THE DISTRIBUTION OF ZOOPLANKTON PREDATORS AND ANCHOVY LARVAE. Reun. cons. int. explor. mer. 178: 197-199.1981.
- Andrewartha, H. 1973. INTRODUCCION AL ESTUDIO DE POBLACIONES ANIMALES. Ed. Alhambra. México. 333 pp.
- Anónimo. (1964). INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1965). INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1966). INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1967). INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1975). INFORME ANUAL 1974. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1976). INFORME ANUAL 1975. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.

- Anónimo. (1977). INFORME ANUAL 1976. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1978). INFORME ANUAL 1977. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1979). INFORME ANUAL 1978. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1980). INFORME ANUAL 1979. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1981). INFORME ANUAL 1980. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1982). INFORME ANUAL 1981. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1983). INFORME ANUAL 1982. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1984). INFORME ANUAL 1983. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1985). INFORME ANUAL 1984. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1986). INFORME ANUAL 1985. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1987). INFORME ANUAL 1986. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1988). INFORME ANUAL 1987. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Anónimo. (1989). INFORME ANUAL 1988. DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. U.S.A.
- Aparicio, M. 1989. FUNDAMENTOS DE HIDROLOGIA DE SUPERFICIE. Ed. Limusa. México. pp 239 - 303
- Bakus, J. (1990). QUANTITATIVE ECOLOGY AND MARINE BIOLOGY. Ed. A.A. Balkema. U.S.A. 157 pp
- Barahona, E. (COMPILADOR). 1988. EVOLUCION: TEORIA Y CONTROVERSIAS. Ciencias. No. ESPECIAL 2. Fac. Ciencias UNAM. México.
- Barbault, E. (1967). RECHERCHES ECOLOGIQUES DANS LA SAVANE DE LAMNTO (COTE D'IVOIRE): LE CYCLE ANNUAL DE LA BIOMASSE DES AMNPHIBIENS ET DES LEZARDS. Terre et Vie 21: 297 - 318
- Barbault, E. and Grenot, G. (1977). RICHESSE SPECIFIQUE ET ORGANIZATION SPATIALE DU PEUPEMENT DE LEZARDS DU BOLSON DE MAPIMI (DESERT DE CHIHUAHUA, MEXIQUE). Acad. Sci. Paris séc. D. 284: 2281 - 2283
- Berger, H. 1969. ECOLOGIC PATTERNS OF LIVING PLANKTONIC FORAMINIFERA. Deep sea research Vol.16, pp. 1-24

- Begon, M: Harper, L. and Townsend, R. (). ECOLOGY. pp. 1 - 410
- Bibriesca, B. LA PATOLOGIA AMBIENTAL. Omnia. No. 26 (1993). PP. 37 - 52
- Blackburn, M. 1969. CONDITIOS RELATED TO UPWELLING WHICH DETERMINE DISTRIBUTION OF TROPICAL TUNAS OFF WESTERN BAJA CALIFORNIA. Scripp Institution of Oceanography. Contribution 2600. Vol 39. U.S.A. pp 065 - 094
- Boughy, S. (1973). ECOLOGY OF POPULATIONS. De. Mcmillan publishing co. U.S.A. pp. 1 - 54
- Broadhead, C. and Barret, I. (1964). SOME FACTRORS AFFECTING THE DISTRIBUTION AND APPARENT ABUNDANCE OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNA IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN. Inter-American Tropical Tuna Commision. Vol.VIII, No. 8.
- Bronson, R. 1983. INVESTIGACION DE OPERACIONES. Ed. Mc Graw-Hill de México. México. pp 223 - 261
- Cervantes Duarte, R. y R. Guerrero Godinez. Variación espacio-temporal de nutrientes de la Ensenada de la Paz, B.C.S., México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 15(2): 129 - 142 (1988).
- Cifuentes, L. (1990). LOS RECURSOS NATURALES Y LA PESCA EN MEXICO. En: Rojas, R. (COORDINADORA). (1990). EN BUSCA DEL EQUILIBRIO PERDIDO. Ed. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. México. 299 pp
- Colwell, K; Futuyma, J. 1971. ON THE MEASUREMENT OF NICHE BREADTH AND OVERLAP. Ecology. Vol.52. No.4. U.S.A. pp 567 - 576
- Collete, B. y Nauen, E. 1983. SCOMBRIDS OF THE WORLD VOL 2. FAO. Fisheries synopsis No.125, Vol. 2. Ed.U.N. Development programme. F.A.O. of the U.N.Rome.
