

2ej
82

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE CIENCIAS

**“ELABORACION DE UNA PROPUESTA PARA DETERMINAR EDAD
Y CRECIMIENTO EN ESPECIES DE CLIMA TROPICAL Y
PESQUERIAS DE TIPO ARTESANAL”**

T E S I S

Que para obtener el Título de
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P r e s e n t a

ALFREDO GONZALEZ BECERRIL



México, D. F.

Febrero de 1986



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 está 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.

R E S U M E N

Se elabora una proposición para determinar la edad y el crecimiento en especies de clima tropical y pesquerías de tipo artesanal. La metodología general aquí planteada abarca la mayor parte de los aspectos relacionados con la descripción del crecimiento de una especie. En cada una de las secciones en que se divide el trabajo, se hace una discusión amplia sobre su problemática puntualizando en las cuestiones que se piensa tienen la mayor relevancia y planteando soluciones alternativas a los problemas detectados.

Para ejemplificar cada una de las metodologías descritas, ya sea las propuestas por diversos autores o las que de manera original se plantean en este trabajo, se utilizan los datos obtenidos de la captura comercial de Lutjanus guttatus en una comunidad de pescadores ubicada en Caleta de Campos - Michoacán, en el período de enero diciembre de 1984.

Al final se estiman a partir de la metodología planteada en el trabajo, los parámetros de crecimiento del modelo de L. von Bertalanffy para Lutjanus guttatus, siendo estos: $k = 0.1136$, $L = 75.69$, $t_0 = -1.003$.

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
1.1 OBJETIVOS	11
2.0 ELECCION DEL TIPO DE MUESTREO Y DETERMINACION DEL TAMAÑO DE MUESTRA.	12
2.1 DISEÑO DE MUESTREO	20
3.0 METODOS MAS COMUNMENTE USADOS PARA LA DETERMINACION DE LA EDAD POR LECTURA DE DETENCIONES DE CRECIMIENTO EN ESTRUCTURAS OSEAS Y ESCAMAS	28
3.1 DESARROLLO DE LA METODOLOGIA PLANTEDA EN EL CAPITULO PARA EL CASO DE <u>Lutjanus guttatus</u> .	36
4.0 METODOS INDIRECTOS	39
4.1 METODO DE DETERMINACION VISUAL O DE PETERSEN (1889).	41
4.2 METODO DE PAPEL DE PROBABILIDAD O METODO DE CASSIE (1959).	43
4.3 METODO DE RESOLUCION DE UNA DISTRIBUCION QUE CONTIENE COMPONENTES GAUSSIANOS O METODO DE BATTACHARYA (1967).	45
4.4 ANALISIS EXPLORATORIO DE DATOS; DIAGRAMA DE TALLO Y HOJA, TUCKEY (1976).	50
4.5 METODO DE ANALISIS DE CUMULOS	52
4.6 UTILIZACION DE LOS METODOS INDIRECTOS EN LA OBTENCION DE LA RELACION TIEMPO-LONGITUD	54
4.7 APLICACION DEL METODO DE M. y A	56
5.0 OBTENCION DE LOS PARAMETROS DEL MODELO DE CRECIMIENTO DE L. von BERTALANFFY (1938).	63
5.1 COMPARACION DE LAS CURVAS DE CRECIMIENTO Y SELECCION DE LA CURVA OPTIMA	68
6.0 CONCLUSIONES Y PROPOSICION	70
6.1 PROPOSICION GENERAL PARA LA OBTENCION DE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO PARA UNA ESPECIE DE CLIMA TROPICAL Y UNA PESQUERIA DE TIPO ARTESANAL	75

	páginas
APENDICE A: TABLAS DE DATOS	76
APENDICE B: INDICE DE DIVERSIDAD COMO ESTIMADOR DEL TAMAÑO DE MUESTRA	77
APENDICE C: IMPORTANCIA DEL TAMAÑO DE MUESTRA EN LA DETERMINACION DE LAS MODAS DE UNA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE TALLAS	79
APENDICE D: ANALISIS DE CUMULOS	83
APENDICE E: PROGRAMAS PARA EL CALCULO DE LOS PA RAMETROS DEL MODELO DE L. von BERTA- LANFFY	88
LAMINAS Y TABLAS	90
BIBLIOGRAFIA	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Se muestran los valores de las medias para cada componente normal por cuatro métodos distintos; Petersen (1889), Tuckey (1976), Cassie (1954), y Battacharya (1967), así como su intervalo de -- confianza para los datos extraídos de la captura comercial de L.guttatus, en Caleta de Campos, Mich.

Tabla 2.- Se muestra los valores de las medias con las - que se construyeron las curvas en el arreglo se cuencial de muestras periódicas, además de los valores de las medias que se usaron para construir la curva general.

INDICE DE LAMINAS

- Lamina 1.- Descripción de las estructuras óseas y escamas que se usan más frecuentemente en el estudio de detenciones de crecimiento.
- Lamina 2.- Descripción del método de Petersen(1889) en el caso de una única muestra, en donde se interconectan las modas de la distribución suponiendo desoves anuales.
- Lamina 3.- Aplicación del método de Cassie (1954) para datos obtenidos de la captura comercial de L. guttatus en Caleta de Campos, Michoacan.
- Lamina 4.- Diagrama de Tallo y Hoja (1976), para los datos obtenidos de la captura comercial de L. guttatus en Caleta de Campos, Michoacan.
- Lamina 5.- Obtención de las curvas de crecimiento del arreglo secuencial de las muestras de la captura comercial de L. guttatus en Caleta de Campos, Michoacan.

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.- Ubicación Geográfica de Area de Estudio.
- Figura 2.- Perfil del fondo en el área de estudio.
- Figura 3.- Fórmula para obtener el tamaño mínimo de muestra, considerando una distribución normal.
- Figura 4.- Distribución de frecuencias de tipo polimodal, mostrando los parámetros de la distribución.
- Figura 5.- Descripción de la zona de muestreo de escamas.
- Figura 6.- Sobrelapamiento de componentes normales que originan una mala detección de las modas en distribuciones de frecuencias.
- Figura 7.- Puntos no atribuibles a ninguno de los componentes normales contiguos.
- Figura 8.- Gráfica de la recta ya desenmascarada por la aplicación del método de Battacharya (1967).

I N T R O D U C C I O N

1.0 La producción de alimentos a nivel mundial presenta una serie de altas y bajas, que en algunos años ha alcanzado grados alarmantes, afectando principalmente a los países en vías de desarrollo, los cuales al no contar con los conocimientos suficientes y carecer de inversiones, mano de obra especializada e infraestructura, así como problemas socioeconómicos, como falta de educación a diferentes niveles; dichos países se ven seriamente afectados ya que es difícil plantear soluciones a corto plazo que pudieran solventar estos problemas.

Si a esto se suma el hecho de que en dichos países el aumento en la tasa de incremento de la población es muy alta el problema se hace aún más grave.

México desde hace varios años, hace esfuerzos por resolver estos problemas, sin embargo las soluciones propuestas hasta ahora han carecido de coordinación y por ello no han alcanzado a los distintos sectores de la población; además los estudios realizados para resolver los incrementos en la demanda de los alimentos indican un gran déficit para los próximos años.

Con base en esto, uno de los programas que ha recibido mayor impulso en nuestro país, es el "Programa de Desarrollo Pesquero", ya que la industria pesquera puede contribuir en gran medida en la producción de alimentos y como una fuente importante de empleos que permitan adquirir a ese sector otra clase de alimentos, (Cifuentes, 1984).

Sin embargo, estos productos que ofrece el mar no han sido bien explotados, ya que existe un gran número de ellos que se subutilizan o se aprovechan inadecuadamente por falta de infraestructura y estudios que demuestren su utilidad o factibilidad de acceso.

En México la pesca a nivel industrial, está dirigida hacia unas cuantas especies como el atún, camarón y la sardina para los cuales existe una gran infraestructura para la captura así como para su comercialización y para las investiga-

ción que redunde en un buen aprovechamiento de recurso.

Existen por otra parte, algunas pesquerías de mediana y pequeña escala, como en el caso de la pesca de escama (par--go, huachinango, jurel, lebrancha, lisa, mero, robalo sierra etc.), y la pesca del cazón y el tiburón que poco o ningún--apoyo han recibido de las instituciones de investigación a --nivel nacional. Aunado a esto la mayor parte del esfuerzo --científico se ha dirigido hacia la Biología marina en gene--ral y no se ha dado la importancia que ésta tiene a la inves--tigación en la Biología pesquera (Cantarell, 1981); por lo --que el poco apoyo dado a pesquerías artesanales y el hecho --de que el conocimiento no se aplique a la biología pesquera--conducen a que la pesca en México se haya convertido en una--actividad puramente empírica y las investigaciones dedicadas a dinámica poblacional, sean muy limitadas (Cantarell, 1981)

La dinámica poblacional es el estudio de una población--vista como una unidad activa, es decir, es el estudio de los cambios que se dan en una población a través del tiempo en --los aspectos de natalidad, mortalidad, reclutamiento y creci--miento (Royce, 1972), y es a partir de estos estudios que se pueden establecer criterios de explotación de un recurso pes--quero.

Rusell (1931), coincide con Royce (op. cit.), cuando di--ce que los factores vitales que gobiernan la dinámica pobla--cional y que determinan la productividad de las mismas son; el reclutamiento, la supervivencia, la mortalidad y el creci--miento, a los cuales llama factores de la producción. El es--tudio integral de los parámetros mencionados conduce a enten--der el comportamiento de una población.

Uno de los parámetros poblacionales que más información da a los estudios de dinámica poblacional, es el de creci--miento, parámetro que ha sido definido por L. von Bertalan--ffy (1938), como, el incremento mesurable de un sistema orgá--nico, producido por la asimilación de los materiales obteni--dos de su medio ambiente, medido ya sea en peso o en longi--tud.

Los estudios relacionados con la determinación de la --

edad y su velocidad de crecimiento proporcionan datos de biología de la especie y en forma directa permiten medir: disponibilidad y composición de la población en una zona determinada, efectos del crecimiento sobre la variación de densidad de la población, grados óptimos de captura y conocimiento sobre el efecto de las condiciones ambientales en la población (García-Coll, 1978).

Los datos sobre la edad junto con los de longitud y peso, pueden dar información sobre la composición de un stock sobre su madurez, longevidad, mortalidad, crecimiento y producción, Dahl (1909), Savorov (1948,1959), Hedestron (1959), tomado de Ricker (1958).

Los estudios de crecimiento se pueden relacionar con otros factores que afecten a la población para ofrecer una gran cantidad de información. Desde hace mucho tiempo los biólogos pesqueros se han percatado de que una alta intensidad pesquera afecta el tamaño de los peces, ya que si ésta se efectúa en los peces pequeños no se aprovecha su potencial de crecimiento (Seaterdal, 1966); esto quiere decir que si los peces son capturados cuando están muy pequeños existe una alta presión de selección que ocasiona que la talla de primera madurez se vea disminuida, por lo tanto el número de individuos que alcanzan una talla mayor disminuirá, reduciendo así la producción del stock de una manera general. Un buen estudio de crecimiento detectará este problema, ayudando a determinar las pautas que regirán el manejo de la pesquería.

Los estudios de crecimiento también pueden servir para establecer fenómenos de densodependencia, stress y disminución de la talla debido a la densidad (Milme, 1958). En acuicultura estos estudios nos pueden dar información sobre el grado de adaptabilidad que pueden tener algunas especies en un cuerpo de agua determinado (Medina, 1979).

En algunos casos se utilizan estudios de crecimiento para dar una medida cuantitativa en trabajos cuyo objetivo es determinar la cantidad y calidad del alimento (Braun, 1962; Heder y Randal, 1969), ya que un aumento en la disponibili-

dad éste último produce aceleración en la tasa de crecimiento, desarrollo temprano de la madurez y aumento en la fecundidad de los individuos (Nikolsky, 1963).

Los estudios comparativos tanto de crecimiento como de los otros parámetros de la dinámica poblacional pueden servir como criterios para determinar si dos poblaciones pertenecen a un mismo stock (Wong, 1973).

La realización de estudios comparativos de este tipo, puede dar una apreciación del incremento en la competencia tanto intra como interespecífica, pues hay una relación directa entre la cantidad de recursos y el nivel de competencia (Lowe-MaConnell, 1977).

En el caso de los estudios de crecimiento encaminados a establecer criterios de regulación de una pesquería, la información que se obtiene es amplia y comprende por ejemplo: la talla máxima hipotética alcanzada por los individuos, su constante de crecimiento, siendo estos dos parámetros los que aparecen en el modelo de Bertalanffy (op. cit.), talla mínima de captura, talla de primera madurez, relación talla-peso, factor de condición, talla máxima de explotación etc..

Los estudios de crecimiento para especies de clima tropical se ven singularmente complicados por una serie de características que presentan dichas especies, como son: temporadas de desove que pueden ser desde estacionales hasta continuas con períodos de desove cuya duración puede ser grande ciclos de vida muy cortos y altas tasas de crecimiento y mortalidad (Stevenson, 1979).

Estas características hacen difícil el uso de los métodos tradicionales que son habitualmente usados en especies de clima templado, ya que los supuestos en que se basan esos modelos difícilmente se cumplen en especies de clima tropical, o hacen que la ejecución de los métodos presenten problemas que a veces no tienen solución; esta discusión se verá ampliamente desarrollada en los capítulos siguientes.

Muchos investigadores han intentado desarrollar modelos que puedan servir para predecir situaciones determinadas en biología, y se han creado modelos de crecimiento de muy di-

versos tipos : Gompertz (1931), Silliman (1966, 1969), Hjort (1933), L. von Bertalanffy (1938, 1957), Brody (1943), Parker y Larkin (1959), y algunas modificaciones a estos modelos como la propuesta por Beverton y Holt (1957), y por Ricker (1958), al modelo de crecimiento de Bertalanffy.

Mendizabal (1976), sugiere que el crecimiento en longitud de los peces está expresado mediante la ecuación $L = a - b \cdot e^{-kt}$, donde a, b, y k son constantes con significado biológico dudoso.

Algunos investigadores han creado curvas de crecimiento basándose en diferentes hipótesis: Bertalanffy deriva la suya a partir de la diferencia entre catabolismo y anabolismo, Palokeimo y Dickie (1965), proponen una curva a partir de datos experimentales, sobre estudios de peso corporal, tasa metabólica y eficiencia alimenticia; Parker y Larkin (op. cit) proponen una curva muy paracida a la de Bertalanffy en base a la eficiencia del aprovechamiento del alimento.

El modelo que mejor describe el crecimiento de los peces que crecen isométricamente es el propuesto por Bertalanffy en 1938, por lo que es el de mayor uso, las características del modelo y su aplicación se discuten con detalle en el capítulo cuatro.

Un tipo de estudios que frecuentemente se realizan como parte de las investigaciones sobre crecimiento, es el de lectura de detenciones de crecimiento en estructuras óseas y escamas. El primer estudio de descripción de escamas, es el hecho por Leuvenhook (1918), que indica la correspondencia entre un anillo de crecimiento y la edad; otra de las primeras mediciones de determinación de la edad en peces, fue hecha por el clérigo Sueco Hans Hedestron (1959, en Ricker 1958), - esta determinación fue hecha por conteo de marcas en vértebras, obteniendo la edad del Lucio (Essox lucius); las tasas de crecimiento sacadas por él son similares a las estimaciones modernas. Walter (1931), establece la relación existente entre la longitud relativa y la amplitud de la zona de crecimiento de la escama con la intensidad relativa del crecimiento corporal.

Lea (1910), establece una relación cuantitativa entre la longitud del pez y la longitud de la escama, con dicha relación se puede conocer la longitud del pez a edades anteriores a la captura.

Se han hecho trabajos con diversas estructuras óseas, - Reibisch(1899), trabajó con otolitos, Heincke (1903) con huesos, Rollefson (1935), Raunstron (1936), Blakburn (1951) y - Backiel (1962), utilizaron escamas y estructuras óseas para realizar estudios de crecimiento estacional dentro de un ciclo anual (tomado de Ricker 1958).

Debido a que en algunas ocasiones la extracción de estructuras óseas para determinar la edad es difícil o no es posible, se han desarrollado una gran cantidad de métodos -- que trabajan con análisis de distribuciones de frecuencias - de pesos que tratan de resolver por otra vía el problema de - determinar los parámetros de crecimiento de las especies en estudio.

El primer método fue desarrollado por C.C.J.Petersen -- (1892), este método puede ser usado con las longitudes o con los pesos de los individuos, como lo hizo el autor o con el peso de los cristalinós de los ojos (Chorlton y Jadeson, --- 1968), o de los otolitos (Muller, 1963).

El método que plantea Petersen es de localizar los grupos de edad contenidos en las distribuciones de frecuencias - y ver como se van desplazando a través del tiempo, por lo - que un problema muy importante es el de localizar correctamente las modas de las distribuciones.

Se han sugerido algunos métodos para situaciones en que los componentes se encuentran más o menos separados: Buchanan, Wollaston y Hodgson (1929), Harding (1929), Cassie (-- 1954), proponen un método que consiste en graficar la frecuencia relativa acumulada porcentual en papel de probabilidad. El método elaborado por Tanaka (1962), transforma una normal en una parábola al graficar un diagrama de polígonos de frecuencia en papel semilogarítmico. Oka (1954), Tanaka - (1962), proponen que "graficando el punto medio del intervalo contra su frecuencia se puede encontrar una función cua--

drática en la región en donde el efecto de dos componentes--contiguos es despreciable; ajustando parábolas directamente para estimar las proporciones de la mezcla, así como la media y la desviación de cada componente." (de Battacharya, -1967).

Pearson (1908, 1915), Rao (1948), utilizan el método de momentos; Pearson y Lee (1908, 1909), momentos incompletos; Goltschalk (1948), momentos medios. Todos estos métodos se basan en la idea de que el encontrar los momentos de la distribución es equivalente a localizar las modas. Rao (1948), intenta por primera vez el método de máxima verosimilitud, y Preston (1953), hace uso de un método gráfico basado en la relación entre sesgo y curtosis.

Los intentos más recientes para obtener las medias y -- las dispersiones de las normales contenidas en las distribuciones de frecuencias, fueron hechos por: Haselblad (1966), -- que hace una estimación de los parámetros de las normales, -- a partir de una distribución polimodal, por el método de máxima verosimilitud. Battacharya (1967), obtiene esos mismos parámetros más la proporción de la mezcla de cada componente, a partir de graficar los puntos medios de los intervalos, -- contra los incrementos de los logaritmos de las frecuencias de dos intervalos contiguos.

Young y Skilman (1957), y Tomilson (1971), desarrollan programas de computación utilizando los métodos propuestos -- por Haselblad (op. cit.), llamados ENORMSEP Y NORMSEP respectivamente. Existe un método alternativo a los anteriores que sugieren McDonald y Pitcher (1979), dando una función de verosimilitud diferente parecida a un índice de diversidad; desarrollando también un programa de computación para resolver el problema.

Estos métodos presentan algunas dificultades cuando se usan en especies de clima tropical, sin que ninguno de -- ellos represente una solución completa del problema, esta -- discusión se abordará en el capítulo tres.

Apartir de la información contenida en esta introducción se pueden puntualizar algunas cuestiones:

- Que existe poca investigación en el campo de la Biología Pesquera en México y que estos estudios casi nunca se refieren a la dinámica poblacional de las especies que son explotadas en pesquerías de tipo artesanal.
- Que uno de los parámetros poblacionales que mayor cantidad de información aporta al estudio de la pesquería es el de crecimiento, ya que provee criterios de regulación de la explotación de la pesquería.
- Que las especies de clima tropical presentan una serie de características que hacen que los métodos que se usan habitualmente en especies de clima templado no funcionen de manera adecuada y por lo tanto el problema de la determinación de la edad y el crecimiento en especies de clima tropical no está aún resuelto satisfactoriamente.

Por lo tanto una solución podría consistir de entre los métodos planteados por diferentes autores, aquellos que mejor resuelvan el problema o que lo ataquen de manera diferente, para que su comparación y conjunción permitan minimizar los errores y aumentar la probabilidad de conocer los valores más cercanos a los reales de los parámetros de crecimiento en especies de clima tropical.

Algunas de las necesidades que se pueden desprender de la lectura de esta introducción, es que es una prioridad nacional realizar investigación en el campo de la Biología Pesquera, principalmente en aspectos de dinámica poblacional -- por un lado y de descripción de pesquerías por el otro, con énfasis en las de tipo artesanal, dada su importancia en el país. Todo esto con el objetivo de poder describir, explicar y regular estas pesquerías.

Para llevar a cabo estos estudios, es necesario, tener en cuenta que los modelos que existen actualmente para explicar el comportamiento de las poblaciones marinas, están adecuados a especies de clima templado y frío y que para especies de clima tropical existen pocos trabajos por lo que un análisis de la metodología que se va a utilizar se hace nece

saño antes de aplicarla.

Esta revisión y análisis debe de incluir todos los aspectos relacionados a la investigación, desde la extracción de la muestra hasta su procesamiento. Se debe de elaborar -- con detalle un diseño de muestreo que garantice con base en toda la información que se posea y que tenga relevancia en el estudio, que los datos obtenidos reflejen lo mejor posible las características de la población investigada.

Se deben de conocer las metodologías existentes, para resolver cada uno de los problemas particulares planteados -- contenidos en la investigación en general y así poder decidir al analizarlos cual o cuales de éstas se deben de usar -- y cuales de ajustar o desechar.

El presente trabajo está estructurado de tal manera que trata de tomar en cuenta todos los aspectos de una investigación, en este caso de un estudio de edad y crecimiento de especies tropicales en pesquerías de tipo artesanal, utilizando como estudio de caso a una especie de importancia comercial (Lutjanus guttatus, Steindachner, 1869), en dos comunidades pesqueras de estado de Michoacán.

El primer aspecto que se maneja es el de diseño de muestreo, en el que se plantea un esquema básico de trabajo, que resuelve los problemas de extracción de información y tamaño mínimo de muestra; la explicación de estos puntos viene desarrollada en el capítulo uno.

