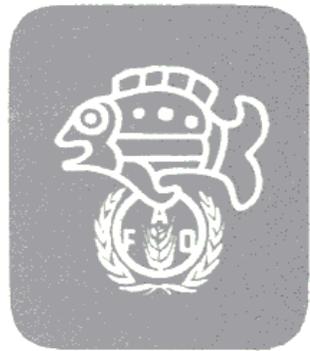


SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

instituto
nacional
de
investigaciones
biológico
pesqueras



EXPERIMENTOS DE MARCA-RECAPTURA DE CAMARONES

Richard A. Neal

Instructivo

5

serie
divulgación

comisión
nacional
consultiva
de pesca

dirección general de pesca e industrias conexas

MEXICO 1970

**EXPERIMENTOS
DE MARCA-RECAPTURA
DE CAMARONES**

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
dirección general de pesca e industrias conexas

**EXPERIMENTOS DE MARCA-RECAPTURA
DE CAMARONES**

Richard A. Neal

**Instituto nacional
de investigaciones
biológico pesqueras**

Comisión nacional consultiva de pesca
México 1970

Este documento fue preparado bajo contrato con la Organización para la Agricultura y la Alimentación de la Organización de las Naciones Unidas, con el propósito de que fuera utilizado por los alumnos del primer curso ofrecido por el Centro Regional Latinoamericano de Capacitación en Métodos de Investigación de la Biología del Camarón y Evaluación de los Recursos de Camarón.

Este trabajo fue traducido del inglés por la Biol. Ma. Teresa Barreiro, lleva por título original "Shrimp Mark-Recapture Experiments", y su publicación dentro de la Serie Manuales de la F.A.O. será considerada en el futuro.

Para fines bibliográficos esta publicación deberá citarse:

Neal, R. A.

1970 Experimentos de marca-recaptura de camarones. **México. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. Serie Divulgación. Instructivo (5):-40.**

Contenido

	Pág.
INTRODUCCION	7
PLANEACION DE LOS EXPERIMENTOS DE MARCA-RECAPTURA DE CAMARON	8
Estudios de movimientos y migraciones	8
Estimación de poblaciones	9
Tasa de crecimiento	9
Tasa de mortalidad	10
Evaluación de la acumulación de existencias	11
Número de camarones liberados	11
Tiempo y localización de las liberaciones	12
RECAPTURA DE CAMARONES MARCADOS	13
Métodos de recaptura	13
Medida del esfuerzo de pesca	13
METODOS DE MARCADO	15
Tinción por inyección	15
Desarrollo de técnicas	15
Procedimiento de inyección	16
Colorantes	18
Tinción por alimentación	19
Tinción por inmersión	20
Marcas externas	22
Discos de Petersen	22
Marcas de alambre	23
Marcas tipo dardo y lazo	23
Marcas metálicas con codificación	24
Marcas de vaselinas pigmentadas	24
Marcas y cloruro de polivinilo	25
Introducción de pigmentos granulares	26
Marcadores químicos radioactivos	27
AUXILIARES EN LA MANIPULACION DE CAMARONES	29

Anestésicos	29
Retención de los camarones	29
Método para soltar los camarones marcados	30
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	32
Movimiento y migraciones	32
Estimación de la población	32
Estimación de crecimiento	33
Tasa de mortalidad	33
REFERENCIAS	35

Introducción

Es particularmente difícil recopilar información sobre parámetros biológicos de las poblaciones de camarones, tales como crecimiento y mortalidad, porque no se han encontrado aún métodos satisfactorios para hacerlo. La alternativa de coleccionar e interpretar datos de la distribución de frecuencia de largo, muchas veces no es útil, particularmente cuando se trata de peneidos, debido a lo prolongado de su período de desove y a las dificultades que hay para obtener muestras representativas de las poblaciones.

Como resultado de estas limitaciones, los métodos de marca-recaptura, son utilizados frecuentemente para obtener información sobre los movimientos, crecimiento y mortalidad de los camarones, aunque no siempre proveen una solución satisfactoria.

Se presentan numerosos problemas en la planificación de los experimentos de marca-recaptura con camarones. Uno de ellos es encontrar un método satisfactorio para el marcado mismo, pues los que usualmente se usan para marcar peces no son en general efectivos, debido al pequeño tamaño, a la muda periódica, exoesqueleto y a los sistemas de manejo comercial y procesamiento de los camarones. Un segundo problema es cómo marcar ejemplares de una población en cantidades representativas.

En el siguiente trabajo se abordan los métodos de marcado, la planificación de los experimentos de marca-recaptura de camarones y el análisis de los resultados de esos experimentos.

Planeación de los experimentos de marca-recaptura de camarón

SUPUESTOS QUE DEBEN CONSIDERARSE SEGUN LOS OBJETIVOS.

Ya que los supuestos requeridos dependen de los objetivos de un experimento particular, éstos serán discutidos por separado, cuando se traten los problemas específicos que presente cada nivel del experimento. Una discusión general de los supuestos sobre los experimentos de marca-recaptura, es presentada por Ricket, (1958); el número de factores que deben ser considerados en la planificación de los experimentos de este tipo, así como una selección de los métodos de marcado, han sido discutidos por Rounsefell y Kash (1943).

Estudios de movimientos y migraciones.

Los estudios de conducta de este tipo, pueden incluir objetivos como la determinación, distribución geográfica y delimitación de las poblaciones, el establecimiento de las rutas de migración y los patrones de movimiento, así como la estimación de las proporciones del movimiento. El supuesto básico y necesario para estos estudios es que el marcado no afecta a la conducta del animal. Si se hacen mediciones cuantitativas de los resultados, (proporción del movimiento o movimiento relativo en áreas adyacentes, por ejemplo), deberá partirse de un supuesto adicional sobre la base de que el esfuerzo de pesca es uniforme a través del área de estudio, o bien, el esfuerzo deberá ser medido y el resultado expresado en términos de recaptura por unidad de esfuerzo. Cuando las recapturas hechas por los pescadores en un período de tiempo dado se usan en estimaciones cuantitativas, se supone que una proporción constante de los camarones marcados es recapturada y reportada.

Para estudios de conducta es deseable usar una marca con la cual pueda identificarse individualmente a cada camarón. En general, casi cualquier marca afecta a los camarones de alguna manera, lo que hace necesario tener cuidado al escoger un método determinado a fin de que éste provoque pocas interferencias en la conducta normal del animal. Desafortunadamente, la identificación individual de las marcas es generalmente larga o más completa que otro tipo de marcas y requiere una mayor manipulación del camarón.