- Compean, J. 1987. LA ACUACULTURA DEL ATUN EN MEXICO: UNA POSIBILIDAD. Acuavisión. Año II, No.11. Fondepesca. México. pp 4 - 5
- Cordera, R. et. al. 1983. ECOLOGIA Y RECURSOS NATURALES. Ed. Ediciones del Comité Central. PSUM. México.
- Cruz, T; Ritter, O; Moreno, P. 1989. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION CUANTITATIVA DE LOS RECURSOS NATURALES. Univ. Autónoma de Guerrero. Escuela Superior de Agricultura. México. 124 pp
- Cushing, H. (1977). SCIENCE AND THE FISHERIES. Ed. Edward Arnold. U.K. 87 pp
- Dansereau, P. 1981. INTERIORIDAD Y MEDIO AMBIENTE. Ed. nueva imagen. México. 159 pp
- Doherty, J. et. al. THE ADAPTATIVE SIGNIFICANCE OF LARVAL DISPERSAL IN CORAL REEF FISHES. Enviromental biology of fishes. Vol.12. No.2. pp. 81- 90, 1985.
- Dominguez, M. 1978. HIDROLOGIA DE SUPERFICIE. Proyecto de Meteorología. Facultad de Física. Universidad Veracruzana. México. 24 pp.

- Dreyfus, L; Manzo, M. CONTROL OPTIMO DE UN SISTEMA BIOECONOMICO. LA PESQUERIA DEL ATUN ALETA AMARILLA (*Thunnus albacares*) EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL. *Ciencias Marinas*. (1993), 19 (3): 353 - 369
- Ennel, T. (1984). ECOLOGIA Y BIOLOGIA DE POBLACIONES. Ed. Interamericana. México. 182 pp
- Fernandez, D. 1985. TUNDOS Y DEMAS ESCOMBRIDOS MUNDIALES. Ed. Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios. España. 223 pp.
- Fernandez, E; Gallegos, G; Zavala, H. OCEANOGRAFIA FISICA DE MEXICO. *Ciencia y Desarrollo*. Vol. XVIII, No. 108 (1993): 24 - 35
- Flores, K. 1989. EXPATUN: LA UNION HACE LA FUERZA. *Expansión*. Vol. XXI No. 515. México.
- Frango, M; Harper, L. COMPETITION AND THE FORMATION OF SPATIAL PATTERN IN SPACING GRADIENTS: AN EXAMPLE USING *Kochia scoparia*. *Journal of Ecology* (1988). 76, 959-974
- Funes, R; Hernandez, T. LARVAS DE MICTOFIDOS Y COPEPODOS MESOPELAGICOS: DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR. *Ciencias Marinas* 14 (2): 69 - 84, 1988.
- Gomez, M; Ortega, G y Gomez G. RELACION ENTRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR Y LA PESCA DE ATUN ASOCIADA A LOS DELFINES. *Investigación Hoy*. I.P.N. octubre 1993. pp 5
- Gonzalez, C. (1986). VARIABILIDAD Y PREDICTIBILIDAD DE LAS CAPACIDADES DE SOSTEN Y SU INFLUENCIA EN LAS ABUNDANCIAS POBLACIONALES DEL ATUN ALETA AMARILLA (*Thunnus albacares*) DE LAS ZONAS HISTORICAS DE PRODUCCION PESQUERA DEL OCEANO PACIFICO ORIENTAL, A TRAVES DEL ANALISIS DE SERIES DE TIEMPO. Tesis. Maestría en Ciencias Biología. UNAM. 90 pp
- Gulland, A. 1971. MANUAL DE METODOS PARA LA EVALUACION DE LAS POBLACIONES DE PECES. Ed. FAO-Acribia. España. 164 pp.
- Gumbel, E. STATISTICS OF EXTREMES. Columbia Univ. Press. (1958).