Para obtener los parámetros de crecimiento de las especies en biología pesquera tradicionalmente se siguen dos caminos: los que extraen la información por lectura de detecciones de crecimiento en estructuras óseas y escamas, a los cuales vamos a llamar métodos directos; y por otro lado, los que su fuente de información es el análisis de distribuciones de frecuencias de tallas o pesos, que llamaremos métodos indirectos.

En cada caso se hace una descripción y análisis de las metodologías usadas, tratando se hacer proposiciones para su aplicación, estos se hace en los capítulos dos y tres respectivamente.

A partir de la información obtenida por las metodolo-
gías anteriores es posible estimar los parámetros de creci-
miento planteados por Bertalanffy (op. cit.); la revisión de
las técnicas y análisis de éstas es el objetivo del capítulo
cuatro.

Por último, una proposición que incluye desde el mues-
treo hasta la obtención de los parámetros de crecimiento se-
desarrolla en la discusión de esta tesis.

1.0 O B J E T I V O S

Elaborar una propuesta para la determinación de la edad y el ritmo de crecimiento para especies de clima tropical y pesquerías de tipo artesanal.

Proponer alternativas para resolver los problemas que habitualmente se encuentran en los estudios de crecimiento en especies tropicales.

2.0 Elección del Tipo de Muestreo y Determinación del Tamaño de Muestra. -

En toda investigación donde se obtienen datos que avallan o respaldan un estudio, es necesario plantear qué datos se van a extraer, así como la manera de hacerlo.

En las investigaciones de Biología Pesquera como en otras disciplinas, se carece de los recursos necesarios para estudiar más de una fracción de la población de interés (Cochran, 1977); por otro lado en algunas poblaciones la recopilación de los datos puede ocasionar interferencia o destrucción de los organismos de ésta, así como de su hábitat, por lo que se recomienda hacer un muestreo de una parte de la población que conduzca a determinar las características reales de toda la población, en lugar de hacer un censo de toda ésta.

El muestreo ofrece claras ventajas con respecto a la evaluación de una población por censo, por ejemplo: si la información se obtiene de solo una fracción del total, los gastos serán menores que si se llevara a cabo un censo completo; en el caso en que se quiera hacer un muestreo de peces que habitan en estrecha relación con el fondo marino, el despliegue de esfuerzo (horas-hombre, en pesca con anzuelo, palanque o arpón) para hacer un censo sería muy grande, mientras que diseñando un muestreo, es decir localizando ciertas zonas y extrayendo los datos de ella se reduce considerablemente la inversión. Otra conveniencia del muestreo es que los datos pueden ser colectados y resumidos más rápidamente, además de que su manejo estadístico se vuelve más sencillo. Una ventaja más es que al reducir el volumen de trabajo se puede emplear personal más calificado, de esta manera es posible llevar a cabo una supervisión más cuidadosa del estudio, tanto en el campo como en el procesamiento de los datos.

Para poder hacer un correcto diseño de muestreo es conveniente considerar algunos puntos; el primero es la determinación de la población de estudio, que en términos llanos se

define como: el conjunto de elementos a los que se va a evaluar determinada o determinadas características, esta población debe tener como cualidad deseable unas fronteras, ya sea espaciales o de concepto, muy bien definidas, dicho en términos muestrales "Un espacio finito y bien delimitado".

El segundo punto consiste en determinar los objetivos de la investigación y la manera de alcanzarlos, ya que el diseño no puede elaborarse si hay ambigüedad en este punto. A pesar de lo anterior debe aclararse que los objetivos pueden cambiar en el transcurso de la investigación debido a que las condiciones de trabajo (instalaciones, artes de pesca, convenios con cooperativas, convenios con instituciones educativas, apoyo estadístico, asesoría técnica, acceso a la región de estudio, etc.), se modifican durante el desarrollo del estudio.

Un tercer punto a considerar, consiste en la recopilación de toda la información posible sobre la población u organismo de estudio; su distribución espacial y temporal, hábitos alimenticios, Hábitat, límites de tolerancia a condiciones ambientales (salinidad, temperatura, luz, nutrientes, etc.); así como las relaciones que se guardan con muchos organismos o poblaciones, y sus hábitos migratorios (si es que los tiene). Si no se cuenta con esta información o bien se va a obtener del estudio, se puede buscar información de organismos afines o de hábitos similares como una primera aproximación.

Cabe mencionar que cuando se está en esta fase de la investigación no se sigue un orden estricto de los pasos antes mencionados, sino que la mayoría de las veces todo se realiza simultáneamente.

Para el diseño de muestreo se requiere que toda la información que se posea se ponga a consideración, ya que esto determina el tipo de muestreo (ya sea por azar, conglomerados, o estratificado), y de esta manera se simplifica el trabajo.

Una vez concluida esta fase de la investigación es posible determinar cuales datos se deben de obtener y la manera de hacerlo, cuidando básicamente dos aspectos; primero, los-

datos que se colectan deben ser en función del diseño de la - investigación y el muestreo planeado; esta recomendación se - hace por que en muchas ocasiones los datos se extraen de una- manera arbitraria, sin saber como van a ser usados, conducié- do esto a que a los datos no se les pueda sacar el provecho - debido. Segundo, se debe de determinar cuales son los datos - que hay que extraer de la población para poder estimar los pa- rámetros que se quieren calcular en base a los objetivos plan- teados en el estudio, cuidando que no sean excesivos y que -- tengan una utilización inmediata; esto se hace para canalizar bien los recursos, pues muchas veces se derrocha tiempo en el proceso de obtención de los datos, hecho que nos lleva a una- baja en la calidad de los demás datos extraídos y del conjun- to en general.

Otro factor a considerar es que los datos obtenidos por- muestreo están siempre sujetos a incertidumbre, porque sólo - se mide una parte de la población y por los errores en las me- diciones realizadas; esta falta de certeza se puede reducir - al tomar muestras más grandes y emplear buenos dispositivos - de medición (Yamane, 1980).

Las consideraciones antes mencionadas no son una revii-- sión exhaustiva de todo lo que se debe de tener en cuenta pa- ra poder hacer un buen diseño de muestreo, sino tan solo un - conjunto de criterios generales que se deben de observar para que los resultados y observaciones reflejen lo más cercanamen- te posible el comportamiento de la población.

En el estudio que se está realizando actualmente "Deter- minación de la Edad y el Crecimiento de Lutjanus guttatus, en Caleta de Campos Mich.", investigación que se tomó como estu- dio de caso, en los que se consideraron los puntos antes men- cionados de manera que puede ser muy útil seguir se desarro-- llo para ejemplificar éstos.

El objetivo planteado en esta investigación es el de ob- tener la edad y el ritmo de crecimiento para el modelo plan-- teado por L. von Bertalanffy (1938); el tener el objetivo cla- ramente definido nos permite saber cual es la información que se necesita para diseñar el muestreo, considerando que los --

puntos siguientes son los más importantes:

- a).- Qué se sabe sobre la especie, tanto en general como en el lugar de estudio.
- b).- Qué se sabe sobre el lugar de pesca elegido; artes de pesca, organización de los pescadores, lugares de captura, etc.
- c).- Determinar con que metodologías se estimarán la edad y el crecimiento para saber cuales datos se extraerán de la población y como extraerlos.

La información general de la especie: Lutjanus guttatus, pertenece a la familia de los pargos (Lutjanidae), forman un grupo de peces depredadores, de talla media y que son comunes en aguas tropicales y subtropicales, habitan generalmente en aguas protegidas, fondos pedregosos y arrecifes; se alimentan principalmente de crustáceos y de ictiofauna de talla pequeña (Ruiz-Dura, 1970).

Los flamencos o Lunarejos, nombres comunes del Lutjanus guttatus, son organismos demersales, es decir con estrecha relación con el fondo, su hábitat son pedregeras de donde obtienen su alimento, que para la zona consiste de crustáceos, como jaibas y camarones, moluscos como el calamar, cnidarios como las medusas y peces de talla pequeñas, de éstas sólo el camarón y algunas especies de sardinas son usadas como carnada por los pescadores (Comunicación personal de los pescadores). Cuando son pequeños se encuentran en desembocaduras de ríos, barras y demás aguas protegidas; también se encuentran distribuidos muy cerca de la línea de costa agrupados en cardúmenes pero cuando alcanzan cierta talla se vuelven solitarios y habitan en cuevas y cavidades.

El estado de Michoacán se caracteriza porque su costa se interrumpe abruptamente por prolongaciones de tierra que se internan en el mar, conduciendo esto a que exista una gran cantidad de desfiladeros, playas rocosas, morros y pedregueras; hábitats muy convenientes para la especie en cuestión. Un perfil frecuentemente encontrado en la región es el que se muestra en el esquema 1; la pedreguera y el cascajal son los

lugares preferidos del Lutjanus guttatus para obtener de ahí su alimento (Vicente Sánchez, Pescador).

Esta especie presenta dos picos reproductivos al año, - uno en abril-mayo y otro en septiembre-octubre (Ocegueda, -- 1982), con una duración de aproximadamente dos meses (Girón, comunicación personal); estas épocas coinciden con la entrada de agua fría al estado de Michoacán y con la época de lluvias respectivamente. "Las temporadas de mayor abundancia -- del flamenco son cuando el agua está muy fría, cuando la temperatura del agua sube los pescados se van a aguas más profundas" (Vicente Sánchez, Pescador).

A partir de los análisis de las capturas comerciales, - se observa que no existe una tendencia de los organismos a - distribuirse por "grupos de tallas", es decir que no se encuentran los organismos agrupados por su tamaño, sino que generalmente en la captura se presenta un rango de tallas bastante amplio (15-60 cm.); sin embargo se ha observado que en algunas ocasiones sólo aparecen individuos de tallas muy similares (rango de 10 cm.), sin que se haya determinado la -- causa de este fenómeno (Ruiz, comunicación personal).

Cabe mencionar que las pedregueras tienen una amplia - distribución a lo largo del estado y que a no ser por dos lugares de pesca -"El Malacate" y "El Morro Chino" (ver esquema 1) - no existe una marcada preferencia por los organismos de esta especie a ubicarse en determinados comederos o por - lo menos no se ha determinado en el tiempo en que se ha trabajado en la zona, ni por la experiencia de los pescadores.

La experiencia de pesca: la zona de estudio comprende las localidades pesqueras de Bahía Bufadero y Caletilla de - Mexcalhuacán ubicadas entre las coordenadas 18° 04' 24" latitud Norte y 102° 45' 18" longitud Oeste (ver figura 1)

Estas localidades, son pequeñas comunidades de pescadores que sostienen una pesquería ribereña de tipo artesanal y que se mantienen básicamente de la pesca de las siguientes - especies: huachinango, flamenco, pargos (colmillón, listoncillo, colorado y coyotillo), coconaco, sierra, jurel, barrile

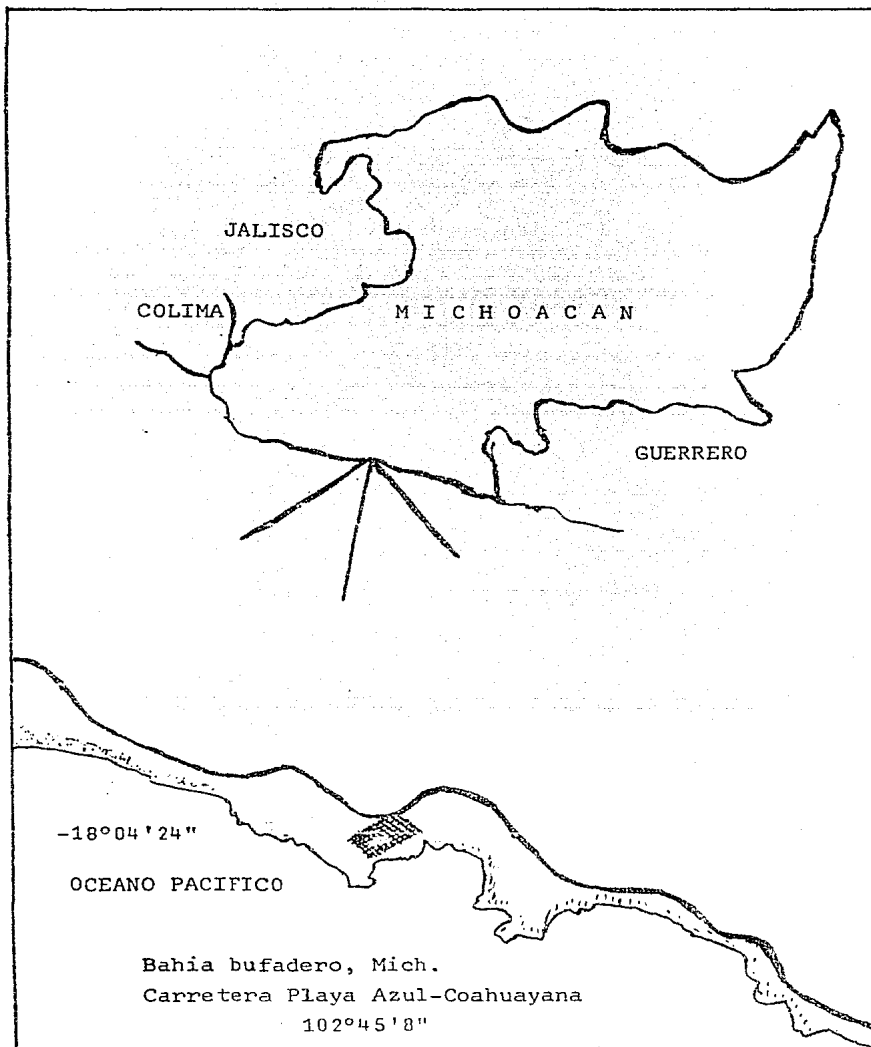


Figura 1. Ubicación Geográfica del Área de estudio

tes, tiburones y cazones, etc; siendo estas las de mayor importancia durante todo el año (Ruiz, 1983).

La pesca se hace en pequeñas embarcaciones llamadas pan gas, las cuales miden aproximadamente 7 mt. de eslora y con una capacidad de 800 Kg., con motores de diversas marcas y - capacidades, Johnson, Yamaha, Mercury y con un rango de potencia de 15 a 40 Hp..

La tripulación está compuesta generalmente de tres personas, pero llegan a ir hasta cinco o seis. Las artes de pesca más comúnmente usadas son: el anzuelo simple y la cimbrahuachinangera para la especie en cuestión. La red de enmalle no se usa mucho debido a que los pescadores suponen que los peces que caen primero se descomponen y los demás se retiran de lugar por un tiempo, por lo que el arte que más se usa es la línea simple con dos anzuelos. Las cuerdas más comúnmente usadas van desde la de 30 a la de 100 y los anzuelos del 4 - al 8 derechos o de tipo noruego.

Existen diversas carnadas de uso común en la localidad, pero principalmente se usan las variedades de sardinas del lugar o el pejerrey, también se usa el calamar, camarón y la jaiba (Arturo García, Pescador).

Para poder regular el tamaño de las presas y considerando que en general todas las tallas se encuentran juntas, se varía ya sea en la cuerda, en el tamaño del anzuelo, en el tipo de carnada o en el lugar de pesca.

El lugar de pesca es localizado por los pescadores de la siguiente manera: se observan las condiciones ambientales, como vientos, nubosidad, corrientes y con la experiencia que tienen los pescadores sobre la época del año y lugares de localización del pescado; posteriormente se dirigen a las diferentes pedregueras tirando sus anzuelos para probar el lugar, hasta que encuentran un sitio donde la captura es satisfactoria y ahí permanecen hasta que la pesca disminuye, para posteriormente dirigirse a otro lugar. Esta actividad se realiza tanto de día como de noche y todas las salidas de pesca duran un día. Una vez hecha la pesca, ésta se entrega en los

centros de acopio, generalmente a cooperativas pesqueras, --- aunque también existen pequeños comercios que compran el pescado y personas que se dedican a la compra y venta del pescado en la región.

Metodologías para determinar la edad y el crecimiento en peces y elección de los datos a obtener para el desarrollo del estudio: Edad, para determinar ésta, se escogió la técnica de retrocálculo de Lea (op. cit.), para lo que es necesario sacar una muestra de escamas de los peces como se describe en el capítulo dos; Crecimiento, a partir de los datos obtenidos por el retrocálculo de Lea (op. cit.), se utilizó el método de Ford-Walford (op. cit.) para conocer los parámetros de crecimiento del modelo de Bertalanffy (op. cit.); otra metodología desarrollada es la propuesta por Petersen (op. cit.), que consiste en obtener distribuciones de pesos o de tallas a intervalos conocidos de tiempo y hacer su seguimiento modal, esta técnica se describe con detalle en el capítulo tres. La tabla donde son vaciados los datos tanto de edad como de crecimiento se detallan en el Apéndice A.

2.1.0 Diseño de Muestreo: con base en las características antes mencionadas tanto de la población como de la actividad pesquera y del lugar, es posible dar elementos para un diseño de muestreo:

Como se sabe, el hábitat del Lutjanus guttatus es el de las pedregueras y éstas de alguna manera se tienen localizadas, por lo que se puede decir que los lugares de muestreo se tienen ya definidos; sin embargo, se presenta un problema, no se sabe cuales son los límites de la población, si abarca nada más la zona de estudio o si se extiende a lo largo de toda la costa de Michoacán, pues no se conoce si hay barreras que permitan la determinación del stock en zonas muy bien delimitadas o si por el contrario no existen, por lo que se podría considerar como límite del stock toda la zona de distribución de la especie, la cual llega hasta Perú.

Una manera de tener delimitado el universo muestral, es

plantear que la única zona de interés para el estudio es el radio de acción de los pescadores de las comunidades involucradas y que los fenómenos que puedan suceder en toda la zona de distribución del stock afectan por igual en todos los puntos.

Por otro lado la información recabada de la población como de la actividad pesquera presenta una serie de dificultades para un diseño de muestreo ortodoxo. A continuación se van a desglosar estos problemas:

Para la elaboración de un diseño debe considerarse la distribución espacial de los organismos, es decir, si están distribuidos al azar o por estratos, ya sea de tallas, sexos altura en la columna de agua, por estado reproductivo; o si están distribuidos por conglomerados o si presentan alguna otra distribución en particular. Lo que se sabe de la población es que habita en pedregueras, por lo que si se considera que sólo se va a pescar a esos lugares se puede pensar que el universo es un continuo compuesto por todas las pedregueras en las que los peces se mueven de una a otra.

Las causas por las que un individuo o conjunto de individuos cambian su lugar de alimentación son desconocidas actualmente, por tanto para efectos del muestreo se puede suponer que la distribución de los organismos es azarosa, esto se dice a partir de que no existen elementos suficientes para sugerir una distribución de otro tipo, por lo que se considera entonces que todo los puntos en el espacio tienen la misma probabilidad de ser ocupados por el organismo, es decir, un espacio habitable continuo con las mismas condiciones de habitabilidad (factores químicos, físico y biológicos), a lo largo de todo el espacio muestral. El otro postulado básico de la distribución al azar es que la presencia o ausencia de un individuo en un punto del espacio no afecta la presencia o ausencia de otro individuo en otro punto, es decir, que los fenómenos de interacción entre los individuos de la población son minúsculos.

En el caso de la población en estudio y por la infor-

mación extraída de las capturas comerciales se ha notado que en un lugar de pesca se pueden obtener todas las tallas con un rango amplio de valores, aunque como ya se dijo, éste en ocasiones se ve considerablemente disminuido. Además el arte de pesca usado no discrimina más que a los peces muy pequeños que por otro lado, se pueden capturar por otro arte en las desembocaduras y riberas de los ríos.

Dicho esto, el segundo postulado de la distribución azarosa podría "ajustarse", sin que quede demasiado forzada. -- Otra actividad de la pesca lugareña que apoya esta idea en el muestreo es la costumbre que tienen los pescadores de ir transitando de una pedreguera a otra hasta que encuentren un banco, lo que sería equivalente en un muestreo, a la búsqueda del lugar de pesca por números aleatorios.

Dado que se tienen localizadas las pedregueras y que -- existe una hipótesis de trabajo sobre su disposición espacial, lo ideal sería tomar algunos puntos y muestrearlos periódicamente, de manera que sea posible obtener muestras representativas de la población con un muestreo libre al azar, pero lamentablemente no se contó con el apoyo de embarcaciones y de artes de pesca que permitieran efectuar un muestreo sistemático de la población y como es de todos sabido resulta difícil incidir en los hábitos de pesca de los pescadores, de manera que se pudieran ajustar a un muestreo dirigido. Este problema fue resuelto como propone Gulland (1966), "Para hacer el estudio de una población sujeta a pesca es más fácil referirse a los lugares donde se esté realizando el desembarque que a los lugares de pesca, a los cuales se les llama unidades de pesquería y es en ellos donde se efectúa el análisis de la captura comercial", todo esto en términos de muestreo.

Conociendo ésto se facilita bastante el trabajo pues sólo depende de localizar los lugares de desembarco y analizar la captura comercial para obtener de ahí los datos correspondientes a los estudios de edad y crecimiento. En este caso, los lugares de desembarco determinados para la zona fueron dos: Caletilla de Mexcalhuacán y Caleta de Campos, por ser -

los lugares donde se recibía más pescado y daban facilidades para el manejo del producto y obtención de los datos.

En resumen, considerando que la distribución de los organismos es al azar, que los pescadores de alguna manera realizan un muestreo azaroso a lo largo de toda el área y que la captura se concentra en los centros de acopio, es mediante el análisis de estas capturas comerciales como se podrá tener una información fidedigna de la población, y a su vez resolver el problema del diseño de muestreo.

Con base en el diseño de muestreo definido anteriormente, el único problema consiste en asegurar que la muestra sea representativa de la población, lo cual depende de los siguientes factores: el tipo de distribución que presente la muestra, el grado de precisión y el nivel de significancia. Para el estudio presente las características a evaluar son - tallas y pesos los cuales generalmente en diversos estudios o experimentos se comportan como normales si estas no lo son. Los parámetros de una distribución normal son la media (M), y la desviación (σ^2); el contar con una estimación de estos valores da una idea aproximada del comportamiento de la población.

Para el tipo de muestreo azaroso y considerando que la distribución de muchos fenómenos es la normal, se utiliza frecuentemente una fórmula para estimar el tamaño mínimo representativo de la muestra.