Estimación de poblaciones.

Los supuestos de que debe partirse cuando los experimentos de marca-recaptura son empleados para estimar el tamaño de las poblaciones, son los siguientes:

- 1) la mortalidad de los organismos marcados es la misma que la de los no marcados;
- 2) los animales marcados y los no marcados son igualmente vulnerables a la captura;
- 3) los marcados no pierden su marca y la manera de reconocer ésta última no cambia durante el experimento;
- 4) los marcados se mezclan aleatoriamente con poblaciones no marcadas o la distribución del esfuerzo de pesca es proporcional a la distribución de los individuos en la población;
- 5) todos los animales marcados recapturados son reconocidos y reportados;
- 6) el reclutamiento de la población durante el experimento es **negligible**.

En general, los intentos de usar técnicas de marca-recaptura para estimar las poblaciones de camarones han resultado infructuosos. La razón de este fracaso se encuentra en el hecho de que la proporción de población marcada resultaba demasiado pequeña (ver: Número de camarones liberados, más adelante).

Un factor que contribuyó a los fracasos fue la mortalidad causada por la manipulación y el marcado previo a la liberación del camarón. (El supuesto mencionado antes no se cumple entonces, por ejemplo). Por otra parte, si el supuesto 5 no se cumple deben hacerse experimentos por separado, para estimar la proporción de los animales marcados que escapan de la detección del pescador y que no son devueltos de las plantas procesadoras (Klima y Benigno 1965, Berry 1967).

Las técnicas de marca-recaptura son métodos prácticos para estimar la talla de las poblaciones, y esto sólo en el caso de poblaciones relativamente pequeñas o porciones de una población.

Tasa de crecimiento.

El uso del marcado de camarones para estimar la tasa de crecimiento requiere solamente satisfacer uno de sus supuestos: que el marcado no afectó el crecimiento de los animales. La validez de este supuesto puede ser comprobada por medio de experimentos de laboratorio. Por otra parte, si se quiere obtener información útil, las personas que van a capturar el camarón deberán registrar los datos de la cap-

tura. Además, es necesario medir el camarón o guardarlo para entregarlo a los biólogos.

Es importante que los camarones sean identificados individualmente o que, por lo menos, que se les marque de acuerdo a sus tamaños. Muy pocas organizaciones de investigación cuentan con las facilidades y horas-hombre necesarias para liberar el número de camarones que requiere un estudio de crecimiento, cuya duración es de apenas unos pocos días. Consecuentemente, las liberaciones se realizan por lo general en un período de varias semanas. El lapso que se lleven las liberaciones no es grave cuando se trata de especies de agua fría, pero sí lo es cuando se trata de camarones de agua templada, ya que éstos pueden aumentar varios centímetros en 3 semanas. Liberar grupos de diversas tallas en distintos tiempos complica el análisis de los datos.

Surgen serios problemas en la interpretación de esos datos si se practica una selección por tamaño en los procesos de recuperación, o si la marca tiene un efecto adverso en los camarones pequeños, pero no en los grandes, (Linder and Suderson, 1956).

Tasa de mortalidad.

La mortalidad total, la mortalidad por pesca y la mortalidad natural, implican diferentes tipos de cálculos y cada uno requiere de diferentes supuestos. Por ello, serán discutidos separadamente.

Mortalidad total.

Los supuestos de que debe partirse para calcular la mortalidad total con base en las estimaciones de marca-recaptura son las siguientes:

- 1) Los animales marcados y los no marcados están sujetos a la misma mortalidad.
- 2) Los marcados no pierden su marca.
- 3) Una proporción constante de los organismos marcados es recapturada y reportada.
- 4) El esfuerzo de recuperación es constante, o el esfuerzo medido y la recaptura por unidad de esfuerzo es usada para estimar la mortalidad.

Ocasionalmente una porción de los animales marcados muere inmediatamente después de ser liberado, como resultado de los daños por manipulación y marcado. Este tipo de mortalidad no interfiere en las estimaciones de mortalidad total, ya que los datos de mortalidad inicial no se utilizan. No es necesario identificar individualmente a los camarones para la estimación de mortalidad.

Mortalidad natural y por pesca.

Además de los supuestos enlistados anteriormente para la "mortalidad total" se requieren otros para los cálculos de mortalidad natural y por pesca. Primero, es necesario estimar con seguridad el número de organismos liberados, para pretender que no hay mortalidad como resultado del marcado después de la liberación; después, que todos los animales marcados son observados y reportados; por último, nosotros suponemos que los animales marcados y los no marcados son vulnerables a la captura. Finalmente, los animales deben ser medidos aleatoriamente con la población, o bien, la distribución del esfuerzo de pesca deberá ser proporcional a la distribución de individuos en la población, ya que el supuesto de que ninguno de los individuos marcados muere como resultado del marcado es difícil de aceptar, la mortalidad inmediata después de la liberación puede ser calculada y la cifra resultante usada para ajustar apropiadamente el número total de liberación.

La distribución del esfuerzo de pesca presenta un serio problema a los biólogos para la planeación de la estimación de mortalidad. Este problema es discutido abajo como "Tiempo y localización de las liberaciones".

Evaluación de la acumulación de existencias.

Los estudios destinados a evaluar la acumulación de existencias o el traslado del camarón hacia un nuevo medio ambiente, es una forma de estimación de población, en la cual los organismos marcados son sólo una parte de los animales acumulados o trasladados que no fueron marcados. Los supuestos de que debe partirse son los mismos que los enlistados anteriormente en "Estimación de poblaciones", con una excepción: el reclutamiento no afecta a la evaluación.

En los casos donde todos los animales de la población que va a agregarse estén marcados, la contribución hecha por esta población es medida simplemente por la numeración de los animales marcados en la captura.

NUMERO DE CAMARONES LIBERADOS.

Es esencial una cuidadosa planificación de la cantidad de camarones que serán marcados para un experimento. Debido al número extremadamente grande de camarones que presenta la mayoría de las poblaciones, se requiere que la cantidad de individuos marcados sea también grande, para llevar a cabo con éxito los objetivos del experimento, ya que la mortalidad natural relativamente alta de los peneidos (Berry, 1970) causa proporciones bajas de recaptura.