- Hairston, G. ON THE RELATIVE ABUNDANCE OF SPECIES. *Ecology*. Vol. 50, No. 6. pp. 1091 - 1094
- Hamilton, W. CORRELATIONS BETWEEN INCIDENCE AND ABUNDANCE ARE EXPECTED BY CHANCE. *Journal of Biogeography* (1991) 18, 463-466
- Haurly, R. PATCHES, NICHES, AND OCEANIC BIOGEOGRAPHY. pp. 126-131
- Herrera, C. SIZE, SPACING PATTERN, AND HOST-PLANT SELECTION IN *Osyris quadripartita*, A HEMIPARASITIC DIODICIOUS SHRUB. *Journal of Ecology* (1988), 76, 995-1006

- Holmes, W; Schaefer, B; and Shimada, M.(1957). PRIMARY PRODUCTION, CHLOROPHYLL, AND ZOOPLANKTON VOLUMES IN THE TROPICAL EASTERN PACIFIC OCEAN. Inter-American Tropical Tuna Commission. Vol. II, No. 4.
- Horn, S; Mac Arthur, H.1972. COMPETITION AMONG FUGITIVE SPECIES IN A ARLEQUIN ENVIRONMENT. Ecology. Vol. 53, No. 4.U.S.A. pp 749 - 752
- Houle, G. SPATIOTEMPORAL PATTERNS IN THE COMPONENTS OF GENERATION OF FOUR SYMPATRIC TREE SPECIES-*Acer rubrum*, *A.saccharum*, *Betula alleghaniensis* AND *Fagus grandifolia*. Journal of Ecology. 82, (1994): 39 - 53
- Jimenez, P. et al. AGRUPAMIENTO SUPERFICIAL DIURNO DE *Calanus pacificus* Brodsky (Copepoda: Calanoida). EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, MEXICO. Ciencias Marinas Vol.14 (3): 77 - 90, 1988.
- Jimenez, P. VARIACION TEMPORAL DEL ZOOPLANKTON DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, MEXICO. Ciencias Marinas, 15 (3): 81 - 96, 1989.
- Keams, G. THIS COMMON INHERITANCE: GREEN IDEALISM VERSUS TORY PRAGMATISM. Journal of Biogeography (1991) 18,363 - 370
- Kerr, S. 1974. THEORY OF SIZE DISTRIBUTION IN ECOLOGICAL COMMUNITIES. J. Fish. Res. Board. Can. 31: 1859 - 1862
- Krebs, J. 1985. ECOLOGIA. ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION Y LA ABUNDANCIA. Ed. Harla. México. 753 pp
- Lambert, C. and Ware, M. REPRODUCTIVE STRATEGIES OF DEMERSAL AND PELAGIC SPAWNING FISH. Can. j. fish. aquat. sci., Vol. 41. 1984
- Lechowics, M. et al. ENVIROMENTAL CORRELATES OF HABITAT DISTRIBUTION AND FITNESS COMPONETS IN *Impaniens capensis* *Impaniens pallida*. Journal of Ecology (1988), 76, 1043-1054
- Leff, E. (1990). RACIONALIDAD AMBIENTAL Y PROCESOS DE DESCENTRALIZACION En: Rojas, R. (Coordinadora). (1990). EN BUSCA DEL EQUILIBRIO PERDIDO. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. MEXICO. 229 pp.
- Maly, E; Ian, A and Bayly, E. FACTORS INFLUENCING BIOGEOGRAPHIC PATTERNS OF AUSTRALASIAN CENTROPAGID COPEPODS. Journal of Biogeography (1991) 18, pp 455 - 461
- Margalef, R. 1980. LA BIOSFERA ENTRE LA TERMODINAMICA Y JUEGO. Ed.Omega. España. 236 pp.
- Margalef, R. 1981. ECOLOGIA. Ed. Planeta. España. 252 pp.
- May, M. BIOLOGICAL POPULATIONS WITH NONOVERLAPPING GENERATIONS: STABLE POINTS, STABLE CYCLES, AND CHAOS. Science 186 (1974). pp. 645 - 647

- Mead, W. POSTLARVAL *Neothunnus macropterus*, *Auxis thazard*, AND *Euthynnus lineatus* FROM THE PACIFIC COAST OF CENTRAL AMERICA. Fishery bulletin of the fish and wildlife service pp.121-127
- Meadows, H; Meadows, L; Randers, J; Behrens III.1985. LOS LIMITES DEL CRECIMIENTO. Ed. Fondo de Cultura Económica. 5a. Impresión. México. 249 pp.