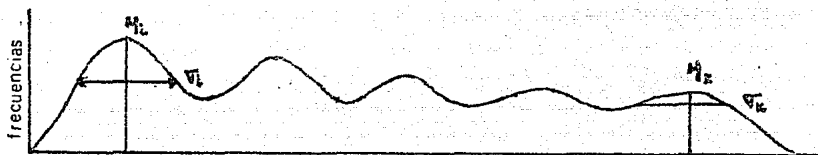
$$n = \frac{z^2 \cdot \sigma^2}{d^2}$$

donde: n= Tamaño mínimo de muestra
 z= Valor de z en tablas para el valor de significancia deseado
 σ^2 = La varianza estimada de la muestra
 d= Valor de precisión

Figura 3

Con la fórmula expresada en la figura 3, se podría resolver el problema del tamaño de muestra en el caso de que se pudier asumir que la distribución de las tallas o los pe-

sos fuera una normal. Pero en el caso en particular que se está tratando es muy difícil suponer que la distribución es una normal sino que se sabe de antemano que es una polimodal o dicho de otra manera, que es un conjunto de poblaciones -- normales mezcladas, ya que todo distribución de frecuencias de tallas o pesos que es extraída de una población tropical -- presenta al menos dos picos o modas como se observa en la figura 4 .



donde: K = Número de componentes normales
 M_i = La media del componente i
 V_i = La desviación estandar del componente i
 con $i=1,2,3,\dots,K$.

Figura 4

El que la distribución no sea una normal, lleva a pensar que la fórmula para obtener el tamaño de la muestra a -- partir de un diseño de muestreo de una población distribuida azarosamente no es útil ya que los estimadores usados no nos dan una información que describa correctamente a la pobla-- ción. Es a partir de la visualización de este problema que -- se plantea encontrar un estimador que de una idea de la distribución polimodal, para así poder definir en función de -- las características reales de la población que cantidad de -- organismos es necesario obtener en la muestra para que la -- distribución original de la población quede representada en ella.

La solución planteada por Buesa (1977), es utilizar un estimador de la cantidad de información contenida en una --- muestra, para que a partir de ahí inferir el tamaño mínimo -- de muestra de una población dada.

Los supuestos en los que está basada la utilización de-

un índice de diversidad para determinar el tamaño mínimo de muestra son: primero, que el valor del índice está en función de los elementos en el sistema y del número de ellos; segundo, el universo o población posee un valor de diversidad y las muestras o subconjuntos que se extraigan de ella poseerán otro valor; éste valor será más próximo al del universo mientras más representativo de éste sea; tercero, conforme se vaya aumentando el tamaño de la muestra se obtendrá un valor del índice que irá creciendo si es que se adiciona nueva información a la muestra, pero que se estacionará e incluso disminuirá si es que aún incrementando el número de la muestra la información sobre la población no se incrementa. En consecuencia el tamaño de muestra adecuado será aquel cuya diversidad sea máxima.

Existen muchos índices de diversidad, algunos de ellos son sensibles a cambios en los valores de importancia de los elementos raros en una población, otros por el contrario son sensibles a los cambios en los elementos comunes (Peet, 1974) El índice de Brillou (1960), es extraído de la teoría de la información y pertenece al segundo grupo, cabe señalar que esta característica tiene significancia en el análisis de distribuciones de frecuencias, pues le da importancia a los valores más comunes que equivaldrían a las modas de esas distribuciones y el determinar dichas modas es el objetivo de dicho análisis.

El índice de Brillou (op. cit.), es de la forma siguiente:

$$H = \frac{1}{N} \log_2 \frac{N!}{\prod_{i=1}^m n_i!}$$

donde H= Es el valor del índice de diversidad

n_i = Total de elementos en el i-esimo intervalo de clase de la muestra o subconjunto de la población.

m= Número de subconjuntos de la muestra.

La metodología que se propone aquí para usar el índice de diversidad se explica a continuación:

- i) Se obtiene una muestra de la población de estudio.
- ii) A los valores de la característica que se desea evaluar, se les agrupa en intervalos de clase y se les obtiene su frecuencia.
- iii) Se calcula el índice de diversidad para ese tamaño de muestra.
- iv) Se obtienen nuevos muestreos y se le adicionan a la primera muestra, obteniendo el valor del índice para cada nueva adición, hasta que ésta se estacione o de crezca, considerandose en ese momento completa la muestra.

Otro criterio que puede servir para determinar que ya se tiene completa la muestra es el siguiente:

- a) Se obtiene la diferencia entre dos índices consecutivos: $H_n - H_{n-1} = D$
- b) Al valor del último índice de diversidad se le considera el 100%, y se calcula qué porcentaje de ese valor representa el valor de la diferencia de los dos últimos índices o sea D.

$$H_n \text{ es a } 100\%$$

$$D \text{ es a } X$$

- c) Si este valor representa más del 5%, del último valor del índice entonces es necesario obtener una muestra más grande, si esto no sucede, se tiene una muestra completa.

si X es menor que 5% se tiene una muestra completa

si X es mayor que 5% falta completar la muestra

El siguiente ejemplo fue hecho con los datos obtenidos en el mes de Octubre de 1984 para los valores de longitud total de los peces extraídos de la captura comercial de Lutjanus guttatus.

Como se ilustra en la tabla siguiente, se considera que la muestra es representativa cuando se tiene un tamaño de muestra de alrededor de 163.

OBTENCION DEL TAMAÑO MINIMO DE MUESTRA PARA EL MES DE OCTUBRE DE 1984, PARA LA ESPECIE *L. guttatus*, UTILIZANDO EL INDICE DE DIVERSIDAD DE Brillou (1960).

Tamaño de muestra	Número de intervalo de clase	Valor del Ind. de Diversidad	Incremento del Ind. de Diversidad	Valor de X
50	26	2.2149	---	---
90	33	2.5959	0.3809	14.67
130	36	2.7957	0.1997	6.80
163	39	2.8075	0.0121	0.35

La metodología aquí planteada puede ser usada para cualquier especie pues sólo depende de las características de la población y de que tanto está representada ésta en la muestra y no tanto del diseño de muestreo. (revizar Apéndice B).

3.0 " Métodos más comúnmente usados para la determinación de la Edad, por lectura de detenciones de Crecimiento, en Estructuras Óseas y Escamas."

Desde hace aproximadamente 160 años se han empleado las estructuras óseas y escamas para determinar la edad de peces y diversos organismos acuáticos ; esto se hace a partir del conteo de las líneas de detenciones de crecimiento que quedan registradas en dichas estructuras.

En los estudios realizados por diversos autores se han utilizado diversos tipos de estructuras tales como las escamas , los otolitos , el hueso opercular , los radios , las espinas y las vértebras ; en la lámina uno, se hace una breve descripción de estas estructuras con el fin de que cuando sean referidas posteriormente en el capítulo se tenga una idea suficientemente clara.

Las causas de formación de una marca de detención de crecimiento puede tener varios orígenes, como por ejemplo; si se registran cambios bruscos en los factores físicos del medio o cuando se presentan cambios fisiológicos en los organismos, habrá una diferencia en la tasa de crecimiento de éste por lo que se producirá una marca en las estructuras óseas a manera de círculo concéntrico o anillo. El conteo de dichos anillos nos puede dar una apreciación de la edad, para el caso de que la formación del anillo sea anual, en el caso de que no lo sea se puede conocer la edad si se sabe la época de formación.

En las regiones tropicales, la determinación de la edad y el crecimiento es particularmente difícil (Menom, 1950, 1953); DeBont (1967), ya que las escamas y las partes duras pueden mostrar marcas que no son necesariamente anuales y la frecuencia con que aparecen en cada caso debe ser determinada, antes de que puedan ser usadas para medir la tasa de crecimiento.

Lagler (1962), Nikololsky (1963), y Graham (1956), mencionan que durante el periodo de reproducción y después de alcanzado éste, gran parte de los productos metabólicos

cos son utilizados para el desarrollo de las gónadas y para la recuperación de los individuos después del desove, - de tal manera que el crecimiento se detiene o es muy pequeño durante este periodo produciéndose así una marca.

Gómez-Larrañeta (1972), y Moffet (1970), plantean cierta reserva al método de lectura de marcas anuales en las especies de clima tropical y subtropical, ya que consideran - que los descensos de temperatura son la causa principal de la formación de los anillos y como es sabido las variaciones de la temperatura en las zonas tropicales son mínimas. - Sin embargo algunos estudios plantean que existen casos de especies marinas de zonas tropicales en donde se registran cambios de temperatura pequeños, y que pueden llegar a presentar marcas de detenciones de crecimiento (Chevy, 1963); - éste autor plantea que una variación anual de sólo cuatro o cinco grados centígrados es capaz de causar un anillo.

En Ricker (1957), Da Silva, observó que cambios de cinco a seis grados centígrados también son suficientes para - provocar una marca anual. Sin embargo, el hecho de que los peces de la zona ecuatorial (con variaciones mínimas de temperatura), presentan también anillos, lo que demuestra que - las marcas anuales no se forman por la sola influencia directa de la temperatura, sino que pueden estar asociadas a otros factores externos, como estaciones secas (Doget (1952), Jojwels (1957), Lowe (1964)), en cuyo caso ocurren generalmente una o dos marcas por año; también pueden ser producidas por el abastecimiento de comida (Kamal, 1969); las marcas pueden estar asociadas a factores externos tales como - desoves (Kopson, 1965).

Nikolsky (op.cit.), postula que otros procesos como la época de reproducción podrían explicar las interrupciones - del crecimiento aunque las detenciones no sean tan claras y regulares.

En las zonas tropicales lejanas al Ecuador en donde las fluctuaciones estacionales en la precipitación pluvial, los desoves tienden a ser estacionales y el análisis de esas -- marcas puede ser usado exitosamente.

Con base a las consideraciones aquí expuestas, se puede observar que la correcta localización de las marcas de detención de crecimiento presentan algunos criterios generales de localización:

- i) Las marcas anuales se encuentran presentes en todas las escamas y estructuras óseas.
- ii) Un anulli o anillo de crecimiento se define como una marca que se forma ciclicamente y que se puede discriminar de las demás marcas presentes en las escamas.
- iii) Las marcas de crecimiento se forman por los acercamientos y rupturas de círculos de una banda concéntrica al foco de la escama; las bandas son una hialina y una oscura. Coll, (1978); Demory, (1972), Kemdy, (1970), Nokamura, y Dabin. (1979); Brugar (1974), Marquez (1974).

Los anillos por su origen, se pueden dividir en dos tipos: anillos verdaderos, formados por diferencias en las temperaturas o por desoves y anillos falsos que se pueden originar por causas diversas, como cambios en el régimen alimenticio, migraciones, cambios en la salinidad, etc. Algunos criterios que ayudarían a diferenciar de que tipo de anillo se trata pueden ser los siguientes;

Los anillos verdaderos son marcas bien definidas alrededor del centro de crecimiento o foco, a diferencia de los anillos falsos que tienen fuertes interrupciones en su estructura.

Los anillos verdaderos se presentan siempre a distancias iguales mientras que los falsos están dispuestos irregularmente.

Muchas veces estos criterios no son suficientes para determinar la forma y localización de los anillos; por lo que hay que buscar en la literatura, descripciones específicas de por lo menos algún grupo taxonómicamente relacionado.

Una ayuda para la resolución del problema de identificación de anillos y que además proporciona la época en donde:

Si posiblemente se formó, es la técnica estadística desarrollada por Weatherley (1972), la cual consiste en hacer mediciones del crecimiento marginal a lo largo de un ciclo anual realizando muestreos periódicos; las mediciones de crecimiento marginal consisten en tomar la distancia del borde marginal al primer anillo, de manera que cuando hay una formación de un nuevo anillo ésta es registrada, porque la distancia aumenta en comparación con la tomada en el periodo de muestreo anterior. Este método proporciona la época exacta de formación del anillo y puede dar una ayuda para discernir si un anillo es verdadero o falso.

Una vez detectados los anillos y tomadas las lecturas se tiene solucionado parte del problema, pero es necesario desarrollar una metodología que conduzca a la determinación de la edad desde el muestreo de estructuras óseas en el campo a la lectura de los anillos.

A continuación se proponen una serie de pasos que se deben de seguir para obtener la edad por lectura de detenciones de crecimiento en estructuras óseas y escamas:

Obtener una muestra de las estructuras óseas o escamas de cada pez; en el caso en que la estructura escogida sea la escama se obtienen de una zona determinada y se mantiene constante para todos los peces a lo largo de todo el muestreo, generalmente la zona escogida es detrás del opérculo y debajo de la línea lateral, la cual es una zona muy protegida. (ver figura cinco.)

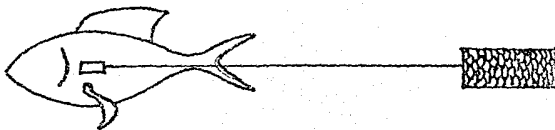


figura 5

- Establecer una serie de criterios que permitan la correcta localización y medida de la detenciones de crecimiento, dado que para especies tropicales las marcas no son muy conspicuas.

Las estructuras obtenidas que generalmente se analizan son las escamas, pues son de fácil extracción y no causan demérito en la estructura del pez, manteniendo su calidad. De la muestra tomada, las escamas que se escogen son aquellas en las que mejor se observen las marcas de crecimiento, cuidando de que ya sea escama o cualquier otra estructura ósea, éstas estén completas, otra observación a hacer en el caso de las escamas es que éstas no sean de regeneración.

Por cualquiera de las técnicas conocidas que ayudan a tener una mejor apreciación de los anillos (no está contemplado en los objetivos de ésta tesis describir las técnicas), se pueden obtener medidas de las distancias, entre el foco y cada uno de los anillos y entre el foco y el borde marginal como se indica en la lamina uno.

Para especies de crecimiento isométrico y basándose en la suposición de que la estructura escogida crece al mismo tiempo que el pez a lo largo de todo su desarrollo, se puede suponer que existe una relación proporcional entre la longitud del pez y la longitud total de la estructura elegida, por lo que conociendo la forma de la relación proporcional, la longitud de la estructura, la longitud del pez, y la longitud del foco a cada uno de los anillos, se puede conocer la edad del pez y la longitud que tenía en los años anteriores, es decir, la relación que existe entre su longitud y su edad.

Este punto se puede desarrollar por dos vías; la primera es relacionar de manera directa el número de anillos observados en la estructura con la longitud del pez; este método exige la obtención de estructu-

ras óseas o escamas de peces de todas las tallas contenidas - en el rango de la especie, a partir de la talla en que sucede la formación del primer anillo, de manera que en el conteo de los anillos no quede excluida ninguna edad.

El segundo método requiere de la ejecución de una técnica desarrollada por Lea (1910), la cual consiste en encontrar a -- partir de las relaciones morfométricas expuestas anteriormente, la longitud que tenía el organismo cuando la marca anual fue originada, el desarrollo de la técnica es el siguiente:

Una vez tomada la muestra al azar de la estructura escogida, se mide la distancia del foco al borde marginal; en el caso de las escamas, el margen frontal de éstas, aunque lo -- más importante es mantener siempre el mismo borde, para efectos de cálculo. Ésta distancia se llamará R (ver lámina uno).

Se toma la distancia del foco a cada una de los anillos a través de una línea imaginaria que divida en dos la estructura ósea o escama, a cada distancia la llamaremos r_i - donde i va desde 1 hasta el número total de anillos.

Si se grafica la distancia R tomada de cada una de las estructuras contra su correspondiente longitud del pez, - se encontrará la relación existente entre la longitud del pez y la de la estructura escogida, esta relación puede tener varias formas:

- i). Que la relación sea lineal con ordenada al origen igual a "0", lo cual quiere decir que la escama empezó a crecer simultáneamente con el pez y la ecuación que los relaciona es como sigue:

$$L_t = \frac{r_t}{R} L_{\text{total}}$$

donde L_t es la longitud al tiempo t

r_t es el radio al tiempo t

R la distancia del foco al margen frontal

L_{total} la longitud del pez cuando la estructura ósea mide R

- ii) Que la relación sea lineal pero con ordenada - al origen diferente a "0", lo cual implica --- que la estructura ósea empezó a desarrollarse cuando el pez ya tenía cierta talla, quedando la ecuación de la siguiente manera:

$$L_t = \frac{r_t}{R} (L_{total} - C) + C$$

donde L_t , r_t , R , L_{total} , tienen el mismo significado que en la ecuación anterior, y C es la ordenada al origen de la regresión entre R y la longitud del pez.

Con este tipo de relaciones se pueden obtener las longitudes que tenían los peces al momento de formarse la marca de detención de crecimiento.

Los datos obtenidos por este método pueden ser usados para calcular los parámetros del modelo de crecimiento propuesto por Von Bertalanffy (1938, 1957), siguiendo el método de Ford Walford (1933), Gulland (1971), y Ricker (1979), desarrollados en el capítulo tres.

Existen dos factores que afectan la interpretación de la lectura de los anillos.

- El error en la elección del punto que se escoge en la estructura ósea o escama como marca de la detención de crecimiento, dado que está en especies de clima tropical, no es muy conspicua y puede traer errores en la medición a la hora de escoger el punto donde la línea hialina y oscura establecen su frontera.

- Dado que los peces crecen diferencialmente, ya sea por causas ambientales o genéticas, el rango de organismos que pertenecen a cierto grupo de edad puede ser amplio, principalmente en los organismos más jóvenes por eso es necesario encontrar la talla promedio de los organismos y su rango de dispersión para cada una de las edades.

Por lo tanto se plantea a continuación el problema de encontrar cual es el tamaño mínimo de muestra que reduce el error por una incorrecta elección de la marca y el de la variación de las tallas dentro de los grupos de edad y que además obtengamos el valor medio de cada grupo con un grado de confiabilidad alto.

La técnica estadística elegida en este caso es la media acumulada desarrollada por Ray y Chakravarty (1960), la cual consiste en obtener valores de la característica estimada en este caso, longitudes e ir obteniendo la media cada vez que se adiciona un nuevo valor. Para poder hacer la estimación de cuál es el número de escamas que hay que leer, es necesario calcular cual es el rango de longitudes de los primeros quince datos, este valor del rango se denomina Z y a cada valor de la media obtenido por adición se llama media acumulativa, la regla de decisión en este caso es como sigue: si después de ir adicionando valores la diferencia que exista entre los dos últimos valores calculados de las medias es inferior al 5% del valor de Z, entonces se puede considerar que se ha llegado a un valor estimado muy cercano al real de la media para el grupo de edad que se evaluó con un alto nivel de confianza. Esta técnica se debe repetir para cada uno de los grupos de edad.

La tabla de datos que se obtiene con la aplicación de esta técnica es la siguiente:

VALORES DE LA CARACTERÍSTICA	VALORES DE LA MEDIA ACUMULADA	INCREMENTO EN EL VALOR DE Y_n
X_1	$X_1/1 = Y_1$	--
X_2	$(X_1+X_2)/2 = Y_2$	Y_2-Y_1
X_3	$(X_1+X_2+X_3)/3 = Y_3$	Y_3-Y_2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
X_n	$(X_1+X_2+\dots+X_n)/n = Y_n$	Y_n-Y_{n-1}

Tomando en cuenta las siguientes reglas de decisión:

Z= Valor Máximo de X_1 - Valor Mínimo de X_1 ; en el intervalo -
de X_1 a X_{15}

Si $Y_n - Y_{n-1}$ es mayor que el 5% del valor de Z entonces se continúa

Si $Y_n - Y_{n-1}$ es menor que el 5% del valor de Z entonces se concluye la prueba.

Esta técnica puede ser usada con datos extraídos ya sea por lectura directa o utilizando la técnica de retrocálculo; se deben de cumplir las siguientes condiciones:

a) Las escamas o estructuras óseas se deben de extraer de organismos muy grandes, esto se debe a que la cantidad de anillos encontrados en éstos organismos es muy grande y por su tamaño son muy fáciles de leer. Además con una muestra grande de organismos se obtienen representantes de todos los grupos de edad existentes en la población, de otra manera por lectura directa, se necesita una muestra grande y se multiplica el trabajo y el esfuerzo para el análisis.

b) Las escamas que se encojan no deben de ser de regeneración.

3.1 Desarrollo de la Metodología planteada en este capítulo para el caso de Lutjanus guttatus

Para este capítulo se determinó que las estructuras con las que se iba a trabajar eran las escamas, por su facilidad de extracción, por su buen tamaño y porque los organismos para el muestreo se obtenían de las capturas comerciales, por lo que había que cuidar que el manejo no demeritara el producto.

La muestra se obtuvo de ambos costados del pez en la zona ilustrada en la figura cinco, la región de extracción se mantuvo constante en todos los peces de la muestra y el número de escamas extraído fue de cinco a diez por costado.

Los criterios establecidos para la elección de la marca fueron los propuestos por Ruiz-Durá (1970). para el Orden Perciformes, familia Lutjanidae y es el siguiente: El criterio de organización de estas estructuras se puede interpretar por

la evidencia del marcado acercamiento entre los círculos inmediatos a la zona de interrupción de crecimiento en la porción marginal anterior. Dicha aproximación determina la formación de una doble línea continua oscura, que delimita el espacio de interrupción, tomándose éste en cuenta para la lectura y medición de las escamas. El autor señala que la banda clara que puede ser completa o parcialmente interrumpida se adelgaza gradualmente hacia los bordes laterales, en esa forma la marca de crecimiento se proyecta hacia los lados como una línea oscura determinada por la convergencia de los círculos a ese nivel, la línea termina en el área focal.

Características propias de la familia Lutjanidae: cuando la forma de un anillo verdadero a nivel de los bordes laterales, los círculos se acercan en forma paralela y hacia la región anterior provocando así la formación de una zona sin círculos que se produce por la retracción de los mismos; de manera que un anillo de crecimiento se observa como una banda oscura en los márgenes laterales y se proyecta hacia el margen anterior en forma de anillo más o menos hialino arqueado entre los radios, con su concavidad dirigida hacia el foco.