Una buena discusión del número de animales marcados necesarios para estimar el tamaño de la población es presentado por Tobson y Regies (1964).

La estimación del número que ha de ser liberado para estos estudios tendrá que hacerse en cada experimento. Los factores que deben ser considerados son el método de recaptura, la intensidad del esfuerzo de recaptura y la probabilidad de cumplir con los supuestos necesarios a partir de un número dado de camarones marcados. El tiempo y localización de las liberaciones (discutida en la sección siguiente) también deben ser considerados en la determinación del número a ser liberado. La recaptura de 200 a 300 camarones que fueron marcados a diferentes tamaños proveen una información completamente segura para el rango del tamaño relacionado. Un mayor número de recapturas son necesarias para las estimaciones de mortalidad.

Tiempo y localización de las liberaciones.

Aunque los estudios de marca-recaptura en pequeña escala pueden ser hechos por el mismo personal de la investigación, en la mayoría de los estudios a gran escala de poblaciones naturales, deberemos depender de los pescadores en cuanto a la recaptura se refiere. El tiempo y localización de la liberación deberá ser planeado considerando la probable distribución y la intensidad del esfuerzo de pesca, así como los movimientos que se espera realice el camarón. Un problema frecuente es que en el área de liberación el esfuerzo de pesca es muy grande, lo que provoca estimaciones de mortalidad por pesca muy alta y datos de crecimiento muy pobres, o por el contrario es muy pequeño, lo que lleva a estimaciones de mortalidad por pesca muy bajas. La solución a este problema es distribuir las liberaciones sobre el área ocupada por la población en proporción a la abundancia en varias partes del área. Otros posibles problemas, causados por el movimiento de los camarones dentro o fuera del área de estudio, también deberán ser considerados en la planificación del tiempo y localización de las liberaciones.

Recaptura de los camarones marcados

Métodos de recaptura.

En la mayoría de los experimentos, los camarones serán recapturados por los pescadores. Nosotros debemos depender del pescador para reconocer la marca, o bien, la detección de los camarones marcados puede hacerse electrónicamente (por ejemplo, usando marcas con alambre magnetizado) o utilizando personas durante el desembarco de la captura para separar los camarones marcados. Cuando los camarones son capturados en la noche, la luz del barco de pesca puede ser insuficiente para una adecuada detección de ciertas marcas. El manejo mecanizado o la distribución de la captura puede hacer menos fácil la detección de las marcas. Por otra parte, las marcas son detectadas frecuentemente durante el proceso de descarga. La información de la fecha de recaptura y de la localidad en que se hizo puede perderse. Cuando los camarones son descabezados a bordo, una marca en el afalotórax no es deseable.

En el norte del Golfo de México, los camarones son descabezados y procesados en cientos de lugares. Por ello una marca que sólo puede reconocer el personal especializado o que se detecta mecánicamente es poco recomendable ahí y no se obtienen datos suficientes de muestrear una pequeña porción de las descargas. Una recompensa ofrecida por la recaptura de camarones marcados y su devolución a los biólogos, acompañada por la información deseada, es muy útil para obtener los datos.

Medida del esfuerzo de pesca.

Numerosos problemas se presentan cuando se intenta medir el esfuerzo de pesca (Ricker, 1958; Beverton, 1952; Parrish, 1952; Gulland, 1957, 1966, 1969). Algunos de los problemas mencionados abajo causan dificultades en la interpretación de experimentos de marca-recaptura, para los cuales se requiere el dato del esfuerzo. Frecuentemente no sabemos qué área incluir en la estimación del esfuerzo porque no conocemos la extensión de la población. La captura de especies mezcladas puede hacer imposible el cálculo del esfuerzo para una sola especie.

También pueden presentarse movimientos fuera del área de estudio y reclutamiento en la zona de población marcada.

Los niveles de muestreo usados para estimar la captura por unidad de esfuerzo pueden resultar inadecuados para estudios de marca-recaptura; así, los pequeños errores en la estimación del esfuerzo pueden causar otros, muy graves, en los parámetros que se quiere estimar. Las unidades de esfuerzo quizá varíen dentro de un mismo experimento, por ejemplo: cuando los camarones peneidos dejan las bahías, las dimensiones promedio de los barcos que los pescan puede cambiar. Por otra parte, los pescadores que han recapturado camarones entran fácilmente en contacto con la persona que colecta las estadísticas del esfuerzo y hay entonces posibilidad de obtener datos de esfuerzo desviados. Las desviaciones más serias pueden presentarse cuando sólo se utilizan datos de esfuerzo tomados de los barcos que capturaron camarones marcados.

Para evitar los problemas arriba mencionados, la colecta de estadísticas del esfuerzo debe planearse con mucho cuidado. El área de estudio deberá ser subdividida en subáreas pequeñas cuya extensión dependa de la seguridad con que los pescadores puedan dar la ubicación de sus operaciones de pesca.

Una gran proporción o la totalidad del esfuerzo de pesca realizado en el área de estudio tiene que ser tabulada; si es posible, la espera del experimento debe ser planeada de tal manera que se minimicen los problemas de reclutamiento de cambio de artes de extracción.

Métodos de marcado

Algunos autores han revisado recientemente los métodos de marcado empleados para peces y crustáceos (George, 1967, Rousefell 1963 y Arnold, 1966). Numerosos métodos para marcar crustáceos han sido probados, pero pocos son verdaderamente satisfactorios. El fijado de etiquetas y la introducción de materiales extraños, provocan efectos indeseables. Ya que ningún método para marcar camarón es ideal, el más apropiado en cada caso debe escogerse considerando si los efectos nocivos de una marca, son menos o más que sus ventajas. Los métodos más satisfactorios, tinción y marcado con etiqueta, y la manipulación del camarón, son discutidos aquí.

Frecuentemente, es ventajoso usar varios métodos de marcado en un mismo experimento, para poder esperar un relativo éxito en las técnicas de marcado y ayudar, además, en el análisis de los datos.

TINCION POR INYECCION

Desarrollo de Técnicas.