- Meadows, H.; Meadows, L and Randers, J. (1993). MÁS ALLÁ DE LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO. Ed. Aguilar mexicana. México. 355 pp
- Orange, J; Schaefer, B; and Larme, M. (1957). SCHOOLING HABITS OF YELLOWFIN TUNA (*Neothunnus macropterus*) AND SKIPJACK (*Katsuwonus pelamis*) IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN AS INDICATED BY PURSEINE CATCH RECORDS, 1947-1955. Inter-American Tropical Tuna Commission. Vol.II, No. 3
- Ortega, G; Muhlia, M. ANALISIS DEL PODER RELATIVO DE PESCA DE LA FLOTA ATUNERA MEXICANA DE CERCO QUE OPERA EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL. Ciencias Marinas. (1992), 18(1): 55 - 78
- Ortega, G. AREAS DE OPERACION DE LA FLOTA ATUNERA MEXICANA. Investigación Hoy. I.P.N. octubre 1993. pp 9
- Ortega, R.(1981). LAS LAGARTIJAS: ORGANISMOS PARA ESTUDIOS ECOLOGIA CUANTITATIVA. Ejercicio Predoctoral en ciencias con especialidad en Ecología. Esc. Nal. de Ciencias Biológicas. I.P.N. México. pp.20-44, 258 - 276
- Ortega, S and Martinez, G. HIDROLOGICAL AND POPULATION STUDIES ON *Artemia franciscana* IN YAVAROS SONORA MEXICO. Rev. Biol. Trop., 35(2): 233-239, 1987
- Patterson, B and Brown J. REGIONALLY NESTED PATTERNS OF SPECIES COMPOSITION IN GRANIVOROUS RODENT ASSEMBLAGES. Journal of Biogeography (1991) 18, 395 - 402
- Pella, J. A STOCHASTIC MODEL FOR PURSE SEINING IN A TWO-SPECIES FISHERY. J. Theoret.Biol. (1969) 22, 209 - 226
- Pickett, S; White, P. (1985). THE ECOLOGY OF NATURAL DISTURBANCE AND PATCH DYNAMICS. Ed.Academic Press. U.S.A. 472 pp
- Pielou, E. (1969). AN INTRODUCTION TO MATHEMATICAL ECOLOGY. Ed. John Wiley and sons. U.S.A. 286 pp
- Poole, W. 1974. AN INTRODUCTION TO CUANTITATIVE ECOLOGY. Ed. McGraw-Hill Kogakusha, LTD. 532 pp
- Rabinovich, E. (1980). INTRODUCCION A LA ECOLOGIA DE POBLACIONES ANIMALES. Ed.cecsa. México. pp. 69 - 104
- Rios, S. y Rodriguez, M.1987. (inédito). PESQUERIAS DE MEXICO: TUNDOS. Facultad de Ciencias. UNAM. México. (manuscrito).

- Ritter, O y Guzman, R. EFECTOS METEOROLOGICOS EN LA PRODUCTIVIDAD OCEANICA DEL GOLFO DE PANAMA. Meteorológica. Vol. VIII/IX. 1977/78. Pags. 349 - 358.