Para el género *Lutjanus*: Stark (1971), Croker (1962), proponen que las diferentes propiedades refractivas dan un sombreado a la marca, siendo ésta más clara. El autor plantea que los círculos en la marca están rotos o presentan irregularidades significativas, con frecuencia se ramifican, los rayos en la marca y el anillo es concéntrico al foco en todos los casos. Castro (1979), establece como criterio que los círculos sufren un engrosamiento y acercamiento paralelo, a la vez que se forma una banda concéntrica con espacios claros adyacentes.

III.- Se escogieron en cada pez aquellas escamas en que las marcas de crecimiento quedaran mejor representadas, se obtuvieron las distancias R y r de cuatro escamas de cada pez, se sacó el promedio y se registró en la forma planteada en éste capítulo (ver Apéndice A).

La relación entre la edad y la longitud se estimó - por medio de la técnica de retrocálculo de Lea (op. cit.), ya que ésta requiere de una cantidad de lecturas mucho menor.

La elección del valor medio para cada grupo de edad se hizo apoyado por la técnica de la media acumulada, resultando los siguientes valores:

EDAD EN AÑOS	LONGITUD EN CENTIMETROS
1	14.25
2	20.85
3	26.74
4	32.00
5	36.69
6	40.88
7	44.62

4.0. "Métodos Indirectos"

La aplicación de los métodos directos en los estudios de crecimiento en peces presentan algunas dificultades debidas a diversas causas, entre las que pueden citarse: la ausencia de estructuras oseas como los elasmobranquios, en algunos casos el tamaño de las escamas, como los túnidos y un factor muy importante que es que generalmente las muestras de los organismos se toman en centros de acopio lo que hace inaccesible la obtención de algunas estructuras (hueso opercular, vertebras, otolitos, radios, etc), estos factores impiden un buen muestreo de tales estructuras y su análisis.

Debido a lo anterior, se han propuesto diversos métodos para obtener estimaciones del ritmo de crecimiento en peces por otros medios. Uno de los métodos alternativos más empleados, es el análisis de distribuciones de frecuencias de longitudes o pesos, del material obtenido de las capturas comerciales.

El principio general de estos métodos se basa en la suposición de que las modas de las distribuciones de frecuencias de tallas o pesos, representan grupos de edad o reclutamientos, que se puede hacer el seguimiento de estos grupos de edad a través de intervalos regulares de tiempo y de ésta manera obtener una aproximación de la curva de crecimiento de la especie en cuestion.

Para aplicar los métodos mencionados en especies de clima tropical, se debe de tomar en cuenta algunas consideraciones fundamentales que permiten obtener resultados confiables en la determinación de parámetros de crecimiento. Por ejemplo se sabe que la población esta sujeta a depredación y muerte ya sea natural o por pesca, lo que ocasiona que el número de organismos de edades mayores queden poco representados en la muestra ya que éste es muy reducido, ese factor puede dar como resultado la incorrecta definición de la moda correspondiente a cada grupo de edad.

"La selectividad del arte de pesca puede estar relacionado con la falta de representatividad en la muestra, de ---

aquellos grupos de edad que excluya el arte, si esto no es - considerado y la muestra se trata como representativa la tasa de crecimiento obtenida siempre va a ser menor a la real en ese momento" (Ricker, 1975); el problema se resuelve utilizando métodos de muestreo diferentes que abarquen todo el rango de tallas y por consiguiente de edades de la población.

Por otra parte, para las especies de clima tropical el período de desove constituye otro factor muy importante ya que si este dura mucho tiempo, el rango de tallas de cada grupo de edad será muy amplio provocando sobrelapamiento entre los grupos contiguos, lo que dificulta la delimitación de las fronteras entre ellos. Si los períodos de desove son múltiples la distancia entre cada grupo de la distribución sera mas pequeña mientras mayor sea el número de puestas, -- por lo que nuevamente se presentará un sobrelapamiento entre los grupos. En el caso en que el desove sea continuo existe una incorporación constante de individuos a la población sin formar cohortes, debido a esto, al extraer una muestra no se obtienen modas o grupos de edad. Para este caso se ha discutido la aplicación del método de análisis de distribuciones de frecuencias de tallas o pesos, ya que ningun método gráfico basado en la localización de modas podria ser útil.

En relación con la tasa de crecimiento debe considerarse que en muchas especies este parámetro es diferente para cada sexo; lo que hace necesario la elaboración de distribuciones de frecuencias por tallas para cada sexo con el objeto de determinar si puede hablarse de una curva de crecimiento general para toda la población o se requiere establecer diferentes curvas para cada sexo.

Para la elaboración del presente trabajo y partiendo -- del hecho de la existencia de tan diversos métodos basados en el análisis de distribuciones de frecuencia, se han elegido aquellos métodos que se consideraron que enfocaban el problema desde diferentes perspectivas, de manera que la comparación de los resultados nos permitan afirmar con certeza -- que el valor encontrado es muy cercano al valor real del parámetro buscado en la población.

4.1 Método de determinación visual o de Petersen(1889)

Uno de los métodos gráficos más antiguos y que mayor uso tienen es la determinación visual de las modas y seguimiento de éstas, desarrollado por Petersen (op. cit.), el cual esta basado en dos suposiciones básicas:

+ En una distribución de frecuencias de tallas o pesos - cada pico o moda corresponde a un grupo de edad de la población.

+ Los patrones de crecimiento se repiten año con año.

Una consideración que se hace ademas, es que el crecimiento en longitud de los peces, es rápido en sus primeras e tapas y va decreciendo con la edad, por lo tanto la curva --- que mejor representa el crecimiento de un pez es la curva lo gística.

Todos los demas trabajos desarrollados posteriormente - por otros investigadores descansan en estos postulados básicos, ya que si cualquiera de estos no se cumplen el método - pierde su validez.

Se deben tener algunos cuidados al aplicar el método:

-Si se hace un arreglo secuencial de distribuciones de u frecuencias tomadas a intervalos regulares de tiempo - es posible hacer una interconexión de las modas de --- cada distribución y formar una curva que probablemente representa el crecimiento de la población.

-La interconexión entre los puntos debe hacerse de mane ra natural, tratando de reflejar una curva asintótica.

-Las longitudes de los grupos de edad que se tomaron en cuenta para formar la curva pueden ser usados para determinar los parámetros de crecimiento.

En el caso en el que los desoves sean anuales o pueda - discernirse cuales grupos de edad están separados por un intervalo de tiempo conocido, es posible tomar una muestra --- grande de organismos en una época determinada que garantice la inclusión de todos los grupos de edad y repetirla en la - gráfica por lo menos diez veces, aplicandole el método des---

crito anteriormente, obteniendo así los valores de la longitud promedio de cada grupo de edad y usandolos en la obtención de los parámetros de la curva de L. von Bertalanffy --- (ver lámina 2).

Es recomendable que el tamaño de la muestra sea grande, para todos los casos ya que de lo contrario las modas pueden no estar reflejando la distribución real de la población --- (ver apéndice C), por otra parte con muestras pequeñas es posible que no estén representados todos los grupos de edad de la población al momento de la captura.

Este método tiene algunas limitaciones aún si se toman en cuenta todos los puntos anteriores, por ejemplo la localización de las modas se hace de manera visual, eligiendo como la talla promedio del grupo de edad el valor del punto medio del intervalo donde se encuentra la moda. Sin embargo, para el caso en que el solapamiento sea muy grande una moda -- puede ser producto de la suma de las frecuencias en la zona de contacto de dos grupos de edad consecutivos. como se ve en la figura 6 .

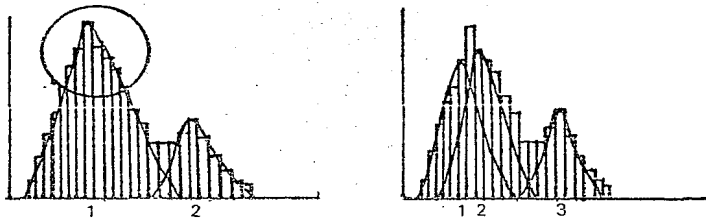


Figura 6

Este método no prevé esta situación y la localización visual de los componentes normales arrojaría dos picos en lugar de los tres que en realidad existen.

Otro problema es cuando se quieren obtener los parámetros de una muestra muy grande en vez de tomas de muestras periódicas, si la diferencia entre dos clases de grupos de edad no es necesariamente de un año, como sucede en especies de clima tropical mientras que en especies de clima templado

por lo general si lo es. Además las clases anuales pueden tener varias modas debido a diferencias en el crecimiento de los sexos o a desoves muy seguidos. El método no plantea soluciones a estos problemas, de manera que las interpretaciones son muy subjetivas lo que ocasiona un gran margen de error.

Por otro lado el método nada más da el valor del punto medio o longitud promedio de cada grupo de edad pero no da idea de que tan disperso está ese grupo, por lo que no se puede saber el grado de solapamiento, cosa muy importante pues ayuda a discernir cuando existe duda en la existencia de una moda entre dos grupos consecutivos.

4.2 Método de papel de probabilidad ó método de Cassie

Este método fue desarrollado por Cassie y Harding (1959), está basado en el uso de papel de probabilidad para la linealización de los componentes normales. Se basa en que cada grupo de edad está representado por una normal y como consecuencia la distribución que representa la estructura de edades de una población es una polimodal. De manera que aplicándole el papel de probabilidad se puede linealizar cada uno de sus componentes y obtener sus parámetros.

El método consiste en graficar las frecuencias relativas acumuladas porcentuales en papel de probabilidad, la gráfica mostrará una serie de puntos de inflexión que responderán a la frontera de dos componentes, los puntos de contacto se deben a desviaciones de la normalidad de cada componente; una vez determinados estos puntos de inflexión los componentes se ubican entre ellos.

A continuación se describe el uso del papel de probabilidad para transformar cada componente normal en una recta y así calcular los valores de los parámetros de ésta (μ , σ). Para ello se localizan los puntos que pertenecen a cada componente y se expanden al 100% de la distribución del papel lo cual se logra con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$A_{ij} = (n_{ij} - m_{i-1}) * (100 / (m_i - m_{i-1}))$$

donde : A_{ij} = son los valores de la componente i expandidos para cada valor de las frecuencias acumuladas de la componente j

n_{ij} = son las frecuencias acumuladas i de la componente j

m_{i-1} = es el valor del punto de inflexión inferior de la componente j

m_i = es el valor del punto de inflexión superior de la componente j

desde $i=1,2,3,\dots,n$

$j=1,2,3,\dots,k$

Una vez hecho lo anterior a todos los puntos de cada componente se traza una línea recta que una los puntos A_{ij} de cada componente a las cuales se les conoce como rectas de expansión, posteriormente se localizan los puntos de intersección de dichas rectas con unas líneas imaginarias paralelas al eje de las X's que parte del eje de las Y's de los valores de 50, 84.18, 15.87, de esos puntos de intersección se trazan nuevas líneas imaginarias hacia el eje donde se encuentran los intervalos de clase, obteniéndose así los valores de la media y los márgenes de la desviación, para cada uno de los componentes (ver lámina 3).

Este método adolece al igual que el de Petersen de todas las restricciones antes mencionadas, pero da soluciones a algunos problemas, provee una estimación de valores para la media y la desviación standar, para cada grupo de edad, proporciona además una idea de las fronteras que existen entre los componentes como son los puntos de inflexión. En el caso en que estos no estén bien marcados quiere decir que el grado de sobrelapamiento es muy grande y deberá buscarse otra alternativa que solucione el problema de su localización. Por otro lado si bien este método es mas completo en cuanto a información y exactitud, tiene varios inconvenien-

tes; para los grupos en donde se encuentran los peces de mayor edad que estan poco representados en la muestra, la expanción al 100% se tiene que hacer con pocos puntos, por lo que el grado de precisión decrece considerablemente. Un problema mas grave es el de que todo el análisis depende de la correcta localización de los puntos de inflexión, siendo esta en algunas ocasiones muy subjetiva casi arbitraria, so--bre todo cuando las componentes estan muy mezcladas; para -intentar solucionar este problema se sugiere que la defini--ción de los puntos de inflexión se haga con la ayuda de un histograma y se considere a los intervalos de menor frecuen--cia como guías para cada punto de inflexión.

4.3 Método de resolución de una distribución que contiene componentes Gaussianos o Método de Battacharya, (1967)

El método que propone Battacharya consta de una parte gráfica y una analítica; en el se plantea un panorama mas - amplio ya que abarca el cálculo de los parámetros de cada - componente normal y el cálculo de su distribución de fre---cuencias, asi como el grado de solapamiento a partir de un análisis de frecuencias observadas. Por lo tanto a dife--rencia de los métodos anteriores, éste sí proporciona críte--rios para discernir si existe una o mas componentes en una region de una distribución de frecuencias dada.

El método esta basado en la suposiciones siguientes:

- Cada uno de los componentes es una distribución Gau--siana con parámetros:
 - N_i = a la frecuencia total del i-esimo componente
 - M_i = a la media del componente i
 - V_i = desviación standar de la componente i
 desde $i=1,2,3,\dots$,
- Cada una de las distribuciones de los componentes esta suficientemente separada, de manera que existe u--na region para cada componente en donde el efecto de todas las demas es insignificante, esto quiere de

oir que el grado de solapamiento no debe ser muy alto.

El método consiste en graficar el incremento de los logaritmos de las frecuencias contra las marcas de clase de cada intervalo; posteriormente se determinan las regiones donde se localicen los puntos a partir de los cuales se pueda trazar una línea recta con pendiente negativa tratando de cumplir con los dos siguientes criterios: que se localicen y tomen en cuenta principalmente a los puntos de mayor frecuencia; que un punto no puede ser usado simultáneamente para el trazado de dos rectas.

Una vez trazadas todas las rectas posibles, se obtienen los parámetros siguientes: el ángulo que forma la recta del lado de la pendiente negativa con el eje de los intervalos, al cual vamos a llamar θ y el punto donde la recta se intersecta con el mismo eje, al cual vamos a llamar β , todo esto para cada componente. Con estos valores se pueden extraer la media y la desviación de cada normal a partir de las siguientes fórmulas:

$$M_r = \theta_r + h/2$$

$$\sigma_r = (dh \cot \theta_r / b) - (h^2/12)$$

donde: h= la amplitud del intervalo de clase

b= la escala relativa del eje X

d= la escala relativa del eje Y

Los valores de las constantes b y d, son el factor de proporcionalidad entre la unidad de representación y la unidad de medición en cada eje, por ejemplo, si un centímetro del objeto que estoy midiendo lo represento en el papel con .14 cm. en el eje X entonces $b = .14$.

Para calcular el tercer parámetro de cada componente o sea N_i , que es la frecuencia total del i-esimo componente y con esto poder calcular la proporción de la mezcla, Battacharya propone varios métodos, de los cuales uno de ellos se explica a continuación:

$Y(x)$ = frecuencia en la clase, con x_i como punto medio
 N_i = frecuencia total del i -ésimo componente
 K = número de componentes
 $P(x_i^j)$ = la probabilidad de que un punto x_i de la j -ésima componente caiga en el intervalo $(x_i - 1/2h, x_i + 1/2h)$

La función que describe la probabilidad de que un punto x de la j -ésima componente, caiga en el intervalo $(x_i - 1/2h, x_i + 1/2h)$, está dada por la siguiente fórmula:

$$P(x_i^j) = p\left(\frac{x_i + 1/2h - M_i}{i}\right) - p\left(\frac{x_i - 1/2h - M_i}{i}\right)$$

este valor puede ser obtenido de las tablas de la distribución normal.

El caso que vamos a revizar es el siguiente: supongamos que al graficar los datos y trazar las rectas quedan algunos puntos que no encajan bien y que es imposible incluirlos en cualquiera de las rectas contiguas, como se ve en la figura 7.

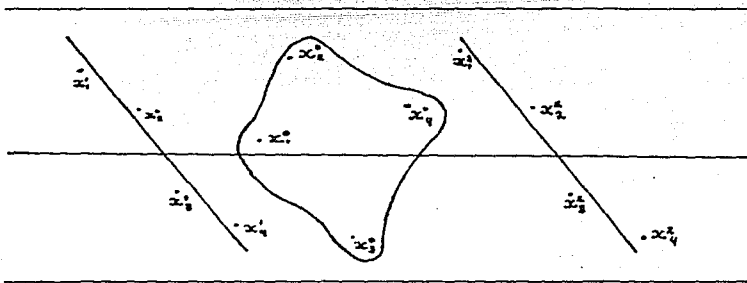


figura 7

Se observa que los puntos x_i^0 no pertenecen claramente a ninguno de los componentes contiguos, por lo que podemos sospechar que en medio de esos dos componentes existe un — más y esa zona no es sólo el efecto de las frecuencias de —

los componentes que inciden en ésta región.

Para resolver ese problema debemos calcular la probabilidad de cada uno de los puntos de todas las componentes e incluso los puntos en que se tiene duda, pertenezcan a los componentes contiguos r_1 y r_2 , para lo cual se construye la siguiente tabla:

$P_{rq}(x_i^{rj})$, es la probabilidad de que el i -ésimo dato de r_j -ésima componente pertenezca a la r_q -ésima componente, donde el índice j , pertenezca al intervalo $(0, 1, 2)$, y q , pertenezca al intervalo $(1, 2)$, y el índice i , de x_i^{rj} , varía en el intervalo $(1, 2, \dots, n_j)$:

Digamos que $Pr_j(x_i^{rj})$, es la probabilidad de que el i -ésimo dato de la r_j -ésima componente, pertenezca a el r -ésimo componente.

$$P_{r_1}(x_1^{r_1}), \dots, P_{r_1}(x_{n_1}^{r_1}); P_{r_1}(x_1^{r_0}), \dots, P_{r_1}(x_{n_0}^{r_0}); P_{r_1}(x_1^{r_2}), \dots, P_{r_1}(x_{n_2}^{r_2})$$

$$P_{r_2}(x_1^{r_1}), \dots, P_{r_2}(x_{n_1}^{r_1}); P_{r_2}(x_1^{r_0}), \dots, P_{r_2}(x_{n_0}^{r_0}); P_{r_2}(x_1^{r_2}), \dots, P_{r_2}(x_{n_2}^{r_2})$$

Los valores de esta tabla significan la probabilidad que tiene cada uno de los valores que x_i de pertenecer a determinado componente en este caso r_1 y r_2 . Con los valores obtenidos para cada x_i se substituyen en las siguientes fórmulas:

$$N_{r_1} (\sum P_{r_1}^2) + N_{r_2} (\sum P_{r_1} * P_{r_2}) = \sum y P_{r_1}$$

$$N_{r_1} (\sum P_{r_1} * P_{r_2}) + N_{r_2} (\sum P_{r_2}^2) = \sum y P_{r_2}$$

En donde las $\sum y P_{r_1}$ y $\sum y P_{r_2}$, son las frecuencias totales de los componentes respectivos, quedando de ésta manera - un sistema de ecuaciones simultáneas con dos incógnitas, N_{r_1} y N_{r_2} .

Conociendo las frecuencias totales de las componentes se puede calcular cual es la frecuencia debida a ellos en la zona r_0 , de la manera siguiente:

$$\begin{array}{l}
 N_{r_1} (P_{r_1} (x_1^{r_0})) + N_{r_2} (P_{r_2} (x_1^{r_0})) = Z(x_1^{r_0}) \\
 \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \\
 \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \\
 \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \\
 N_{r_1} (P_{r_1} (x_n^{r_0})) + N_{r_2} (P_{r_2} (x_n^{r_0})) = Z(x_n^{r_0})
 \end{array}$$

donde : $Z(x_i^{r_0})$, es la frecuencia explicada por el efecto de las dos componentes en el punto $x_i^{r_0}$.

Una vez estimado cada uno de los valores de $Z(x_i^{r_0})$, se procede a restarles de los valores de frecuencia observada en la muestra, los valores de Z , de manera que si el valor obtenido de la diferencia de éstos dos valores es muy grande, se puede de que aquí existe otro componente entre los dos ya establecidos y si por el contrario la diferencia es muy pequeña, quiere decir que la zona en duda es producto del efecto de los componentes contiguos.

El procedimiento para esclarecer este problema es el siguiente:

$$\begin{array}{l}
 Y(x_1^{r_0}) - Z(x_1^{r_0}) = B(x_1^{r_0}) \\
 \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \\
 \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \\
 \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \\
 Y(x_n^{r_0}) - Z(x_n^{r_0}) = B(x_n^{r_0})
 \end{array}$$

y la regla de decisión es como sigue :

$B(x_1^{r_0})$ es relativamente pequeño; no existe componente si

$B(x_1^{r_0})$ es relativamente grande; sí existe componente

En el caso de que sí exista componente entre dos rectas es posible trazar una nueva recta con los valores de los logaritmos de $B(x_i^{r_0})$, y calculandose sus incrementos; cuando se grafican éstos queda la recta como lo indica la siguiente figura 8.

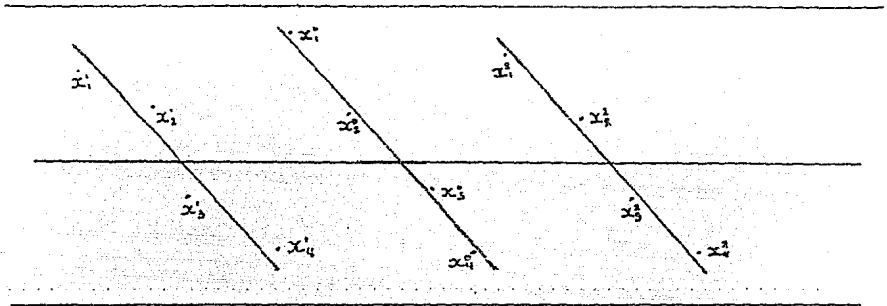


figura 8

Este método es más completo y proporciona más y mejores datos sin embargo, el procedimiento depende de la correcta localización de las regiones donde se deben de trazar las rectas con pendientes negativa y de que esto se haga de la mejor manera posible ya que el ángulo que se elija para el trazo de terminará todos los parámetros que se pueden obtener por este método (ver ejemplo apéndice C).

La recomendación que se hizo para el método de Cassie, también es válida para este método, la utilización de un histograma ayudará a determinar las regiones y los puntos de mayor frecuencia.