Los métodos de tinción de camarón usados por primera vez por Menze (1955), han sido mejorados por otros investigadores. Dawson (1957), experimentó con 26 colorantes biológicos usados como marcas, administradas por inyección, alimentación e inmersión. Costello (1959), inyectó dentro del camarón soluciones de 65 colorantes y tintas para probar su efectividad como marcadores. Costello y Allen (1961) compararon la mortalidad debida a predación en camarones teñidos y sin teñir, concluyendo que tanto uno como el otro fueron igualmente vulnerables a la predación. Costello (1964) y Subrahmanyam (1968) discutieron técnicas de tinción, y Klima (1965) evaluó combinaciones de algunas marcas diferentes.

Las técnicas de tinción del camarón por inyección han evolucionado con la acumulación de la experiencia ganada durante la realización de numerosos experimentos de marca-recaptura.

Cuando a un camarón se le inyecta colorante biológico éste es acumulado y retenido en las branquias (fig. 1). Si se usa una cantidad correcta de colorante, éste es visible sólo en las branquias aproximadamente 24 horas después de la tinción.

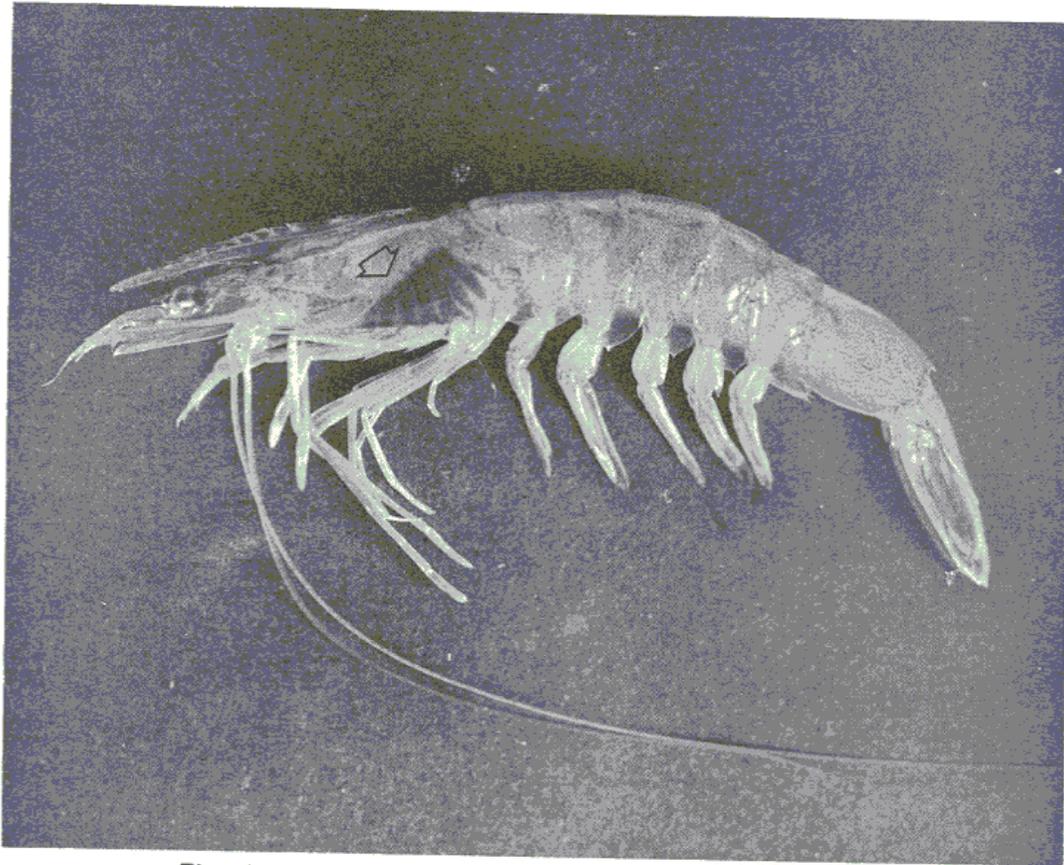


Fig. 1

Camarón teñido por inyección de azul niágara.

El color natural del camarón, ya sea vivo o muerto, debe tomarse en cuenta al escoger los tintes rojo, azul y verde, que son parte de la coloración natural de una o más especies. Los colores naturales del camarón, el tamaño que alcanza la marca en su cuerpo y la permanencia de la misma, tienen que ser considerados también para determinar la cantidad correcta de colorante que deberá ser inyectada: ésta será la mínima que produzca una marca satisfactoria para un particular estudio, porque algunos efectos indeseables de la tinción se incrementan mientras mayor sea la dosis.

Los métodos seguidos actualmente en el laboratorio de Galveston, Tex., del Bureau of Commercial Fisheries, para teñir el camarón rosado (*Penaeus duorarum* Burkenroad), el camarón café (*Penaeus aztecus* Ives) y el camarón blanco (*Penaeus setiferus* Linnaeus), son discutidos enseguida.

Procedimiento de Inyección.

Cada día deberá prepararse una nueva solución de colorante para efectuar la tinción, porque puede desarrollarse cierta toxicidad en las