- Ritter, O; Klimek, G; Guzman, R. 1982. SOBRE LA ABUNDANCIA, DISTRIBUCION Y COMPORTAMIENTO DEL ATUN ALETA AMARILLA EN EL OCEANO PACIFICO DEL ESTE Y SU CORRELACION A CONDICIONES FISICO- AMBIENTALES. Geofísica No.17. julio-diciembre. México. pp 5 - 22
- Ritter, O; Guzman, R. 1982. EFECTOS METEOROLOGICOS Y OCEANOGRAFICOS EN LA PRODUCTIVIDAD DEL OCEANO PACIFICO DEL ESTE. Geofísica. No.17. julio-diciembre. México. pp 21 - 39
- Ritter, O; Guzman, R; Cruz, L. 1983. NIVEL MEDIO DEL MAR EN SALINA CRUZ OAXACA, MEXICO. CAUSAS, EFECTOS Y FLUCTUACIONES. Geofísica. No. 18/19. México. pp 71 - 81
- Ritter, O. y Guzman, R. MODELO GENERALIZADO DE PRODUCCION PESQUERA CON DEPENDENCIA AMBIENTAL UNA APLICACION AL GOLFO DE TEHUANTEPEC. Geofísica. No. 20. enero-junio 1984. pp 22 - 29
- Ritter, O; Guzman, R; Buendia, C y Morales, A. SOBRE LA EVALUACION DE LOS RECURSOS NATURALES (PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION MATEMATICA). Parte I Anales del Instituto de Geofísica. Vol. 25/1979. Pp. 125-133
- Ritter, O; Guzman, R; Buendia, C y Morales, A. SOBRE LA EVALUACION DE LOS RECURSOS NATURALES (ASPECTOS AMBIENTALES EN LA PRODUCTIVIDAD OCEANICA). Parte II. Anales del Instituto de Geofísica. Vol. 25/1979. pp 135 - 152
- Rodriguez, M. (1986). ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA PESQUERIA DEL ATUN ALETA AMARILLA (*Neothunnus macropus*) Y DEL BARRILETE (*Katsuwonus pelamis*) EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL. Tesis. Biología. UNAM. México. 126 pp
- Rojas, R. (COORDINADORA). (1990). EN BUSCA DEL EQUILIBRIO PERDIDO. Ed. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. México. 299 pp
- Rose, R. (1987). QUANTITATIVE ECOLOGICAL THEORY: AN INTRODUCTION TO BASIC MODELS. Ed. Croom Helm. U.K. 203 pp
- Salcedo, M. (1992). ECOLOGIA CUANTITATIVA EN LA PESCA DEL ATUN. Información Científica y Tecnológica. Vol. 14, No.184-185 pp
- Schoener, T. (1974). RESOURCES PARTITIONING IN ECOLOGICAL COMMUNITIES. Science. Vol.185. pp.27 - 39
- Smith, E. and Lasker, R. POSITION OF LARVAL FISH IN A ECOSYSTEM. Reun. cons. int. explor. mer, 173: 77 - 84. 1978.
- Soberón, M. (Compilador). (1990). ECOLOGIA Y CONSERVACION EN MEXICO. Ciencias Número especial 4. Fac. Ciencias. UNAM.

- Soberón, M. LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA Y LA BASE DE DATOS TAXONOMICOS. OMNIA. No.26 (1993). pp. 5 - 12
- Steele, H. (1976). THE STRUCTURE OF MARINE ECOSYSTEMS. Ed. Harvard University Press. U.S.A. 128 pp
- Szlenk, W. (1987). MATEMATICAS APLICADAS A LA ECOLOGIA.V COLOQUIO DEL DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS. CINVESTAV - I.P.N. México. 245 pp
- Tapia, C. (1980). EL MEDIO OCEANICO Y LA ACTIVIDAD PESQUERA En: SUNKEL, L. Y GLIGO, N. (1980). ESTILOS DE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE EN LA AMERICA LATINA. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. 663 pp
- Terada, K. (1968). FISHERMEN AND THE WEATHER. FAO Fisheries. Technical paper No. 71.F.A.O.
- Vazquez, G; Alexander, V. LA QUIMICA MARINA DE LAS COSTAS NACIONALES DE MEXICO. Geo-UNAM. Vol.2, No.4 (1994): 34 - 41
- Wiens, J. (1977). ON COMPETITION AND VARIABLE ENVIRONMENTS. Am. Sci. 65:590 - 597
- Wiens, J. (1984). RESOURCE SYSTEMS, POPULATIONS AND COMMUNITIES. Chapter15. pp.397-436 In: Price, P; Slobodchikoff, C and Gaud,W. A NEW ECOLOGY. Nove approaches to interactive systems. John Wiley and Sons.U.S.A.
- Zavala, J. LA TENDENCIA DIALOGICA EN LAS INVESTIGACIONES SOCIALES Y HUMANISTICAS. La Jornada Semanal. No.219(1993). pp.44-45