4.4 Análisis Exploratorio de Datos, Diagrama de Tallo y Hoja Tuckey (1976).

El análisis exploratorio de datos, son un conjunto de técnicas estadísticas desarrolladas por Tuckey (op. cit.), cuyo principal objetivo es encontrar de un conjunto de datos la información que pueda estar contenida en ellos, y que en muchas ocasiones no se descubre e incluso se enmascara cuando se aplican métodos estadísticos convencionales.

Adiferencia de la estadística clásica este análisis, trabaja con los llamados estadísticos resistentes, que son la moda y la mediana, bajo el principio de que un estimador, como la media o la varianza cambian de manera muy sensible cuando

en los datos que se usan para estimarlos hay valores extremos a diferencia de la mediana, que si "resiste", cuando se tienen valores extremos.

El método que se usa en este caso es el llamado de tallo y hoja, debido a que tiene una parte que funciona como tallo y otra que parte de ahí en forma de hojas. Para a llevar a cabo ésta método es necesario definir como se pueden dividir los datos originales en dos partes, por ejemplo, si se quieren analizar los datos de longitud total de un pez, como sería 27.45, 27/45, 274/5; siendo el talo laprimera parte y la hoja la segunda. Una vez hecho esto se procede a ordenar de mayor a menor los datos que se desean procesar, posteriormente se colocan en una columna los valores del tallo segun el criterio escogido y se van acomodando los valores de cada una de las hojas en su renglon correspondiente como se ve a continuación:

VALORES	DIVISION EN TALLO Y HOJA	COLOCACION DEL TALLO	DIAGRAMA DE TALLO Y HOJA
27.55	27/55	27	27 55 60
27.60	27/60	28	28 10 30 40
28.10	28/10	29	29 00 60
28.30	28/30	30	30 00
28.40	28/40	31	31
29.00	29/00	32	32
29.60	29/60	33	33 90
30.00	30/00		
33.90	33/90		

Si el análisis se quiere hacer más fino, el tallo se puede descomponer en más factores, dividiendo el tallo en tres grupos: a(0,2); b(3,5); c(6,9), quedando de la siguiente forma:

			40					00	60	00									90	
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
27				28				29		30			31			32			33	

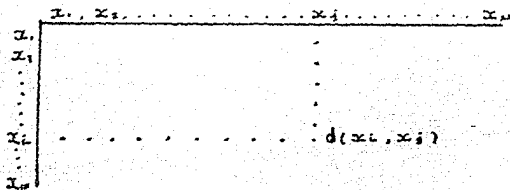
Como se vé el diagrama queda más expandido y se pueden detectar más fácilmente los grupos, sus dimensiones y los valores de los extremos. El valor de la mediana es de 28.40, el cual se puede utilizar para hacer el seguimiento modal de Petersen, en lugar de los valores detectados visualmente (ver lámina 4).

4.5 Método de Análisis de Cúmulos

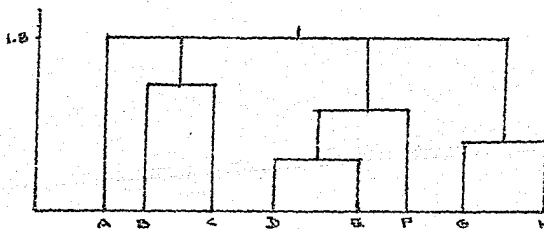
Este tipo de técnicas son las usdas en análisis multivariado, denominados así porque permiten estudiar el efecto conjunto de una gran cantidad de variables al mismo tiempo y no el efecto separado de cada una de ellas. La técnica de análisis de cúmulos se ocupa regularmente cuando se quieren hacer clasificaciones, desde un punto de vista muy general, una clasificación es la colocación de "individuos u objetos" de un conjunto, en clases indefinidas inicialmente, de tal manera que los individuos de una clase estén cercanos entre sí y distantes de las otras clases, en algún sentido. El objetivo general del análisis de cúmulos es obtener diferentes clasificaciones de un conjunto de objetos dado; es por ésto que en general se habla de análisis de cúmulos como la búsqueda de clasificaciones. Cuando se desea hacer la clasificación de un conjunto de objetos, la primero que se ocurre es partir al conjunto en subconjuntos de objetos, formando estos una partición o también una sucesión de particiones, siendo esta última la que es de nuestro interés.

Los métodos de agrupamiento suponen definido un coeficiente de disimilaridad que actúa sobre un conjunto determinado, digamos E; los valores de un coeficiente de similaridad para el conjunto E, en general se ponen en un arreglo cuadrado de $n \times n$ (si el número de elementos de E es n). llamado: ma-

triz de disimilaridad cuyos renglones y columnas están indexados por los objetos de E, como se ilustra a continuación:



Los llamados métodos jerárquicos de clasificación parten de los coeficientes de disimilaridad, como la matriz arriba mostrada y la transforman en un dendograma. El aspecto general de un dendograma se muestra a continuación, en el cual los nodos terminales representan a los objetos (A,B,C, D,E,F,G,H), y la altura de las uniones horizontales (niveles numéricos) están asociados al parecido entre los objetos de las clases que se unen.



Como puede observarse en la figura, los agrupamientos especificados en cada nivel particular del dendograma, tienen la propiedad de que son ajenos, y además todo elemento de E pertenece a alguna clase, que puede constar de un solo elemento.

Las unidades de medición o métricas más usuales en análisis de cúmulos son:

a) La métrica de Minkowski

$$d_{ij} = \left(\sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^r \right)^{1/r}$$

donde la distancia d_{ij} denota la distancia entre los objetos i y j . Si tomamos $r=2$ entonces tenemos la conocida distancia Eucladiana:

b) Distancia Eucladiana

$$d_{ij} = \left(\sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^2 \right)^{1/2}$$

donde d_{ij} denota la distancia entre los objetos i y j .

Si tomamos a $r=1$ obtenemos la métrica absoluta conocida como City-Block.

c) Métrica de City-Block

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|$$

Este tipo de análisis no se había aplicado a distribuciones de frecuencias (no se cuenta con reportes de éste tipo de trabajo), por lo que este constituye un trabajo original. El objetivo que cumple su aplicación es estas distribuciones es para ver si a través de él, se pueden separar los grupos de edad que están contenidos en ellas, desde un punto de vista totalmente diferente.

Una demostración de la aplicación de este método en distribuciones de frecuencias de tallas, se desarrolla en el Apéndice D.

4.6 Utilización de los Métodos Indirectos en la obtención de la relación Tiempo-longitud.

La proposición aquí planteada consta de cuatro fases las

cuales se explican a continuación:

a).- Obtención de muestras de organismos a intervalos de tiempo regulares y por un período de tiempo largo; para cubrir este punto es necesario contar con un buen diseño de muestreo que garantice que la muestra que se obtenga en cada período refleje los grupos de edad que estén representados en ése momento en la población y que se analicen por medio de distribuciones de frecuencias de tallas o pesos. La importancia del tamaño de muestra es explicada en el Apéndice C.

Una proposición para el diseño de muestreo en el caso concreto de una pesquería de tipo artesanal en una comunidad de pescadores ubicada en Caleta de Campos, Mich., es desarrollada en el capítulo uno.

Al igual que una proposición para determinar el tamaño de muestra de distribución de frecuencias de tallas o pesos en donde se encuentre más de un componente normal.

b).- Obtención de los parámetros de los componentes normales contenidos en las distribuciones de frecuencias de tallas o pesos:

En base a la discusión planteada en el capítulo tres, donde se plantea la problemática existente en la localización de los grupos de edad en este tipo de distribuciones, se expone una solución la cual consiste en estimar los parámetros de los componentes normales por cuatro métodos diferentes y calcular un intervalo de confianza para la media de cada grupo de edad. Existen múltiples métodos para la localización de modas en distribuciones de frecuencias que utilizan diferentes caminos, los cuatro métodos escogidos en ésta tesis son: Seguimiento modal de Petersen (1889), método de Tallo y Hoja (Tukey, 1976), Papel de probabilidad de Cassie (1954), y resolución de componentes gaussianos propuesto por Battacharya (1967), los cuatro explicados en el presente capítulo. La tabla obtenida para los datos extraídos de la captura comercial de L. gutattus en el poblado de Caleta de Campos, Mich., analizados por cuatro métodos es presentada en la Tabla uno

c).- Arreglo secuencial de los muestreos periódico y utilización del método de Seguimiento modal de Petersen (op. cit.).

Una vez obtenidos los valores de las medias de los componentes normales para cada período de muestra, cada muestra se ordena secuencialmente de la primera a la última a lo largo de un eje al cual vamos a llamar tiempo; se observa si existen un conjunto de modas a lo largo de todos los períodos que puedan ser interconectados de manera que de su unión surja la curva que describe el crecimiento de éstos organismos, una detallada descripción se dió al inicio del capítulo.

Con los intervalos de confianza construidos para las medias de los componentes normales a partir de la aplicación de los cuatro métodos; es posible trazar un conjunto de curvas con las modas contenidas en las distribuciones, ver Lámina 5

Las curvas extraídas del arreglo secuencial de la lámina se muestran en la Tabla

4.7 Aplicación de Método de MyA. para obtener la relación Tiempo-Longitud.

El desarrollo del método se puede hacer la siguiente forma :

i) Obtención de tantas curvas como sea posible del arreglo secuencial de las muestras periódicas de la captura comercial.

ii) Se hace un reajuste de las curvas de tal manera que el punto más extremo de la curva de la parte inferior coincida con el primer valor de la curva inmediata superior, tratando de hacer de la misma manera con las demás curvas. Un criterio para determinar cuantas muestras de la captura comercial se deben de hacer es cuando se cumpla la condición expuesta en el comienzo de éste mismo.

iii) Las tallas involucradas en el trazado de la curva pueden ser usadas para la obtención de los parámetros del modelo de crecimiento L. von Bertalanffy, ya que cumplen los postulados necesarios planteados en el método de Ford-Walford (1933).

En la Tabla 2 , se presentan los pares de datos Tiempo-longitud, para cada una de las curvas obtenidas por el método

do de MyA.

Sin embargo, antes de comenzar el análisis de los resultados obtenidos por la utilización de los métodos indirectos, es necesario tratar de comprobar algunas premisas del modelo de L. von Bertalanffy que ayudarán a comprender mejor la problemática de la utilización de estos métodos y sus posibles soluciones.

El primer punto, el modelo de L. von Bertalanffy fué desarrollado bajo la hipótesis de crecimiento isométrico esto es las relaciones entre las dimensiones del organismo se mantienen constantes. Si este postulado no se guardaba el modelo --- arriba citado pierde toda su validez, lo que nos lleva a pensar que es fundamental constatar si el organismo que estamos estudiando presenta este tipo de crecimiento; afortunadamente es sencillo comprobar si el crecimiento es isométrico, lo cual se hace de la siguiente manera: se obtiene dos medidas morfométricas que se puedan extraer fácilmente del organismo como lo son: longitud total, longitud patron, altura máxima-etc.. Cualquiera de estas mediciones se pueden graficar la una contra la otra y observar si su relación cambia para los grupos de organismos pequeños con respecto a los medianos y mayores. Una sugerencia que puede ayudar a detectar estas variaciones es agrupar los pares de medidas a manera de que todas las tallas queden contenidas en cualquiera de los grupos pero que los grupos sean mutuamente excluyentes. Para cada grupo se hace un análisis de regresión lineal por mínimos cuadrados obteniéndose para cada grupo el valor de su pendiente y su coeficiente de correlación. Se comparan los valores de la pendiente para cada grupo y se observa si estos valores difieren mucho entre sí, si este fuera el caso nosotros podríamos inferir que esta especie crece alométricamente, si por el contrario la diferencia entre los valores es muy pequeña quiere decir que las relaciones morfométricas no cambian con la edad, es decir crece isométricamente.

Una tabla con los valores de la pendiente y el coeficiente de correlación obtenidos para la relación Longitud patron y la altura, para diferentes grupos dentro de la pobla-

ción es la siguiente:

GRUPO	AGRUPACIONES (en cm.)	VALOR DE LA PENDIENTE	r^2
1	de 14.0 a 20.0	.196	.96
2	de 21.0 a 30.0	.217	.97
3	de 31.0 a 40.0	.221	.96
4	de 41.0 a 50.0	.207	.95
5	de 51.0 a	.213	.98

Como se vé en la tabla, los valores de la pendiente son muy parecidos, con unos valores de correlación altos lo cual nos lleva a pensar que la especie en cuestión crece de forma isométrica.

Una vez demostrado ésto, es conveniente abordar un segundo problema, también fundamental para la correcta aplicación del modelo propuesto para describir el crecimiento de la especie.

Se sabe que bastan tres puntos para determinar una curva del tipo de la de L.von Bertalanffy; se pueden obtener los parámetros de ésta si se conoce su forma y se posee un método de aproximación. Esto quiere decir, si se conoce la relación que guardan dos variables y la curva es de tipo logística, bastan tan solo tres puntos para obtener los parámetros de la curva que los relaciona.

En términos de nuestro problema esto tiene relevancia - pues implica ; que se pueden obtener de una tabla de longitud-tiempo, sin importar que puntos se utilicen, los parámetros de la curva si se posee un método adecuado para ello, por ejemplo Ford-Walford.

Esto sucede solo si los parámetros se mantienen constantes a lo largo de todo el crecimiento del organismo es decir, que no cambia con la edad.

Si se obtienen valores diferentes de los parámetros, dependiendo de que parte de la curva se están extrayendo los -- datos, entonces se puede hablar de un crecimiento diferencial por edades y se tendrían que obtener los parámetros para cada etapa de la vida del organismo en que crece diferente.

Para tratar de aclarar esta situación es necesario obtener una estimación de los parámetros de crecimiento de una -- fuente que no sea seguimiento modal, por ejemplo lectura de -- estructuras óseas o escamas. Si no se cuenta con un estudio de este tipo se puede hacer con los parámetros de la curva de una especie relacionada filogenéticamente muy cercana al orga-- nismo de estudio, a nivel de género.

El procedimiento es el siguiente, con un conjunto de da-- tos de relación longitud-tiempo, se obtienen los parámetros -- del modelo por el método de Ford-Walford, posteriormente los -- datos se agrupan en paquetes de tres cuidando de que abar-- quen todas las combinaciones posibles; para cada terna de da-- tos se le calculan los parámetros del modelo por el mismo mé-- todo y se comparan los resultados. Si estos difieren notable-- mente dependiendo la terna escogida entonces demostraremos -- que existe un crecimiento diferencial dependiendo de la edad, si por el contrario los valores son muy parecidos entonces la conclusión es que el crecimiento del organismo puede ser ex-- plicado a partir de tres parámetros y que estos no cambian -- con el tiempo, por lo tanto basta obtener tres pares de datos que relacionen la talla y el tiempo para estimar los paráme-- tros de la curva.

Para demostrar esto se utilizaron los parámetros obteni-- dos por el método de retrocálculo de Lea (1910), para Lutjanus guttatus, estimando los parámetros del modelo por el método de Ford-Walford.

Como se observa en la tabla siguiente, los valores de -- los parámetros no varían significativamente, no importando si se toman de la fase de crecimiento (los primeros puntos), o -- de la fase de crecimiento lento ya que se obtienen los mismos parámetros.

DATOS	PARAMETROS	TERCIA	PARAMETROS	TERCIA	PARAMETROS
14.25		14.25		20.85	
20.85		20.85	K=.1135	26.74	K=.1139
26.74	K=.1136	26.74	L=75.75	32.00	L=75.59
32.00		32.00		36.69	
36.69	L=75.69	26.74		32.00	
40.88		32.00	K=.1138	36.69	K=.1131
44.62		36.69	L=75.63	40.88	L=75.84
		40.88		44.62	

Si los dos problemas aquí planteados se solucionan de manera que permitan concluir que la especie crece isométricamente y que los parámetros no cambian con la edad, entonces es posible obtener los parámetros del modelo a partir del arreglo secuencial de las muestras obtenidas periódicamente de L. guttatus, sin que importe a que nivel del arreglo se escoja la curva.

En la figura se muestran las posibles curvas extraídas del del arreglo secuencial para los cuales se obtuvieron los parámetros que se observan en la siguiente tabla:

CURVA 1	CURVA 2	CURVA 3	CURVA 4	CURVA 5	CURVA GENERAL
K=.0207 L=69.78	K=.005 L=56.26	K=.0129 L=64.28	K=.0280 L=52.43	K=.0182 L=69.29	K=.0257 L=54.65

Como se observa los parámetros de cada una de las curvas varían visiblemente, lo cual nos llevaría a pensar en tres posibles factores que determinarían la causa del fenómeno:

El organismo crece diferencialmente dependiendo de la edad que tenga, lo cual puede pensarse a partir de encontrar diferentes valores de la constante de crecimiento en función

de donde se tomen los datos de la curva.

La fracción de crecimiento que se registra en el período de muestreo, once meses, cuando éstas especies viven 10-13 años, es muy pequeña sobre todo en las edades mayores en donde casi no se registra crecimiento y es muy difícil cuantificarlo, por lo que el error cometido al medir el incremento puede ser mayor al crecimiento que se pueda registrar en ese intervalo de tiempo.

La obtención de las muestras no fue correctamente hecha, existen errores en el muestreo que van desde una incorrecta definición de la moda, omisión de un grupo de edad, hasta llegar al extremo de la falta de un período de muestreo.

En el presente estudio de caso se ha demostrado que el error no consiste en que los organismos crezcan diferencialmente por lo que la fuente del error no tiene que ver con el primer punto, sin embargo desde un enfoque crítico se observa que efectivamente existen errores en el muestreo, tanto de omisión de muestreos como de tamaños muy chicos de muestra, lo cual conduce a un error tan grande que impide el uso de métodos como de Ford-Walford, para la extracción de los parámetros del modelo, pues produce resultados muy inexactos.

Otra causa que puede afectar el análisis es que efectivamente la fracción de crecimiento del organismo que se está registrando es muy pequeña, por lo que sería necesario extender el período de muestreo un tiempo mayor, por lo menos -- hasta que se cumplan el segundo postulado del método de M y A.

Como corolario de esta discusión, se hacen tres recomendaciones Generales para usar los métodos indirectos en la determinación de la relación - tiempo y la posterior obtención de los parámetros del modelo de L. von Bertalanffy:

- a) Garantizar que efectivamente el pez crece isométricamente y que no existe una diferencia en los valores de los parámetros de la curva de un estadio a otro.
- b) Garantizar que las muestras que se toman periódicamente, contengan todos los grupos de edad encontrados en ese momento en la población.
- c) Que el periodo de muestreo sea lo suficientemente -- grande que permita el uso del método de M y A.

"Obtención de los Parámetros para el Modelo de Crecimiento de L. von Bertalanffy"

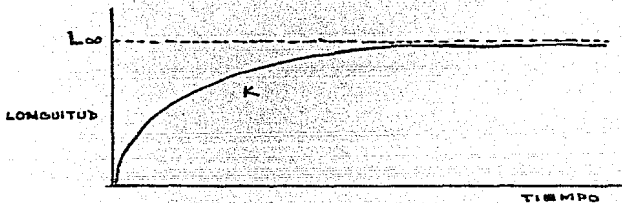
En biología pesquera la mayoría de los análisis están más directamente interesados en las tasas de crecimiento, es decir en el aumento de longitud o en peso por unidad de tiempo, más que en el tamaño en diferentes edades; debido a que muchos problemas que se plantean en la evaluación de pesquerías son esencialmente problemas de comparación de peso ganado por la población debido al crecimiento y pérdida por mortalidad, (Gulland, 1971)-

Es en base a esto que los investigadores dedican su tiempo a la elaboración de modelos que expresan el pensamiento de los organismos en forma de una ecuación matemática.

Como ya se menciona en la introducción son muchos los modelos que han surgido en los últimos 50 años pero el que es más comúnmente usado es el propuesto L. von Bertalanffy (1938) por las siguientes características: El trabajo que se requiere para ajustar los datos extraídos de la población, al modelo, no es excesivo y estriba principalmente en contar con datos confiables de talla y edad datos que son estimados principalmente de dos fuentes por lectura de detenciones de crecimiento en estructuras óseas, y por seguimiento modal en distribuciones de frecuencias; el número de constantes es pequeño, la longitud infinita, la constante de crecimiento y el tiempo cero, cada una de ellas con significado biológico y por último sus constantes se pueden incorporar fácilmente a otros modelos, de producción por ejemplo.

Este modelo de crecimiento se basa en las siguientes observaciones fundamentales; la especie según las condiciones ambientales el sexo etc, el promedio de los organismos mantienen durante toda su vida sus dimensiones corporales debajo de ciertos "topes" o dimensiones básicas, es decir tienen en promedio una dimensión la cual nunca van a rebasar; segundo, que en general se observa una mayor capacidad para crecer durante las etapas más tempranas del desarrollo corporal, dicha capacidad disminuye con la edad hasta casi desaparecer. Por lo -

tanto en muchos casos los datos de longitud contra tiempo corresponden a una curva como la que se ejemplifica en seguida:



Originalmente L.von Bertalanffy estableció su modelo en base a consideración metabólicas, planteando una ecuación diferencial en que las variables son el peso y el tiempo, de manera que obtuvo una fórmula explícita del cambio del peso en función del tiempo, posteriormente dedujo la ecuación correspondiente a longitud, dado que la relación entre la longitud y el peso está determinada por la fórmula que a continuación mostramos:

$$L(W) = cW^a \quad \text{donde } a \text{ es aproximadamente } 3$$

En base a esta relación y otras consideraciones, como crecimiento isométrico el autor llegó a la siguiente ecuación:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \dots \dots \dots 1$$

Esta ecuación es comúnmente usada en los trabajos de biología pesquera e incluso sus constante son incluidas en modelos como el de producción que propone Beverton y Holt (1957).