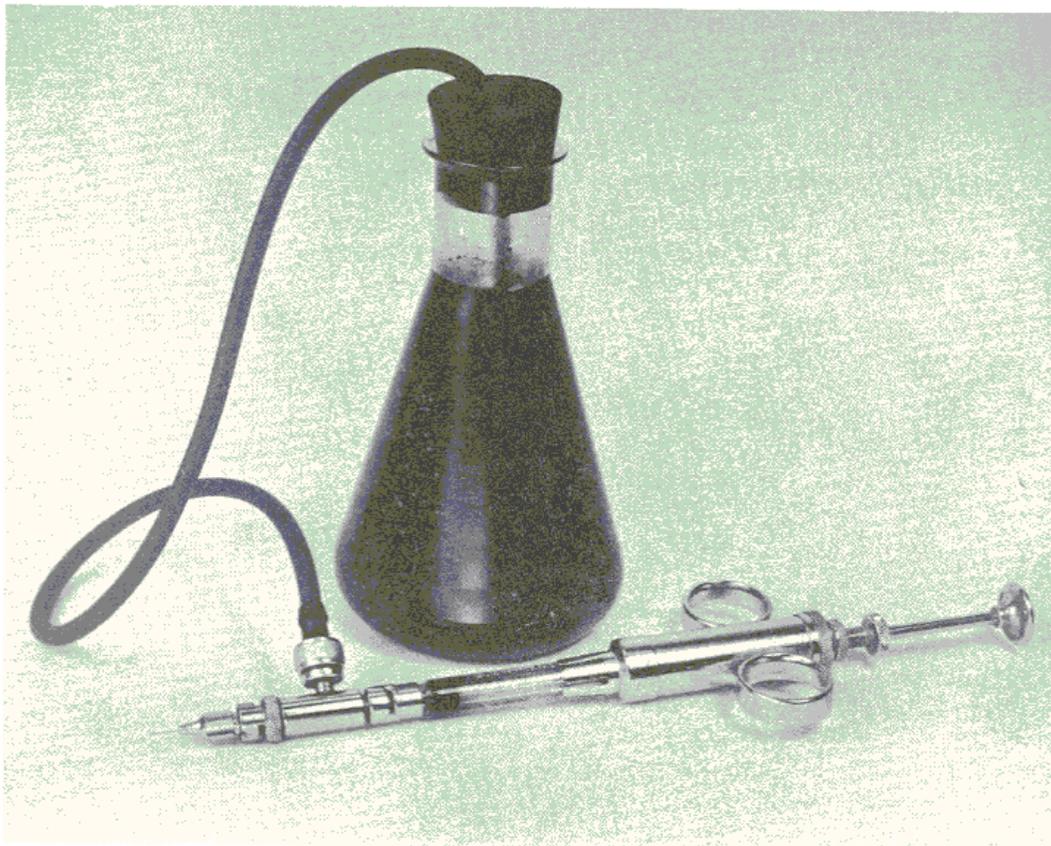


Fig 2 Dispositivo pipeta utilizado para una rápida inyección de colorante biológico.

soluciones que tienen más de 24 horas de preparadas (Costello 1964). La solución de colorante debe filtrarse a través de un papel filtro No. 1, a fin de eliminar partículas grandes.

Para inyectar una cantidad menor que 0.1 ml, en cada camarón, se usa una pequeña jeringa de tuberculina con una aguja de 6.35 mm, (1/4 de pulgada) del número 30. Si va a inyectarse más de 0.1 ml, el uso de un recipiente que actúe continuamente como una pipeta, equipado con una jeringa automática Luer-Lok, con una aguja No. 26 o 27, facilita el proceso de la inyección. (Fig. 2).

Un sitio satisfactorio para aplicar la inyección es la membrana articular entre el 3o. y 4o. segmento abdominal. La aguja se inserta lateralmente para evitar la lesión al intestino, arterias o cordón nervioso (Fig. 3). La inserción de la aguja en la membrana articular provoca la ruptura del exoesqueleto y la obstrucción de la aguja con fracciones de exoesqueleto.

Con este procedimiento una persona puede teñir de 300 a 400 camarones por hora usando el dispositivo pipeta, y de 100 a 200 por hora usando la jeringa de tuberculina.

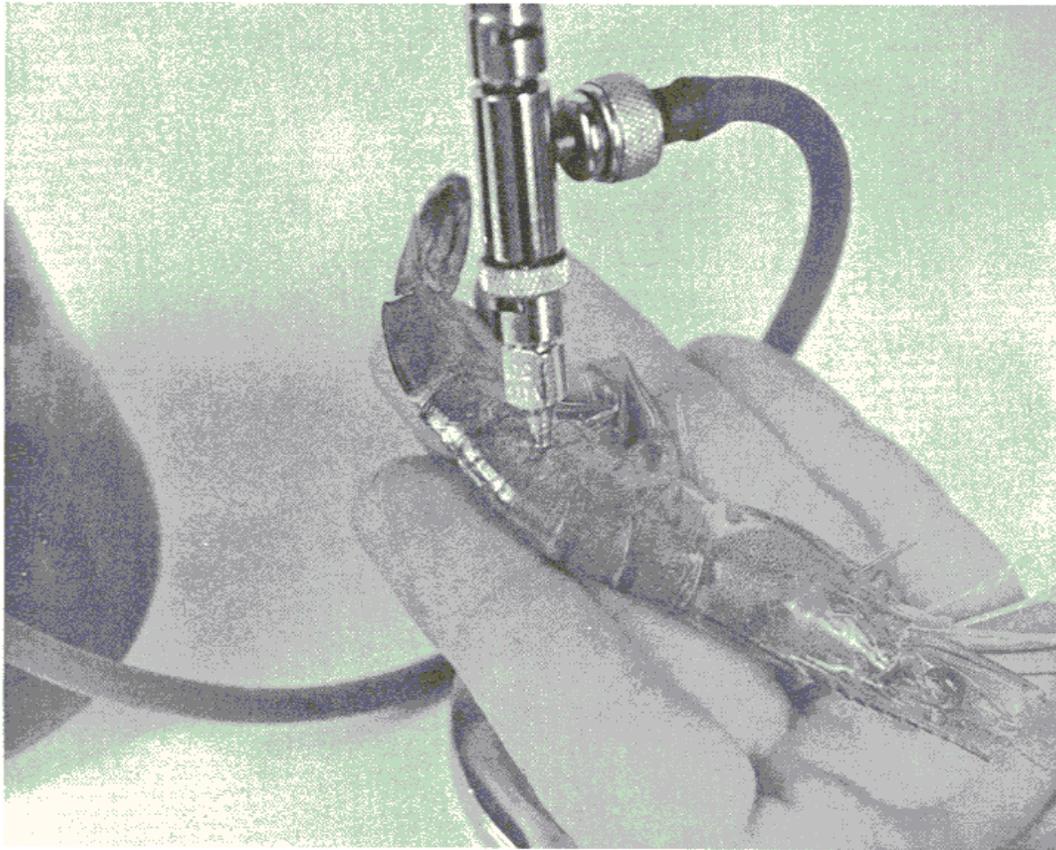


Fig. 3 Lugar de aplicación de la inyección de colorante biológico.

Colorantes.

El verde rápido (Fast Green), FCF, mezclado con agua destilada en una solución de 0.5% de colorante, se usa para marcar camarón. La cantidad inyectada a cada animal varía entre 0.03 y 0.30 ml (dependiendo de la talla del mismo ya que contrasta bastante con el color natural del camarón), y el color verde en las branquias sigue siendo visible durante largo tiempo, aunque se desvanece gradualmente después de un período de 2 ó 3 meses haciendo cada vez menos visible la marca. Sin embargo, esta solución ha sido usada en experimentos de campo en gran escala sobre camarón rosado, café y blanco. La recuperación de un 62% de los camarones marcados y soltados en estos experimentos, indica que los efectos adversos de este colorante son hasta cierto punto negligibles.

La comparación entre el consumo de oxígeno de los camarones teñidos con verde rápido FCF y camarones no teñidos hecha por Zein-El-din y Klima (1965), no mostró apreciable diferencia entre unos y otros.

El azul cielo niágara GB, en concentraciones de 0.25% en agua destilada, fue también usado para teñir camarones. Este colorante, que se

inyectó en cantidades de 0.03 a 0.30 ml por camarón, mantuvo un vivo color en las branquias de los camarones al menos por 5 ó 6 meses. Los camarones teñidos así, en experimentos de campo, fueron recuperados en un 30%.

El azul de tripano, también ha sido usado con éxito en un buen número de experimentos de marca-recaptura. El color de este tinte también es retenido y sólo se requiere una pequeña cantidad para producir una marca satisfactoria: cuando se usa una solución al 0.25% de azul de tripano en agua destilada, bastan de 0.03 ml a 0.15 ml por camarón. Costello (1964) demostró que el azul y el rojo de tripano son más tóxicos que el verde rápido para el camarón rosado.

El mayor porcentaje de recuperación de camarones marcados con azul de tripano, fue de 33%.

El rojo de tripano, ha sido usado con éxito para marcar camarones en condiciones de laboratorio (Dawson, 1957; Costello, 1964). Este colorante aparentemente no tiene valor para estudios de campo en el Golfo de México, porque los colores naturales de los camarones son similares al tono del colorante.

Dawson (1957), reporta que el rojo de tripano es claramente visible en las branquias de los camarones 8 meses después de inyectarles de 0.03 a 0.20 ml, de una solución al 0.50% en agua destilada.

Las tintas de máquina azul y verde, inyectadas a los camarones, producen marcas satisfactorias para estudios a corto plazo (Klima, 1965), pues desaparecen en una semana. Por otra parte, aparentemente no causan mortalidad en los camarones. Estas tintas no han sido probadas en experimentos de campo.

Los proveedores de colorantes y materiales para marcado usados en el laboratorio de Galveston, se enlistan en la Tabla I.

TINCION POR ALIMENTACION.

Dawson (1957), tiñó pequeños fragmentos de lisa *Mugil cephalus* Linnaeus, con 23 colorantes diferentes y con ellos se alimentó a cantidades variables de camarones cuyo tubo digestivo quedó teñido. En general, los colorantes se desvanecieron en poco tiempo y algunos causaron mortalidad.

Experimentos recientes, hechos en el laboratorio de Galveston, Tex., en los cuales cantidades variables de verde rápido FCF, azul cielo niágara GB y rojo de tripano, fueron agregados al alimento de los camarones, indicaron que éstos últimos comen la mezcla de alimento y colorante y que la técnica es útil para marcar temporalmente camarones pequeños (Clark T. Fontaine, comunicación personal).

T A B L A I

Proveedores de materiales para marcado usados en el laboratorio biológicos de Galveston, Texas.

Material para marcar	Proveedor
Verde rápido Azul cielo niágara Azul de tripano Rojo de tripano Azul de nilo A Rojo neutro	Hartman-Leddon Company Philadelphia, Pennsylvania
Tintas de máquina azul y verde	Bates Manufacturing Company Orange, New Jersey
Colores para alimento azul y rojo	French Food Company Rochester, New York
Marcas de alambre, de color, codificadas	Technical Research Company Seattle, Washington
Pigmentos fluorescentes Day-Glo Amarillo arco-iris rojo neón	Switzer Brothers, Inc. Cleveland, Ohio.
Marcas internas de cloruro de polivinilo	Floy Tag Company Seattle, Washington
Discos de Peterson	Howitt Plastics Company Molalla, Oregon.
Alfileres de acero inoxidable	Scotvill, Oakville, Division Oakville, Connecticut
Cortador oblicuo para circuitos impresos	Matias Klein and Sons, Inc. Chicago, Illinois
Pigmentos granulares fluorescentes	Wildlife Supply Company Saginaw, Michigan.

La mención de los productos en esta publicación no implica que sean los únicos ni los mejores que existen en el mercado.

TINCION POR INMERSION.

La simplicidad de la tinción por inmersión y el hecho de que no ocasiona lesiones físicas al camarón, hace atractivas las posibilidades de su empleo. Sin embargo, los resultados de los experimentos de la tinción por inmersión no son muy explícitos para determinar si el colorante es retenido a través de las mudas o no.

El uso de las técnicas de inmersión para marcar camarón son discutidas por Racek (1956). De 4 colorantes probados se concluyó que 2 (azul de tripano y azul nilo sulfatado), eran parcialmente satisfactorios. Los camarones teñidos con azul de tripano, adquieren un color distinguible que permanece durante dos semanas a partir de la inmersión. Sin embargo, más o menos la mitad de los camarones, sumergidos en la solución de azul de tripano durante 2 minutos murieron después de ser sacados de la solución. Racek (1956), constató que el azul nilo sulfatado, era el colorante con más posibilidades de uso entre los probados: los camarones sumergidos por 3 ó 4 minutos, en una solución al 0.1%, de este colorante en agua de mar, retuvieron la marca por un largo período.

Dawson (1957), probó Alizarina roja S, café de Bismark Y., verde jano B, verde metilo, azul nilo sulfatado, azul de tripano, rojo de tripano y verde rápido FCF, para determinar su efectividad, como colorantes de inmersión.

Las marcas producidas por inmersión en soluciones de estos colorantes, excepto el último, desaparecieron en 4 días. La inmersión de camarones durante 15 minutos, en una solución al 0.75% de verde rápido FCF en agua de mar produce una coloración visible hasta 6 días después del marcado. Los métodos de tinción por inmersión fueron también examinados por Wheeler (1963), quien buscaba un método para marcar postlarvas de camarón. Soluciones de 11 colorantes, incluyendo colores líquidos para alimentar y colorantes biológicos fueron probados en diferentes concentraciones.

Cuando camarones de 10 mm de largo total (de la punta del rostro a la punta del telson), fueron sumergidos por 10 minutos, en colorantes rojo y azul para alimentos, su tracto digestivo se tiñó lo bastante como para que el color fuera visible durante 2 ó 3 días, pero se empezó a desvanecer inmediatamente después de que fueron removidos de la solución. La inmersión de camarón, en soluciones de azul de nilo A, y rojo neutro produjeron coloración de los tejidos abdominales, visible al menos durante 7 y 14 días respectivamente.