Una vez que se ha discutido por que la versión de L. von Bertalanffy, es la que más uso tiene, el problema consiste - en saber como se pueden estimar los parámetros del modelo a partir de datos obtenidos para longitudes o edades de técnicas como las ya mencionadas. Por lo que hay que encontrar algunos metodos que puedan extraer de este tipo de datos la información requerida. En una brebe revisión de la literatura se encontraron basicamente las variaciones al método propuesto por Ford-Walford (1973). La ecuación de Ford fue obtenida en el año de 1933 a partir de la ecuación de Bertalanffy, sustituyendo el termino de L_{t+1} , en lugar de L_t quedando transformada la ecuación de la forma siguiente:

$$L_{t+1} = L_{\infty}(1-K) + (KL_t) \dots \dots \dots \text{donde } K = e^{-k}$$

Esta misma expresción fue desarrollada por Walford ---- (1946), Lindner (1953), Rousenfell y Everhart (1953); y describe el crecimiento de los organismos en el que el incremento de un año a otro es menor al del año anterior en un factor de $(1 - K)$. La relación existente entre los incrementos de los años o "coeficiente de Ford", se vé por la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L_{t2} - L_{t1}}{L_{t1} - L_t}$$

de manera que el valor más bajo de K es cuando el organismo - crece más lentamente, y el valor más alto en las primeras edades.

La línea de Walford (op. cit.), es la representación --- gráfica de la ecuación 2, y consiste en graficar L_{t+1} contra - L_t , la ecuación resultante es una recta con parámetros m y b:

donde $Y=L_{t+1}$

$$Y=m X + b$$

$$X=L_t$$

b =ordenada al origen ($L_\infty(1-K)$)

m =pendiente de la recta (e^{-k})

Una demostración de lo dicho anteriormente en forma analítica es la siguiente; primero se hace una transformación de la ecuación uno para el tiempo $(t+1)$, realizándose de la siguiente manera:

$$\text{si } L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) \dots\dots\dots 1$$

$$L_{t+1} = L_\infty (1 - e^{-k(t+1-t_0)}) \dots\dots\dots 2$$

$$\begin{aligned} \text{entonces } L_{t+1} - L_t &= L_\infty(1 - e^{-k(t+1-t_0)}) - L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)}) \\ &= -L_\infty(e^{-k(t+1-t_0)} - e^{-k(t-t_0)}) \\ &= -L_\infty(e^{-kt} e^{-k} - e^{-kt} e^{kt_0}) \\ &= -L_\infty(e^{-kt} e^{-k} e^{kt_0}) * (e^{-k} - 1) \\ &= -L_\infty(e^{-k(t-t_0)}) * (e^{-k} - 1) \dots\dots 3 \end{aligned}$$

$$\text{si } L_t - L_\infty = -L_\infty(e^{-k(t-t_0)}) \quad \text{de la ecuación } \dots 1$$

entonces sustituyendo en ... 3

$$\begin{aligned} L_{t+1} - L_t &= (L_t - L_\infty) * (e^{-k} - 1) \\ L_{t+1} &= L_t e^{-k} - L_\infty e^{-k} + L_\infty \\ L_{t+1} &= L_t e^{-k} - L_\infty (1 - e^{-k}) \end{aligned}$$

que es una recta donde:

$$m = e^{-k}$$

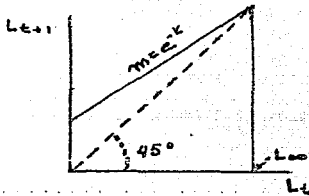
$$a = L_\infty (1 - e^{-k})$$

despejando nos queda:

$$k = \ln m$$

$$L_\infty = a / (1 - m)$$

En este metodo el parámetro L se puede obtener de una manera gráfica si se proyecta la meta de regresión hasta que esta se interseque con la recta bisectriz, el punto que esta se crucen corresponderá al valor deseado (L), como se observa en la figura siguiente ademas de una desmstración analí tica de este proceso:



donde: $Y = X$ 4

$Y = mX + b$..5

4 en 5 $X = mX + b$

$X(1-m) = b$

$X = b / (1-m)$

Una modificación a estos métodos es la propuesta por --- Gulland y Holt (1964), en la cual se sustrae a cada miembro - de la ecuación el factor L_t de la ecuación 2, quedando como - se ve a continuación:

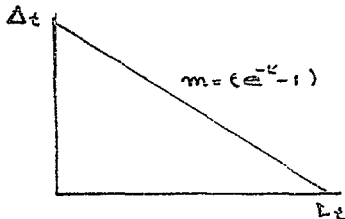
$L_{t+1} - L_t = L(1-K) + L_t(K+1)$ donde: $b = L_\infty(1-K)$

$m = (K-1)$

$K = e^{-k}$

$L_\infty = b / (1-K)$

Este método es una variación del anterior, pues está basada en las mismas suposiciones, solo que en la gráfica de -- $L_{t+1} - L_t$ contra L_t , los parámetros se obtienen de manera mas- inmediata como se observa en la figura siguiente:



$k = -\ln(m + 1)$

$L_\infty = b / (1 - e^{-k})$

Una estimación del tercer parámetro de la curva de la curva, o sea T_0 se puede obtener del desarrollo de la fórmula que a continuación se presenta, la cual es un promedio ponderado de T_0 (Gulland, 1971), (Un programa que desarrolla todos estos métodos de extracción se encuentra ilustrado en el apéndice E).

$$t_0 = \frac{\sum_{t=1}^n ((T_0 + (\ln(L_{\infty} - L_t) - (\ln(L_{\infty})) / k) * (L_{\infty} - L_t))}{\sum_{t=1}^n (L_{\infty} - L_t)}$$

Estos métodos gráficos son muy sencillos de utilizar y dan valores aproximados bastante buenos, además los datos que se requieren se pueden obtener de diversas fuentes lo que facilita su utilización. Sin embargo por diversas razones, es posible que no se cuente con una completa determinación de los grupos de edad, ya sea por que no se obtuvo una muestra de escamas de un determinado tamaño, o por que en el muestreo no se incluyó un determinado grupo de edad o porque no se pudo realizar un muestreo en alguna ocasión, en el último de los casos porque se perdiera algunos de los datos, si ocurriera algunas de estas eventualidades los métodos explicados con anterioridad pierden su utilidad pues es necesario que las edades que se incluyan en el análisis sean consecutivas y el intervalo de tiempo en que se tomaron sea el mismo; si no se cumpliera cualquiera de estas condiciones los métodos no se podrían aplicar.

5.1 Comparación de curvas de crecimiento y selección de la curva óptima.

En el desarrollo de esta tesis se obtuvieron dos diferentes curvas de crecimiento, una por métodos directos y otra por indirectos; para poder elegir que curva representa mejor el crecimiento de la especie o dicho de otra manera que curva se ajusta mejor al modelo propuesto, se

hizo una regresión lineal simple por ajuste de mínimos cuadrados obteniendo tanto los parámetros como el factor de correlación, siendo este último el criterio de selección, como se observa en la tabla siguiente:

Parámetros de la curva extraída de los datos de retrocálculo de Lea y calculados por el método de Ford-Walford.

Parámetros de la curva extraída de los datos de seguimiento modal de Petersen y calculados por el método de Ford-Walford.

$$k = .1136, \quad L = 75.69 \\ r^2 = 0.987$$

$$k = .0257, \quad L = 54.65 \\ r^2 = 0.901$$

La curva que mejor se ajusta al modelo es la extraída por retrocálculo de Lea (1910); esto se debe principalmente a las causas explicadas anteriormente, en el capítulo tres, los datos extraídos de seguimiento modal tiene una fuerte carga de error lo que provoca una incorrecta estimación de los parámetros de la curva.

Por lo tanto los parámetros de la curva de la especie Lutjanus guttatus, que se consideran mejor ajustada es la obtenida por lectura de escamas por retrocálculo de Lea.

6.0 " Conclusiones y Proposición. " .

Como se observó a lo largo del texto, la forma que se escogió para desarrollar este trabajo de investigación fué, - primero determinar cuales eran los posibles pasos a seguir - en un estudio en donde el objetivo final fuera describir el crecimiento de una especie tropical en una pesquería de tipo artesanal. Una vez determinado cada uno de los pasos, desarrollando y discutiendo ampliamente su problemática, se plantean soluciones a algunas cuestiones que se piensa tienen relevancia en el estudio y que no se había encontrado una solución acorde en la bibliografía con el problema general que se trata.

De manera, que una discusión de este trabajo es en sí toda la tesis, por lo que en ésta, discusión general lo que se va a tratar es de resumir toda la discusión contenida en los capítulos, puntualizando en los problemas que se piensan más importantes en el estudio. Esta sección cumple la función de plantear una metodología general que abarque la mayor parte los aspectos relacionados con la descripción del crecimiento de una especie.

La primera fase que se debe de cumplir en una investigación, es la forma en que se va a extraer la información de la población, es decir el muestreo; para diseñar un muestreo es necesario cumplir con un número de puntos que garanticen que la información que se obtenga de la población por medio del muestreo, sea muy cercana a la realidad.

El primer punto se refiere a la determinación de los objetivos; la claridad en éstos es fundamental en el desarrollo del trabajo, pues son los criterios directrices que ayudarán a determinar la metodología a seguir y los problemas particulares a resolver, canalizando correctamente los recursos.

El segundo punto es la delimitación de la población en terminos espacio-temporales, ya que es necesario conocer las fronteras de la población, para tener claro hasta donde se puede inferir con los resultados del estudio .

La recopilación de información sobre la población es el

tercer punto en el diseño de muestreo; en este punto para tener cabal cuenta de su contenido es necesario desglosarlo en tres fases, sin que esto implique un orden en su ejecución, pues generalmente se realizan al mismo tiempo, las fases son las siguientes: que se sabe de la especie en términos generales, así como del lugar de estudio; qué se conoce sobre la actividad pesquera en esa localidad; y qué metodología se va a utilizar para cumplir con los objetivos planteados, para así determinar que datos se van a obtener y como extraerlos.

Una vez terminada la fase de recopilación de información, ésta se debe utilizar íntegramente en el diseño de muestreo; para así saber la manera como se va seleccionar a los organismos de la población; a esta fase se le conoce como tipo de muestreo y es el cuarto punto.

El quinto y último punto en el diseño del muestreo es la determinación del tamaño mínimo de muestra, el cual debe estar acorde con el tipo de muestreo. El tamaño mínimo de muestreo garantiza que la información extraída de la muestra refleja el comportamiento de la población en el momento en que es extraída.

Si se cumplen fielmente los puntos que conforman la fase de muestreo, se contará con información verdadera de la población, que podrá ser usada para la estimación de los parámetros del modelo de crecimiento. La obtención de estos parámetros se puede estimar básicamente por dos caminos: los llamados Métodos Directos, que consisten en la lectura de detenciones de crecimiento en estructuras óseas y escamas; y los Métodos Indirectos, los cuales trabajan con el análisis de distribuciones de frecuencias de tallas. El tipo de datos que se pueden obtener por los dos caminos relacionan la longitud con el tiempo y pueden ser usados para obtener una gráfica de crecimiento de la especie.

Cuando se utilizan métodos directos para obtener la curva de crecimiento, se debe tener en cuenta cuatro puntos, que son de fácil realización y cuyo resultado final será la obtención de una tabla de edad-longitud y una repre-

sentación gráfica del crecimiento :

La primera parte consiste en el muestreo de estructuras óseas o escamas de los organismos de la población que se va a estudiar, teniendo mucho cuidado en la extracción y representatividad de la muestra.

La segunda parte establece la determinación de criterios generales de localización de detenciones de crecimiento para las estructuras escogidas; esta parte es clave en el estudio, pues una incorrecta definición de un anillo, da lugar a una incorrecta estimación de los parámetros de crecimiento.

La tercera parte se refiere a la selección del método a partir del cual se va a determinar la relación longitud-edad; para este punto existen dos posibilidades: el método de lectura directa o el retrocálculo de Lea (1912). Esta elección se hace en base a los intereses del estudio y de las facilidades de extracción de las estructuras escogidas de la población.

La cuarta y última parte, consiste en la determinación del tamaño mínimo de muestra de estructuras óseas o escamas; que se necesitan leer para la obtención de la longitud promedio para cada edad representada en la estructura; es importante obtener una estimación de la longitud promedio, pues existe una gran fuente de variación en el proceso de lectura de anillos. El trabajar con longitudes promedios e intervalos de confianza para cada una de las edades, nos permite ajustar mejor la curva de crecimiento obtenida de los datos de longitud-edad.

Al igual que en los métodos directos, la utilización de los métodos indirectos requiere de cuatro partes para su aplicación: la primera consiste en obtener muestras de longitudes o pesos a intervalos de tiempos regulares, siguiendo los criterios expuestos en la parte de muestreo; es muy importante que los muestreos sean tomados a intervalos de tiempo aproximadamente iguales o por lo menos conocer la fecha exacta de su realización, pues si no se pueden presentar algunos problemas en la aplicación de los métodos, con los cuales se obtienen los valores de los parámetros de la curva de

crecimiento.

La segunda parte es la obtención de los parámetros de cada uno de los componentes normales contenidos en las distribuciones de frecuencia de tallas o pesos; dichas distribuciones se obtienen de los muestreos periódicos de los organismos.

Para obtener los parámetros de los componentes normales se utilizan varios métodos de estimación (en este caso cuatro) y se saca con esas estimaciones un intervalo de confianza para la media de cada componente normal.

El siguiente paso consiste en un arreglo secuencial de las muestras periódicas y la aplicación del método de seguimiento modal de Petersen (1882). Para este punto se pueden hacer el seguimiento modal con las distribuciones de frecuencias o con las gráficas de los intervalos de confianza para las medias, siendo mejor la segunda alternativa, pues existen más facilidades prácticas para el trazado de las curvas.

En la cuarta parte se aplica el método de MyA para obtener los datos de longitud-tiempo.

Al igual que con los datos obtenidos por métodos directos, estos puntos pueden servir para obtener una representación gráfica del crecimiento de la especie, así como para calcular sus parámetros.

La fase final de la investigación consiste en la obtención de los parámetros de la curva de crecimiento de la población.

En este caso, seguimos el modelo planteado por L. von Bertalanffy (1938), para el cual existen un gran número de métodos que ayudan para la estimación de esos parámetros por diferentes vías; de manera que un primer punto a realizar en esta fase es la aplicación de diversos métodos para el cálculo de los parámetros del modelo; tanto para métodos directos, como indirectos. Esto se hace con el fin de tener varias estimaciones de los parámetros y poder evaluar cual de ellos se ajusta mejor al modelo propuesto por lo que el segundo punto de esta fase consiste en hacer una selección de la curva óptima y sus parámetros, bajo un criterio esta-

dístico formal.

Para el caso concreto de esta investigación se utilizó como criterio el factor de correlación del ajuste de la curva, cuando se hace una regresión por mínimos cuadrados. Se eligió este criterio por su facilidad de estimación y porque nos dan una buena idea de cual curva tiene un mejor ajuste al modelo de regresión.

El término de ésta fase nos conduce a la estimación de los parámetros de la curva de crecimiento para el modelo de L. von Bertalanffy.

Un diagrama de flujo de la proposición que aquí fué desglosada se encuentra en la figura siguiente.

6.1

P O B L A C I O N

M U E S T R E O

DISEÑO DE MUESTREO

- a) Determinación de la población de estudio.
 - b) Determinación de los objetivos del estudio
 - c) Recopilación de la información.
 - d) Determinación del tipo del muestreo
 - e) Tamaño mínimo de muestra.
-

METODOS DIRECTOS

- a) Muestreo de estructuras óseas y escamas.
 - b) Determinación de criterios generales de localización de detenciones de crecimiento.
 - c) Selección del método para determinar la relación longitud-edad.
 - d) Determinación del tamaño mínimo de muestra.
 - e) Obtención de la tabla edad-longitud.
-

METODOS INDIRECTOS

- a) Obtención de muestras de longitud o peso
 - b) Obtención de los parámetros de los componentes normales de c/u. de los muestreos por diversos métodos.
 - c) Aplicación del método de seguimiento modal de Petersen para el arreglo secuencial de los muestreos.
 - d) Aplicación del método de MyA para obtener la relación longitud-tiempo.
-

OBTENCION DE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO

- a) Aplicación de cuatro métodos de obtención de los parámetros de la curva de L. von Bertalanffy, tanto para métodos directos como indirectos.
 - b) Selección de la curva óptima bajo el criterio del coeficiente de correlación.
-

APENDICE A
TABLAS DE DATOS

76

Nº DE PEZ	LONGITUD TOTAL	LONGITUD PATRON	ALTURA	PESO TOTAL	PEBO EVISCERADO	OBSERVACIONES

TABLA DE DATOS PARA EL METODO DE PETERSEN (1889)

Nº DEL PEZ	LONGITUD TOTAL	LONGITUD DE LA ESCAMA	LONGITUD 1º ANILLO	LONGITUD 2º ANILLO	LONGITUD Nº ANILLO
			1			
			2			
			3			
			4			
			5			
			6			
			7			
			8			
			9			
			10			
			11			
			12			
			13			
			14			
			15			
			16			
			17			
			18			
			19			
			20			
			21			
			22			
			23			
			24			
			25			
			26			
			27			
			28			
			29			
			30			

TABLA DE RETROCALCULO DE LEA (1920)

TABLAS DE OBTENCION DE DATOS PARA LOS METODOS DE PETERSEN Y RETROCALCULO DE LEA

APENDICE B

" Índice de Diversidad como estimador del tamaño de muestra."

Para desarrollar la técnica planteada en el capítulo tres, es necesario aplicar el índice a muestras sucesivas y acumulativas de valores de las características que se desea medir; esto en la práctica resulta difícil debido principalmente a que el índice de Brillou (1960), utiliza factoriales y producto de factoriales, lo que generalmente rebasa la capacidad de cálculo en las máquinas calculadoras.

Cuando éstos cálculos se realizan en el lugar donde se está efectuando el muestreo, es necesario contar con un apoyo que lleve a cavo este trabajo de manera rápida y eficiente. Una buena solución consiste en desarrollar un programa capaz de resolver el índice a partir de los datos de una distribución de frecuencias, como son: el número de intervalos de clase (M) y el valor de frecuencia de cada intervalo (I); también es importante que este programa sea fácilmente ejecutable en una calculadora de bolsillo, que se pueda transportar en el campo.

En este apéndice, se desarrolla un programa del cual se explica su desarrollo y estructura, con el fin de que pueda ser modificado según la máquina o el lenguaje que se vayan a utilizar.

El índice de Brillouness es el siguiente:

$$H = \frac{1}{N} \log \frac{N!}{\sum_{i=1}^M N_i!}$$

el cual debido a los problemas del cálculo y operación con factoriales se debe transformar; una de las posibles transformaciones es la siguiente:

$$H = \frac{1}{N} \left(\log(N!) - \log\left(\sum_{i=1}^M (N_i!)\right) \right), \quad \text{para } N > 0$$

llamemos: $A = \log(N!);$ $B = \log\left(\prod_{i=1}^M (N_i!)\right)$

de donde: $A = \sum_{i=1}^N \log i, \text{ si } N > 0;$ $B = \sum_{i=1}^N \log(N_i!)$

llamemos: $C_i = \log(N_i!)$

entonces: $B = \sum_{i=1}^M C_i$

donde: $C_i = \begin{cases} \text{es } 0 \text{ si } N_i = 0 \\ \text{es } \log\left(\prod_{j=1}^{N_i} j\right) = \sum_{j=1}^{N_i} \log j, \text{ si } N_i > 0 \end{cases}$

En base a estas modificaciones ya se puede elaborar el programa sin que se presenten problemas de cálculo, pues los factoriales se transformaron en sumas de logaritmos y de ésta manera no se revaza la capacidad de la memoria.

El programa en lenguaje BASIC para una máquina FX-710P de la CASIO, es el siguiente:

5	B=0	100	B=B + C
10	INPUT N,M	110	NEXT I
20	FOR I=1 TO M	120	H=0
30	PRINT "N _i ="	130	FOR I=1 TO N
40	INPUT W	140	H=H + log(I)
50	C=0	150	NEXT I
60	IF W=0 THEN 100	160	H=(H - B)/N
70	FOR J=1 TO W	170	PRINT H
80	C=C + log(J)	180	END
90	NEXT J		

APENDICE C

" Importancia del tamaño de muestra en la determinación de modas de una distribución de frecuencias de tallas."

El método de seguimiento modal (Petersen, 1892), está basado en la localización de modas en distribuciones de frecuencia, en donde a partir de una interconexión se traza una curva que describa el crecimiento la especie..

Muchos métodos se han desarrollado posteriormente para definir correctamente a las modas de distribución, pues el análisis depende en gran parte de ésta definición. Sin embargo, no se ha dado relevancia al problema de representatividad de las muestras, en las que se basan las distribuciones de frecuencia.

En éste apéndice se trata de demostrar la importancia del tamaño de muestra en la correcta determinación de las modas de una distribución de frecuencias de tallas, en cuanto a que estas modas sean lo más parecidas a las que se encuentran en la población original.

Procedimiento:

Se obtuvieron muestras periódicas de tallas de peces en una localidad perteneciente a Michoacán, durante el período: Nov. 1983-Jul. 1984. Estos datos se juntaron para fines del estudio, reuniendo una muestra grande formada por 347 datos.

Aplicando un muestreo libre al azar, sin reemplazamiento y con la ayuda de una tabla de números aleatorios, se sacaron muestras independientes de tamaño: 50,96,149,200,257, y 347 y para cada tamaño de muestra se consideraron todos los datos.

Con estos datos se hicieron los histogramas correspondientes y se aplicó el método propuesto por Battacharya (1967), para poder hacer comparaciones entre las modas obtenidas para cada tamaño de muestra, como se observa en la siguiente tabla:

No. DEL GPO.

DE EDAD

TAMAÑOS DE MUESTRA DE LONGITUDES

(MODAS)

	347	257	200	149	96	50
1	15.3	15.7	- -	- -	15.5	-
2	17.5	17.5	17.0	17.2	18.5	-
3	20.5	20.4	20.9	20.5	21.3	?19.5
4	26.4	26.4	25.4	23.5 26.8	24.2 27.9	?25.5
5	32.0	30.8	-	30.5	32.4	?28.8
6	35.3	35.5	34.2	35.0	-	-
7	37.3	37.5	37.5	37.5	38.4	-
8	40.3	40.4	39.2	40.5	-	-
9	43.0	42.9	43.2	43.0	44.0	-
10	46.0	47.0	46.2	45.5	-	-
11	50.2	50.5	50.0	50.2	49.5	50.4
12	55.3	55.5	54.9	-	-	55.5
13	-	-	-	-	?57.0	-

TABLA : Medias para los componente normales, determinados por el método de Battacharya (1967), de diferentes tamaños de muestra de distribución de frecuencias de longitud total de los peces.