La necesidad de marcar gran número de *Crangon crangon* (Linnaeus), llevó al examen de varios colorantes para determinar si alguno era adecuado como colorante de inmersión (Meyer-Waarden y Tiews, 1965). Se encontró que la inmersión durante 3 a 5 minutos en una solución al 0.10% de violeta de metilo (violeta de genciana B), provee una marca adecuada para estudios de corto término. El colorante se desvaneció después de varias semanas, y toda traza de éste desapareció cuando los animales mudaron.

Utilizar este método puede ser conveniente para estudios de movimientos o mortalidad de camarones, durante un solo período de intermuda.

MARCAS EXTERNAS.

Discos de Petersen.

Los discos de Petersen, han sido usados en gran número de estudios de varias especies de camarones. Estudios extensos en los que se usaron estas marcas, fueron hechos sobre el camarón blanco por Lindner y Anderson (1956). Discos de celuloide rojos y blancos, de 7.9 a 9.5 mm de diámetro y 0.25 mm de grueso, numerados individualmente, se colocaron a cada lado del camarón con un alfiler de níquel cuyo extremo puntiagudo fue doblado sobre sí mismo, para que los discos no se perdieran. El alfiler fue insertado a través del músculo del primer segmento abdominal (Fig. 4).

Durante el estudio de Lindner y Anderson (1956), el número de muertes por efecto del marcado fue más alto en los camarones pequeños, que en los grandes, dentro de un rango de talla de 80 a 135 mm de largo total. Los datos de las recuperaciones de estas marcas fueron usados para determinar migraciones y tasas de crecimiento de esta especie, a lo largo de la Costa Atlántica Sur y la Costa del Golfo de México de los Estados Unidos. De un total de 45,022 camarones marcados y soltados, 7,167 o sea un 16%, fueron recobrados.

En el laboratorio biológico de Galveston, Tex., se hicieron algunas modificaciones al disco de Petersen en cuanto a variedad de tamaños, alfileres y lugares de inserción (Neal 1969).

La dimensión del disco fue reducida a 6.4 mm de diámetro y para fijarlos se usaron alfileres de acero inoxidable, de 0.07 mm de diámetro y 3.2 mm de longitud, en lugar de utilizar los de níquel. El extremo puntiagudo del alfiler, cortado y curvado hacia adentro con una herramienta, fue insertado más allá de la curvatura a fin de que retuviera el disco en el lugar deseado, entre el primero y segundo segmento abdominal, en vez de que quedara en el centro del primer segmento (Fig. 4). Se provocó menos interferencia con la muda cuando la marca fue colocada entre los segmentos. Una modificación final fue usar antibiótico en unguento (Clortetraciclina en unguento al 2%), en el cual se sumergió a los alfileres poco antes de la inserción. El uso de antibióticos reduce la mortalidad de los camarones marcados en experimentos de laboratorio (Neal, 1969).

Se realizó un estudio de campo con camarón café, para comparar individualmente los dos métodos de marcado más satisfactorios. Las dos marcas experimentales fueron: tinte (niágara azul-cielo), además de la marca intensa de cloruro de polivinilo y el disco de Petersen (Neal, en impresión). Después de cuatro semanas una mayor porción de los camarones marcados con el disco de Petersen, fueron recobrados. El crecimiento de los camarones teñidos, después de 4—8 semanas a lo sumo, fue más grande que el de los camarones marcados con el disco.

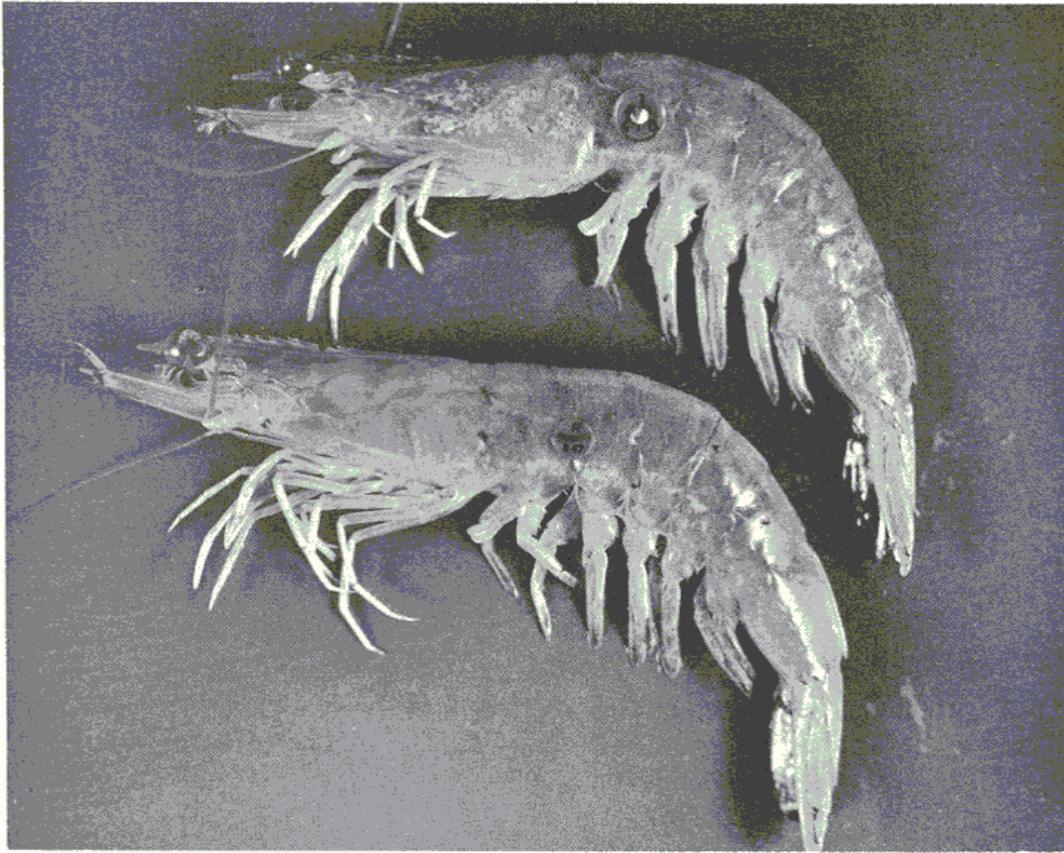


Fig. 4 Camarón marcado con disco de Petersen. Arriba, marca vieja y localización. Abajo, marca nueva y localización.