D I S C U S I O N

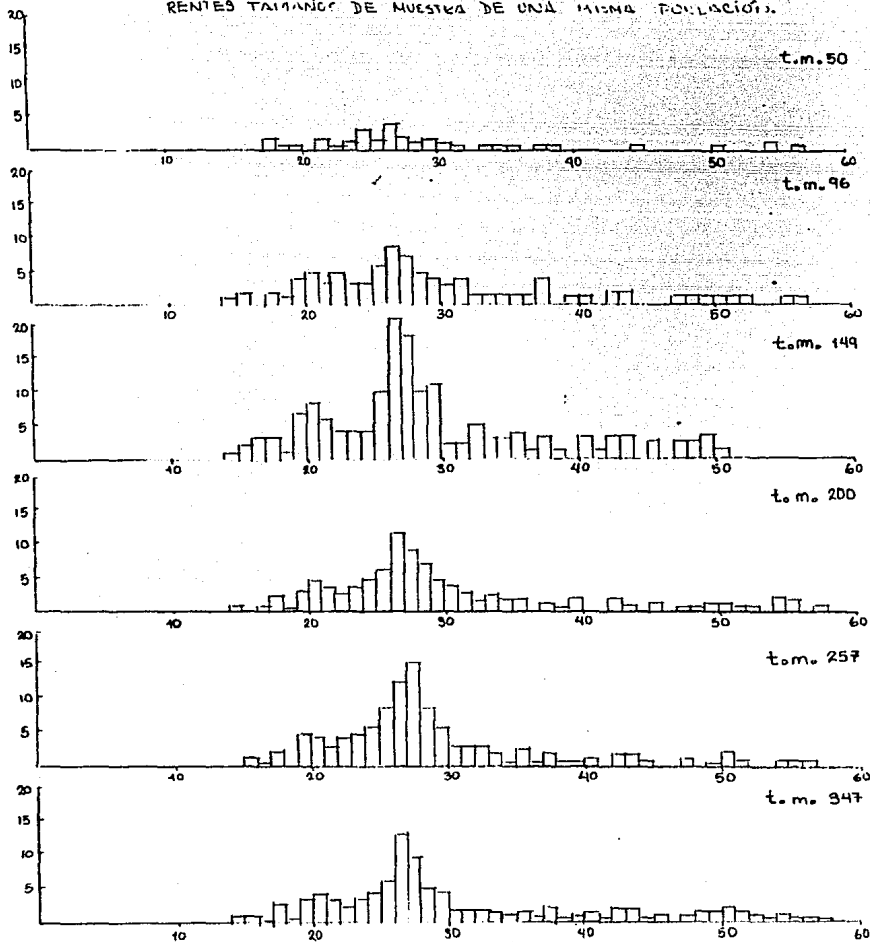
En la comparación de los histogramas se puede observar que conforme se va aumentando el tamaño de la muestra las distribuciones se van haciendo semejantes y volviéndose casi continuas, es decir, sin huecos; como es evidente si comparamos las muestras de tamaño 50 y la de 347; lo que conduce a que se pueda, cuando las muestras son grandes, poder determinar correctamente los componentes normales y sus parámetros.

Como se observa en la Tabla , cuando el tamaño de la muestra es grande (docientos en adelante), los valores de las medias en la muestra, se parecen mucho entre si, tanto

en número de las medias como en sus valores correspondientes sin embargo cuando el tamaño de muestra disminuye (de cincuenta para abajo), ya no encontramos todos los grupos de la población representados e incluso encontramos valores de medias de componentes que no se sabe bien si son reales o no (todos los valores con signo de interrogación); éste fenómeno se agudiza cuando más pequeño es el número de muestra.

En base a lo dicho anteriormente podemos decir que si en nuestro diseño de muestreo no ponemos cuidado en el tamaño mínimo de muestra, podemos cometer errores muy graves, -- pues las modas, pues éstas pueden no ser las reales (como -- los casos de la tabla que tienen signo de ?), o pueden omitirse muchas de relevancia en el análisis.

FIGURA 1-C - HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS DE TALLA DE LICHTIALLUS PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE MUESTRA DE UNA MISMA POBLACIÓN. 82



APENDICE D
"ANALISIS DE CUMULOS"

El análisis de cúmulos se ha usado habitualmente en trabajos de Taxonomía, en estudios ecológicos en los que los objetivos son determinar la división del recurso o en estudios de vegetación en donde se quiere determinar asociaciones entre especies y definición o delimitación de comunidades.

Para el caso concreto de la biología pesquera solo se ha usado éste para tratar de delimitar asociaciones de organismos bentónicos, pero no se ha buscado su utilización en otros aspectos de ésta disciplina.

En estudios de crecimiento es muy frecuente que al utilizar distribuciones de frecuencias de longitudes para llevar a cabo el método de seguimiento modal (Petersen 1892); en dichas distribuciones no se encuentran claramente definidos los grupos de edad contenidos en estas, por lo que ha sido una gran preocupación de los biólogos pesqueros el encontrar métodos que ayuden a resolver este problema. Este apéndice constituye uno de esos intentos, tratando de usar una vía alternativa que nos lleve a una correcta localización de los parámetros de cada grupo de edad.

El análisis de cúmulos (descrito en el capítulo tres), es particularmente útil ya que toma en cuenta para su realización diversas características de los objetos que quiere comparar y agrupar. En base a éstas a cada objeto se le asigna un valor definiendo que tan parecido o no es cada objeto con todos los demás, posteriormente en base a esa medida se forman grupos de objetos comunes, los cuales poseen la característica de contener objetos, parecidos entre sí pero distintos de los demás, reflejando cada grupo colecciones "naturales" de los objetos que se están estudiando.

Una ventaja que ofrece este método es que se le pueden proporcionar varias características de los objetos, en este caso peces, que sirvan para la definición de los grupos en

las distribuciones de frecuencia.

Descripción del Estudio de Caso

Se tomaron 139 organismos de la captura comercial de -- Lutjanus guttatus obtenidas en los meses de Septiembre y Octubre de 1984 en el poblado de Caleta de Campos, Mich.

A cada organismos se le extrajeron los datos biométricos: longitud total, patrón, altura máxima y peso eviserado; siendo estas cuatro características las que se usaron en el análisis de cúmulos. Este se realizó con el paquete ISSB CLASIF ON IIMAS utilizando la métrica de MINKOWSKI con $R=2$ y -- tres tipos de enlace MEANLINK, MEAN WEIGHTED y LONGEST LINK.

Se obtuvo el histograma de frecuencia de tallas para ayudar a discernir la ubicación de los grupos de edad en la muestra (figura 1).

Se hicieron los dendogramas para cada uno de los tipos de enlace y se ubicaron lo mejor posible los agrupamientos -- que podían tener relación con los grupos de edad buscados -- (figura 2).

Discusión y Comentarios

En base al análisis de los dendogramas, se pueden entre ver varias cuestiones: existen múltiples asociaciones al interior del dendograma, que hacen difícil tener una posición clara sobre cuales grupos escoger como los grupos de edad -- buscados; sin embargo, existen agrupamientos en la población que podrían asociarse con los pertenecientes a los grupos de edad. Una vez ubicados los grupos que mas pueden representar a los grupos de edad, los valores de las medias de esos grupos coinciden cercanamente con las medias extraídas del histograma de frecuencias.

El análisis de las características de los dendogramas -- nos puede llevar a las siguientes conclusiones:

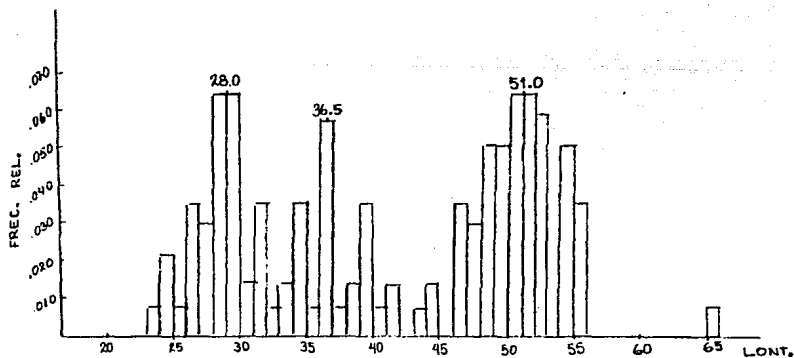
- a) Existen ciertas agrupaciones "naturales" al interior de la población que son reflejadas por el método.
- b) Que el método proporciona una estimación de los parámetros de los grupos de edad, una vez delimitados éstos, sin embargo los parámetros no coinciden tan cercanamente como se quisiera con los obtenidos por otros métodos de --

estimación.

Un problema abierto es el encontrar la métrica adecuada para el estudio de distribuciones de frecuencia para determinar los grupos de edad contenidos en ellas.

TABLA DE FRECUENCIAS DE LONGITUDES OBTENIDAS DE LA CAPTURA COMERCIAL DE L. GUTTATUS EN SEP-OCT-1984 EN CALETA DE CAMPOS MICH.

I. DE C.	FREC.	I. DE C.	FREC.	I. DE C.	FREC.	I. DE C.	FREC.
21.0-21.9	0.000	33.0 33.9	0.029	45.0 45.9	0.000	67.0 67.9	0.000
22.0-22.9	0.007	34.0 34.9	0.036	46.0 46.9	0.036	68.0 68.9	0.000
23.0-23.9	0.021	35.0 35.9	0.007	47.0 47.9	0.029	69.0 69.9	0.000
24.0-24.9	0.007	36.0 36.9	0.058	48.0 48.9	0.051	60.0 60.9	0.000
25.0-25.9	0.036	37.0 37.9	0.007	49.0 49.9	0.051	61.0 61.9	0.000
26.0-26.9	0.029	38.0 38.9	0.014	50.0 50.9	0.065	62.0 62.9	0.000
27.0-27.9	0.065	39.0 39.9	0.038	51.0 51.9	0.068	63.0 63.9	0.000
28.0-28.9	0.065	40.0 40.9	0.007	52.0 52.9	0.058	64.0 64.9	0.000
29.0-29.9	0.014	41.0 41.9	0.014	53.0 53.9	0.014	65.0 65.9	0.000
30.0-30.9	0.036	42.0 42.9	0.000	54.0 54.9	0.051		
31.0-31.9	0.007	43.0 43.9	0.007	55.0 55.9	0.036		
32.0-32.9	0.014	44.0 44.9	0.014	56.0 56.9	0.000		



HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS DE TALLAS OBTENIDAS DE LA CAPTURA COMERCIAL DE L. GUTTATUS EN LOS MESES DE SEP-OCT DE 1984 EN CALETA DE CAMPOS MICH.

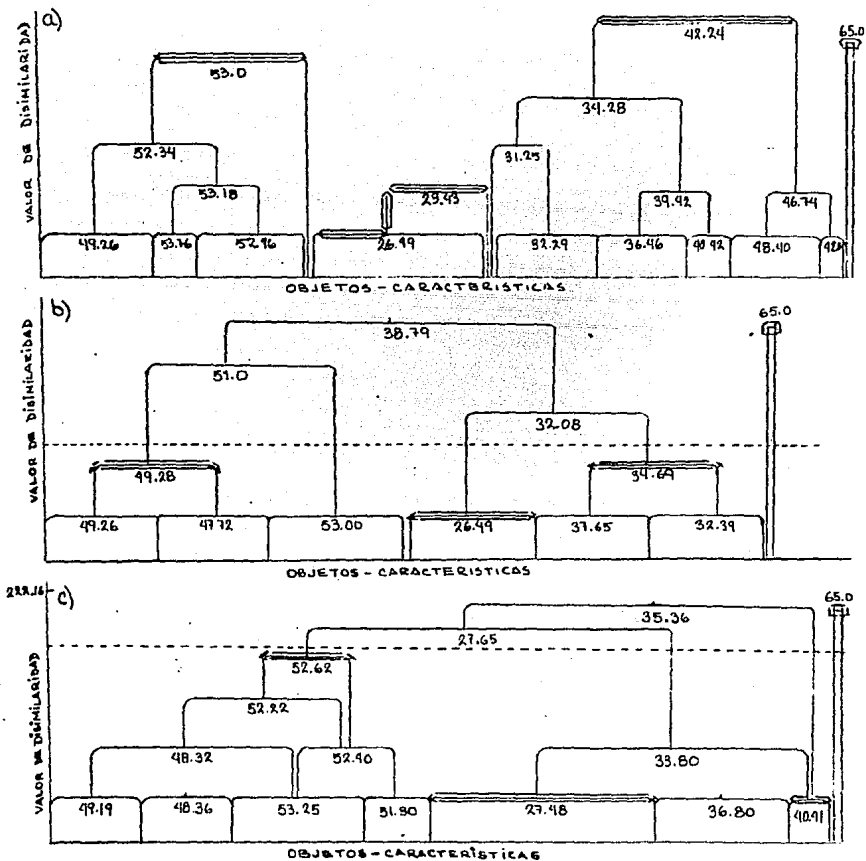


FIGURA D-2: DENDROGRAMAS QUE ILUSTRAN LAS POSIBLES AGRUPACIONES DE LA MUESTRA DE LA CAPTURA COMERCIAL DE *L. GUTTATUS* EN LOS MESES DE SEP-OCT DE 1984 EN CALETA DE CAMPOS MICH. EN BASE A: LONG. TOTAL, PATRON, ALTURA MAX. Y PESO; UTILIZANDO LA METRICA DE MINIKOWSKI CON $R=2$ Y 3 TIPOS DE ENLACE: a) MEAN WEIGHT b) LONGEST LINK c) MEAN LINK.

APENDICE E

" Programas para el cálculo de los parámetros del modelo de crecimiento de L. von Bertalanffy ".

En este apéndice se desarrolla un programa en el que se obtiene los parámetros del modelo de crecimiento de Bertalanffy. Estos parámetros se estiman por tres métodos; el método de Ford-Walford, el de Gulland y la modificación que propone Beverton, descritos en el capítulo cuatro.

El programa ajusta los datos a una recta a partir de una regresión lineal por mínimos cuadrados; una vez que se obtiene la pendiente y la ordenada al origen se calculan los parámetros k y L , según el método que se este utilizando.

El listado del programa se muestra a continuación:

```

5 DIM X(1000); DIM Y(1000)
10 IMPUT "CUANTOS DATOS VAS A PROCESAR",N
15 IMPUT "CUAL METODO VAS A USAR 1=FORD,
    2=GULLAND, 3=BEVERTON,Q=",Q
20 FORD I=1 TO N
30 PRINT "DAME X(";I;")";: IMPUT X(I)
40 PRINT "DAME Y(";I;")";: IMPUT Y(I)
50 NEXT I
60 S=0: P=0: O=0: U=0
70 FOR I=1 TO N
80 S=S+(X(I)*Y(I))
90 P=P+X(I)
100 O=O+Y(I)
110 U=U (X(I) 2)
120 NEXT I
130 B=((N*S)-(P*O))/((N*U)-(P 2))
140 C=P/N
150 D=O/N
160 A=D=(B*C)
165 IF Q=1 THEN 170

```

```

166 IF Q=2 THEN 180
167 IF Q=3 THEN 190
170 K=-LOG B
175 L=A/(L-B)
180 K=-LOG(B-1)
185 L=A/(1-(2.71) ^-K)
190 K=B*-1
195 L=2.71 A
200 O=A/K
210 PRINT "K=",K;"Linf=",L;"To=",O
220 END

```

Para calcular el valor de T_0 , se utiliza el método propuesto por Gulland, (tomado de Ehrhardt,1981), para un promedio ponderado de T_0 a partir de un valor inicial de k y L .

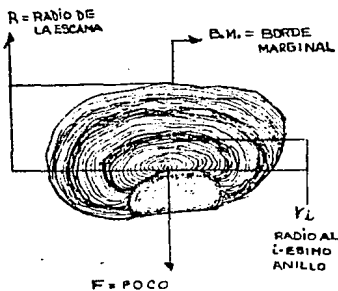
El programa es el siguiente:

```

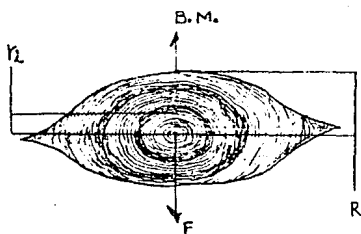
10 DIM L(100); DIM T(100)
20 INPUT "CUANTOS DATOS VAS A PROCESAR",N
30 INPUT "DAME EL VALOR DE k y Linf",K,L
40 Z=0 :H=0
50 FOR I=1 TO N
60 PRINT "T(";I;")";:INPUT T(I)
70 PRINT "L(";I;")";:INPUT L(I)
80 NEXT I
90 FOR I=1 TO N
100 Z=Z+((T(I)+(((Ln(L-L(I))-Ln(L))))/K)*
(L-L(I)))
120 H=H+(L-L(I))
130 NEXT I
140 O=Z/H
150 PRINT "To=",O

```

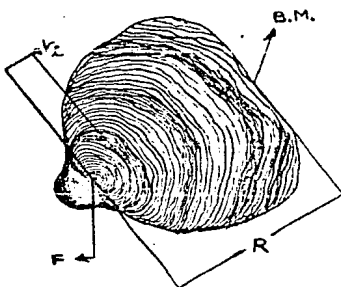

a) ESCAMA



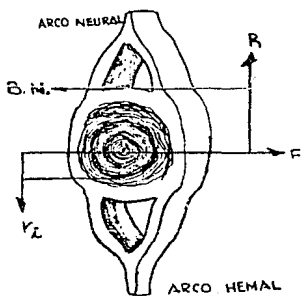
b) OTOLITO



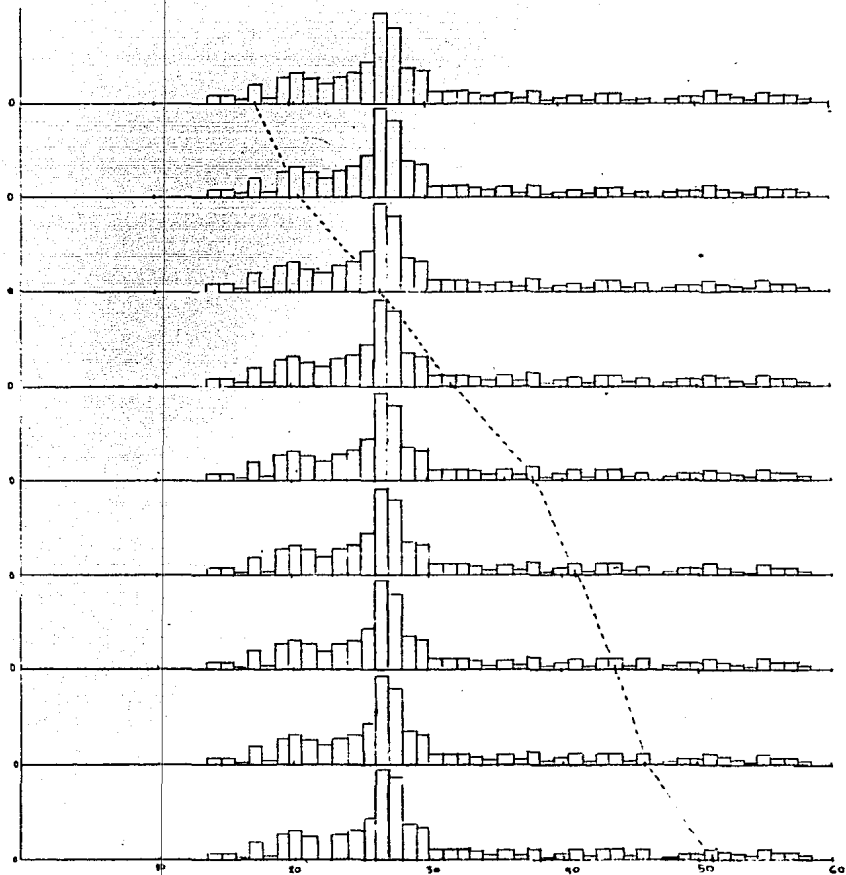
c) HUESO OPERCULAR



d) VERTEBRA

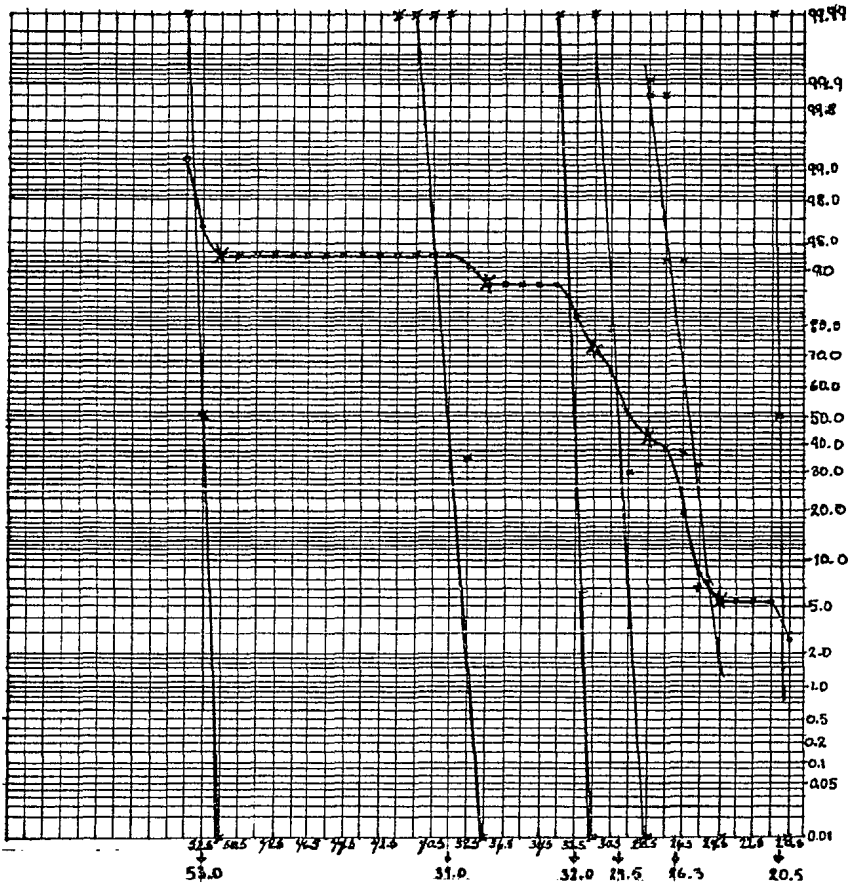


LAMINA DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS OSEAS Y ESCAMAS QUE SE USAN FRECUENTEMENTE EN EL ESTUDIO DE DETERMINACIONES DE CRECIMIENTO. EN LAS FIGURAS SE MUESTRAN LAS DISTANCIAS MAS IMPORTANTES QUE SE DEBEN DE EXTRAER PARA LA TECNICA DE REPERCALCULO DE LEE (1970).



LAMINA 2: LA GRAFICA ILUSTRAL EL METODO DE SEGUIMIENTO MODAL DE PETERSEN CUANDO SE USA UNA UNICA MUESTRA GRANDE, EN DONDE SE INTERCONECTAN LAS MODAS DE LA DISTRIBUCION, SUPONIENDO DEBOTES ANUALES.

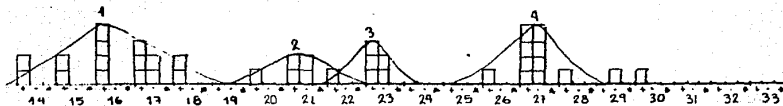
LAMINA 3: APLICACION DEL METODO DE CASNE (1954) PARA DATOS DISTINTOS DE LA CAPTURA COMERCIAL DE *L. GUTTALIS* EN EL MES DE JUNIO EN CALLETA DE CALLES, MICH.



LAMINA 4 : DIAGRAMA DE TALLO Y HOJA PARA LOS DATOS OBTENIDOS DE LA CAPTURA COMERCIAL DE *L. GUTTATUS* EN EL MES DE MARZO DE 1984. SE ILUSTRAN EN LA GRAFICA LAS MEDIANAS DE LOS GRUPOS DE EDAD CONTENIDOS EN LA DISTRIBUCION.

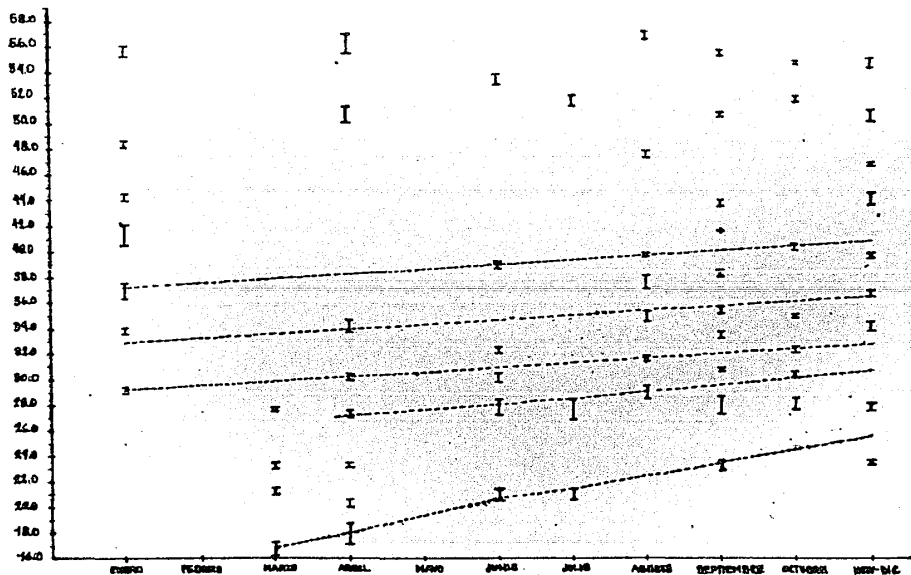
- + (0-2)
- (3-6)
- * (7-9)

MEDIANAS	VALORES
1	16.00
2	21.20
3	23.00
4	27.20



101
94

LAMINA 5. OBTENCION DE LAS CURVAS DE CRECIMIENTO DEL ANFIBIO SECUENCIAL DE LOS MUESTREOS DE LA CAPTURA COMERCIAL DE *L. GUTTATUS* EN CALTA DE CAMPO MILITARIAN.



95
95

95

TABLA 1: SE MUESTRAN LOS VALORES DE LAS MEDIAS PARA CADA COMPONENTE NORMAL POR CUATRO METODOS DISTINTOS (PETERSEN (1949), TUCKEY (1974), CALSBE (1951) Y BATTACHARVA (1942)) ASI COMO SU INTERVALO DE CONFIANZA PARA LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA CAPTURA COMERCIAL DE L. SUTYATYS EN CALETA DE CAMPOS MICH.

MES	PETERSEN		TALLO Y HOJA		BATTACHARVA		CABBIE		INTERVALO DE CONFIANZA
ENERO	17.50	48.50	19.15	48.50	19.00	48.50	19.00	48.00	(17.9, 48.3)(44.0, 44.6)
	34.00	56.00	33.50	55.50	34.00	56.00	34.00	55.00	(33.6, 54.1)(48.1, 48.5)
	37.50		36.00		37.10		37.50		(36.9, 37.6)(55.2, 56.8)
	42.50		41.50		40.80		41.50		(40.6, 42.1)
	44.50		44.00		44.50		44.00		(44.2, 44.2)
MARZO	17.50		16.00		17.00		16.90		(16.7, 17.3)
	21.50		21.25		21.50		21.00		(21.1, 21.5)
	23.50		23.00		23.50		23.00		(23.0, 23.5)
	27.50		27.50		27.50		27.00		(27.4, 27.7)
ABRIL	18.50	39.50	18.50	39.50	18.50	39.50	18.50	39.50	(18.15, 18.7)
	20.50	51.50	20.50	51.50	20.00	50.50	20.50	49.50	(20.1, 20.6)
	23.50	55.50	24.15	56.00	23.20	57.50	23.30	55.90	(23.2, 23.9)
	27.50		27.00		27.80		27.80		(27.1, 27.7)
	30.50		30.00		30.10		30.00		
JUNIO	17.50	51.00	18.50	53.50	21.00	53.00	20.50	53.00	(20.58, 21.30)(51.97, 53.08)
	27.50		27.00		26.60		26.30		(27.14, 28.31)
	30.00		30.00		30.20		29.50		(29.71, 30.44)
	34.50		34.00		34.50		34.00		(34.01, 34.50)
	34.00		33.50		33.40		34.00		(32.65, 34.05)
JULIO	21.50		21.00		21.0		20.80		(20.45, 21.37)
	22.50		22.00		22.5		22.40		(22.04, 22.96)
	53.00		51.50		52.0		51.00		(51.22, 52.03)
AGOSTO	19.50	47.50	19.70	47.90	19.50	47.50	19.50	48.00	(19.44, 19.33)(47.28, 47.74)
	21.75	57.00	21.50	56.50	21.50	57.00	22.00	57.00	(21.38, 21.90)(56.80, 57.20)
	25.75		24.50		24.20		24.50		(24.07, 24.50)
	27.75		26.70		27.50		27.00		(27.07, 27.00)
	29.75		29.00		29.50		29.00		(29.00, 29.33)
SEPTIEMBRE	25.00	38.50	25.75	38.25	25.50	38.00	24.30	38.40	(24.74, 25.54)(38.06, 38.41)
	28.50	41.50	28.50	41.50	27.00	41.50	27.80	41.50	(27.16, 28.04)(41.50, 41.60)
	30.50	43.50	30.75	43.50	30.60	43.50	30.70	44.00	(30.54, 30.33)(43.41, 43.74)
	32.50	50.50	33.00	50.50	32.80	50.50	33.50	50.50	(33.16, 33.09)(50.37, 50.50)
	35.50	55.50	35.00	55.00	35.50	55.50	35.50	55.50	(35.16, 35.04)(55.12, 55.50)
	39.50	40.50	39.50	40.00	39.50	40.50	39.50	40.20	(39.37, 39.61)(40.20, 40.61)
OCTUBRE	39.50	51.50	40.00	51.75	40.50	52.00	40.60	51.70	(39.31, 40.24)(51.56, 51.91)
	39.50	51.50	50.00	51.00	50.20	51.40	50.20	51.40	(50.06, 50.40)(51.43, 51.57)
	33.00		34.00		32.50		32.00		(32.01, 32.50)
	34.00		34.50		35.00		34.75		(34.48, 34.99)
	39.50	49.50	39.50	49.50	39.50	49.50	39.50	49.50	(39.21, 39.51)(49.51, 49.69)
NOV.-DIC	38.00	44.50	37.50	44.00	37.80	43.00	37.80	43.00	(37.84, 37.91)(43.02, 43.10)
	30.50	46.50	30.50	46.40	30.50	46.40	30.50	46.50	(30.50, 30.50)(46.47, 46.53)
	34.50	51.00	34.00	50.80	34.00	50.80	33.90	50.80	(33.89, 34.36)(50.80, 50.80)
	36.50	54.50	36.50	54.40	37.00	55.00	36.50	54.80	(36.25, 36.73)(54.72, 55.07)
	65.00		65.00		65.4		66.0		(64.93, 65.27)

CURVA 1	CURVA 2	CURVA 3	CURVA 4	CURVA 5
17.29	27.11	28.98	33.77	36.42
18.23	27.59	29.50	34.25	37.50
19.50	28.07	29.97	34.90	38.00
20.58	28.56	30.45	35.34	38.40
21.37	29.04	30.81	35.77	38.75
22.50	29.53	31.17	36.00	39.19
23.24	30.05	31.53	36.55	39.60
24.37	30.53	31.90	37.09	39.75
25.30		32.35		40.10
		32.70		40.51
		33.25		41.95

DATOS DEL ARREGLO SECUENCIAL PARA LA CURVA GENERAL DEL M _Y A				
17.29	25.30	29.97	33.77	38.40
18.23	26.25	30.45	34.25	38.75
19.50	27.11	30.81	34.90	39.14
20.58	27.59	31.17	35.34	39.60
21.37	28.07	31.53	35.77	39.75
22.50	28.56	31.90	36.00	40.10
23.24	28.98	32.35	36.42	40.51
24.37	29.50	32.70	37.50	41.95
		33.25	38.00	

TABLA 2 : EN ESTA TABLA SE MUESTRAN LOS VALORES DE LAS MEDIAS CON LAS QUE SE CONSTRUYERON LAS CURVAS EN EL ARREGLO SECUENCIAL DE MUESTRAS PERIODICAS EN LA TABLA DE ABAJO SE DAN LOS VALORES USADOS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA CURVA GENERAL DE LA ESPECIE SEGUN LOS CRITERIOS DEL METODO DE M_YA

" B I B L I O G R A F I A "

- Allen, K.R.(1966). A Method of Fitting Grwth Curves of -- the von Bertalanffy Type to the Observed Data. Jour Fish. Res. Board.Can. 23(2):163-180.
- Beverton, R.J.H. and B.B., Parrish. (1956). Commercial -- Statistic Fish Population Stidies. Rap.Proc. Verb.Conseil. Int. Explor.Mer. 140,1.
- Beverton, R.J.H. and B.B., Parrish. (1959). A Rewiev of-- the Lifespans and Mortality Rates of Frsh in Nature and F their Relation to Growth and other Physiological Characte- ristics. CIBA Foundation Colloquia on Agung Vol.5. The Lifespans of Animals. (ed. by G.E. W. Wolstenholme and M.--- O'Connor).
- Bhattacharya, C.G. (1967). A Simple Method of Resolution- of a Distribution in to Gaussian Components. Biometrics,- 23: 115-135.
- Brillouin,L. (1960). Science and Information Theory. Aca- demic Press, New York.
- Buesa, R.J. (1975). Metodos para el Cálculo Aproximado de la Edad de los Peces Demersales. INP/CIP. Cuba, Res.In- - - - - vest. (2):8.
- ----- (1977). Metodo Basado en la Teoría de la In- - - - - formación para Calcular el Tamaño de Muestra de Muestra - de Animales Marinos. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.- Univ. Autón. México, 4 (1):99-106.
- Buchanan-Wellastron, H.J., and W.C. Hodgren. (1929). A -- New Method of Treating Frecuency Curves in Fishery Sta- - - - - tics, with Some Results. J. Cons. Int. Explor. Mer. 4:207 -225.

- Cassie, R.M. (1954). Some Uses of Probability Paper in --
the Analysis of Size Frequency Distributions. Aust. J. --
Mar. Freshwater. Res. 5:513-522.
- Beverton, R.J.H. and S. Holt. (1957). On the Dynamics of--
Exploited Fish Populations. Fish Invest. Series II. Vol.--
XIX. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Great--
Britain, London, Her Majesty's Stationery Office.
- Castro, F. (1981). Huachinango (*Lutjanus peru*) en la Bahía
de San Jose, Determinación de Edad y Crecimiento. Ciencias
del Mar., Sinaloa, México. (1):4-8.
- Cushing, D.H. (1968). Fisheries Biology: A Study in Popu-
lation Dynamics. Academic Press, London, New York:1-192.
- Chapman, D.G. (1961). Statistical Problems in Dynamics of --
Exploited Fisheries Populations. Proc. Fourth Berkeley --
Symposium on Mathematical Statistics and Probability. J.-
Neyman (ed.) Vol. 4.
- ----- (1964). A Critical Study of Pribilof fur --
Seal Populations Estimates. Fish. Bull. U.S. Fish Wildli-
fe Service 63.
- -----, Myhre, R.J. and G.M. Southward. (1962). Uti-
lization of Pacific Halibut Stocks: Estimation of Maximum
Sustainable Yield, 1960. Internationatal Pacific Halibut-
Commision, Report No. 31, Seattle, Wn. 35 pp.
- -----, Fink, B.D. and E.B. Bennett. (1965). A Me--
thod for Estimating the Rate of Sheeding of Tags from Ye-
llowfin. Bull. Inter. Amer. Trop. Tuna Comm. 10.
- De Sylva, D.P. (1963). Systematicas and Life History of -
Great Baracuda. Stud. Trop. Oceanogr. Miami., (1).

- Holt, S.J., and J.H. Gulland. (1965) Supplementary Note to the Report of the Comment of four Scientists. Fifteenth Report. International Comission on Whaling. P10.
- Lagler, K.F. (1962). Ichthyology. John Wiley and Sons. INC., New York: 1-499.
- -----(1968). Capture, Sampling and Examination of Fishes, In Methods for Assesment of Fish Production in Freshwaters. Ricker, W.E. - 1971. Blackwell, Oxford, Inglaterra: 313.
- Lea, E. (1938). A Modification of the formula for Calculation of the Growth of Herring. Rap. Proc. Verb. Rev. CIIM. CVLLL (1): 14-22.
- Lee, R.M. (1912). An Investigation into the Methods of Growth Determination in Fishes. Consul. Expl. Mer. Publ., 63:1-35.
- -----(1920). A Rewiev of Methods of Age and Growth Determinations inf Fishes by Means of Scales. Fishery Invest. Lond. Ser. 2, --- (2), 32 pp.
- Medina-García, M. (1979). El Factor de Condición Múltiple (KM) y su - Importancia en el Manejo de la Carpa de Israel (Cyprinus carpio Specularis)I. Hembras en Estado de Madurez V (Nikolsky, 1963). Manuales -- Técnicos de Acuicultura. Departamento de Pesca. México 1(1): 4-10.
- Milne, D.J. 1958. The Skeena River Salmon Fishery with special referen ce to sockeye Salmon., J. Fish. Res Board Can. 12: 451-485.
- Moffett, J.W. (1966). El Estudio e Interpretación de las Escamas de - los Peces. Dir. Gral. de Pesca e Ind. Con. Dpto. Est. Biol. Pesc., -- México.
- MacDonald, P.D.M. and T.J. Pitcher (1979). Agé-Groups from Size Fre-- quency Data: A Versatile and Efficient Method of Analyzing Distribu-- tion Mixtures. J.Fish. Res. Ed. Con. (36): 987-1001.

- Fabens, A.S. (1965) Properties and Fitting of the von Bertalanffy -- Growth Curve. (29): 265-289.
- Ehrhardt, N.M. (1981). Curso sobre Métodos en Dinámica de Poblaciones. Estimación de Parámetros de Poblaciones (primera parte). FAO-IMP, - - México.
- FAO, (1983). Informe de la Consulta de Expertos sobre la Regulación - del Esfuerzo de Pesca (mortalidad Ictica). Roma, 17-26 de Enero de --- 1983. Reunión Preparatoria para la Conferencia: Mundial de la FAO sobre Ordenación y Desarrollo Pesquero. FAO Inf. Pesca, (289): 32 pp.
- García-Cool, (1978). Determinación de Edad y Ritmo de Crecimiento de la Sardina Crinuda (Opisthonomea libertate, Gunter 1968) en la Región de Guaymas, Son. México. 1974/75. UNAM/Fac. de Ciencias. Tesis (Biología).
- Gómez-Larrañeta, M. (1972). Ecología Marina: Dinámica de las Poblaciones Explotables de Animales Marinos. Fundación la Salle de Ciencias - Naturales. Ed. Dossat S.A., Caracas.: 601-636.
- Gulland, J.A. (1966). Manual of Sampling and Statistical Methods for fisheries Biology. FAO Manuals of Fisheries Science. (3).
- ----- (1971). Manual de Métodos para la Evaluación de las - Poblaciones de Peces. FAO. Ed. Acribia, España
- Harding, J.P. (1949). The Use of Probability Paper for the Graphical Analysis of Polymodal Frequency Distributions. J. Mar. Biol. C.K. --- XXVIII (1): 141-153.
- Hasselblad, V. (1966). Estimation of Parametres ofr a Mixture of Normal Distributions. Technometrics. (8): 431-444.
- Holt, S.J. (1962). The Application of Comparative Population Studies - to Fisheries Biology and Exploration. pp: 51-71. In Letren, E. D. and M.W. Holdgate (ed.). The Explotation of Natural Animal Populations. - Blackwell Scientific, Publ., Oxford, 399 pp.

- Nikolskii, G.V. (1963). The Ecology of Fishes. Academic Press, New York, London: 1-352.
- Oka, M. (1954). Ecological Studies on the Kidai by the Statistical Method. II. On the Growth of the Kidai, (Taenus Termifrons). Bull. Fac. Fish. Nagasaki 2:8-25.
- Paloheimo, R.H. (1961). Studies in Estimation of Mortality I. Comparison of a Method Described by Beverton and Holt and New Liner Formula. J. Fish. Res. Ed. Canada, 18.
- Paloheimo, J.E. and L.M. Dickie. (1965a). Food and Growth of Fishes. II. Effects of Food and Temperature on the relations between Body Size and Metabolism. J. Fish. Res. Ed. Canada (In Preparation).
- Pearson, K. (1894). Contribution to the Mathematical Theory at Evolution. Phil Trans. A. 185:71-110.
- Pect, L. (1974). The Measurement at Species Diversity. Annual Review of Ecology and Systematics. 5:285-307
- Peterson, C.C.J. (1891). Eine Methode Zur Bestimmung des Alterund -- Mudies der Fische. Milt Dtsch. Seefincheri Ver. 11:226-235.
- Rao, C. R. (1952) Advanced Statistical Methods In Beometric Research. Wiley, New York. pp:300-304.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Dep. Env. Fish. Mar. Serv. Bull. Fish. Res. Board. Can. (199): 203-233.
- Rounsfell, G.A. (1948). Development of Fishery Statics in the North - Atlantic. U.S. Fish and Wildlife Service, Special Scientific Report. No. 17. 18 pp.
- Rounsfell, G.A., and W.H. Everhart. (1953). Fishery Science: Its Methods and Applications, John Wiley and Sons, New York, N.Y. 444p.

- Royce, W.F. (1972). Introduction to the Fishery Sciences, Academic -- Press, New York, N.Y. 351 pp.
- Ruíz, L.A. (1983). Contribución al Conocimiento de los Peces de Importación Comercial en Bahía Bufadero, Michoacán, México. UNAM/Fac. de - Ciencias. Tesis (Biólogo).
- Ruíz-Dura, M.F. y O. Arenas. (1970). Líneas de Crecimiento en Escamas de Algunos Peces de México. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesc. SI:11:1-32.
- Saetersdal, G. (1966). Población y Explotación: Una Reseña sobre los Métodos Usados en los Estudios de Poblaciones de Peces Explotables. - Sec. Ind. Com. Serie T. Divulgación. (116), México.
- Schaffer, M.B. (1954). Some Aspects of the Dynamic of Populations Important to the Management of Commercial Marine Fisheries. Bull. Inter-American Tropical Tuna Comm., 1,2,pp27-56.
- Tanaka, S. (1962). A Method of Analysing a Polymodal Frequency Distribution and its Application to the length Distributions of the porgy, - Taius tuniformis (T. y S.). J. Fish. Res. Bd. Canada 19 (6):1143-1159.
- Tanaka, S. (1961). Studies of the Dynamic and Management of Fish Population. Bull. Tokai Regional Fish. Res. Lab.
- Tesch, F.W. (1968). Age and Growth. In Methods for Assessment of Fish-Production in Freshwater. (W.e. Ricker, ed.) Oxford and Edinburg, - - Blackwell Scientific Publ., Oxford (5):98-131.
- Tomlinson, P.K. (1971). BCC4- von Bertalanffy Growth Curve Fitting. - In Abramson, N.J. Computer Programs for Fish Assessment. FAO Fish. Tech. Paper. 4p.
- Tukey, J.W. (1977). Exploratory Data Analysis. Reading, M.A., Addison-Wesley.
- Beverton, R.J.H. (1953). Notes on the Use of Theoretical Models in - the study of the dynamics of exploited fish populations, U.S. Fish. - Lab., Beaufort, N.C., Misc. Contrib. 2:159 p.

- Foed, E. (1933). An Account of the Herring Investigations conducted - at Plymouth during the gears from. 1924-1933. J. Mar. Biol. Assoc. -- U.K. 19:305-384.
- Graham H. (1956.) Sea Fisheries: Their Investigation int the United - Kingdom- Edward Arnold, London, 487 p.