En otros experimentos, a largo plazo, el disco de Petersen, ha sido usado satisfactoriamente en camarones grandes. Cuatro hombres pudieron marcar y/o medir aproximadamente 300 camarones por hora con el disco modificado de Petersen.

Marcas de alambre.

Un alambre de plata con pequeños discos de plástico han sido usados para estudios de marca-recaptura de *C. crangon* (Kourist, Mauch y Tiews, 1964; Meyer-Waarden y Tiews, 1965, y Tiews 1967). El alambre, de 0.18 mm de diámetro, se enrolla alrededor del camarón entre el carapacho y el primer segmento abdominal y los discos de plástico de color, de 6 mm de diámetro, se adhieren al alambre. Algunos camarones marcados de esta forma fueron recuperados más de 5 meses después de su liberación y, aparentemente, habían mudado sin dificultad mientras la marca permaneció en su lugar.

Marcas tipo Dardo y Lazo.

Una gran variedad de marcas de los tipos dardo y lazo han sido experimentadas en el laboratorio biológico de Galveston. Estas marcas fue-

ron adheridas al camarón en varios sitios del cefalotórax y abdomen pero sobre todo en la unión del cefalotórax con el abdomen, debido a que el exoesqueleto se rompe a esa altura durante la ecdysis.

Los dardos y lazos que salían a través del exoesqueleto causaban frecuentemente infecciones, y aunque algunos camarones marcados lograron sobrevivir por varios meses, la irritación constante evitaba que la herida sanara y la infección persistía; los antibióticos usados con la marca no eliminaban la infección. Por ello, estos tipos de marcas pueden ser de valor en estudios sobre las rutas de migración, pero las tasas de mortalidad y crecimiento probablemente son afectadas por ellas.

Marcas metálicas con codificación.

Alambre magnetizado codificado en colores (Jefferts, Bergman y Fisco, 1963) ha sido examinado como un medio de marcado para *Pandalus platyceros* Brandt (West 1967; West y Chew, 1968, y Chew, comunicación personal). Estas marcas cilíndricas de acero inoxidable, de 1.0 mm de largo y 0.25 mm de diámetro, fueron inyectadas dentro de la musculatura del primer segmento abdominal de camarones que fueron retenidos en acuarios durante 50 días, sin una mortalidad aparente a consecuencia del marcado. La muda de los camarones marcados fue tan frecuente como en la del control de animales no marcados, y la herida causada por la introducción de la marca sanó rápidamente. Bandas verticales de pinturas epoxyca fueron aplicadas a las marcas para su identificación. Las numerosas condiciones posibles permiten la identificación de los grupos de individuos marcados. Un invento mecánico el cual introduce las marcas rápidamente, en la misma posición dentro de cada animal ha sido desarrollado por la Technical Research Company. Después de ser insertadas dentro del animal, las marcas son magnetizadas de manera que pueden ser detectadas cuando el camarón pasa a través de un detector electrónico.

Esta marca ha sido examinada en el laboratorio biológico de Galveston, como un método para marcar camarones peneidos de 20-50 mm. Resultados preliminares indican que los camarones de 30 mm pueden ser marcados en el abdomen con muy pocos efectos adversos (Bill Welker, comunicación personal).

Marcas de vaselinas pigmentadas.

Además de las marcas que son fácilmente detectadas (marcas primarias), pueden ser aplicadas a los camarones marcas secundarias que sean un medio de identificar camarones individuales o grupos de camarones.

El método de marcado de camarones con una mezcla de vaselina y pigmento, fue desarrollado para ayudar en el reconocimiento de grupos

de camarones marcados con tintes biológicos (Klima, 1965). Pequeñas cantidades (0.003 a 0.010 ml) de mezclas de 1.3% del pigmento fluorescente Day-Glo en vaselina son inyectadas dentro de la musculatura abdominal del 4o. y 5o. segmentos abdominales. Cuatro pigmentos (amarillo, saturno, naranja brillante, amarillo arco iris, rojo neón), pueden ser rápidamente distinguidos bajo la luz ultravioleta.

Aunque Klima (1965), declaró que los pigmentos usualmente permanecen en el sitio de la inyección, él mismo observó trazas de pigmento en las aberturas ventrales de las branquias.

Estudios más amplios sobre el marcado de camarón con mezclas de vaselina pigmentada han revelado que las partículas de la mezcla se mueven gradualmente hacia la región branquial durante un período de varias semanas y, finalmente, se acumulan en las branquias. Este movimiento es particularmente notable si se administra al camarón una cantidad excesiva de la mezcla de vaselina-pigmentada.

Durante los experimentos conducidos por Klima (1965), la mezcla de vaselina y pigmento en el cuerpo de los camarones aparentemente no afectó su supervivencia. Sin embargo, en experimentos más recientes el tiempo medio de supervivencia de los camarones marcados con tintes primarios y secundarios fue ligeramente más bajo que el de los camarones no marcados o el de aquellos marcados sólo con un tinte primario. Las marcas secundarias han sido usadas, por el personal del laboratorio biológico de Galveston, en varios experimentos de campo; el porcentaje devuelto ha sido similar para los camarones con y sin la marca secundaria.

Marcas y Cloruro de Polivinilo.

Para identificar camarones individuales marcados con un tinte biológico, el personal del laboratorio biológico de Galveston desarrolló una pequeña marca interna que puede ser numerada. El marcador es cloruro de polivinilo de 0.25 mm de espesor, de alrededor de 5 mm por 2 mm (Fig. 5). Un forceps delgado es usado para insertar el marcador dentro de la musculatura del primer segmento abdominal, a través de la membrana articular situada en la unión del carapacho con el primer segmento abdominal. Las marcas son insertadas lateralmente con un mínimo daño a los sistemas nerviosos, circulatorio y digestivo (Fig. 6). La mortalidad entre los camarones marcados y no marcados conservados en el laboratorio, no fue significativamente diferente. Las infecciones provocadas por el marcado fueron reducidas introduciendo las marcas en algunos antibióticos antes de la inserción.

Las marcas de cloruro de polivinilo se usaron recientemente en series de experimentos de campo con camarón café. Todos los camarones fueron teñidos con azul cielo niagara, así que podrían ser recono-

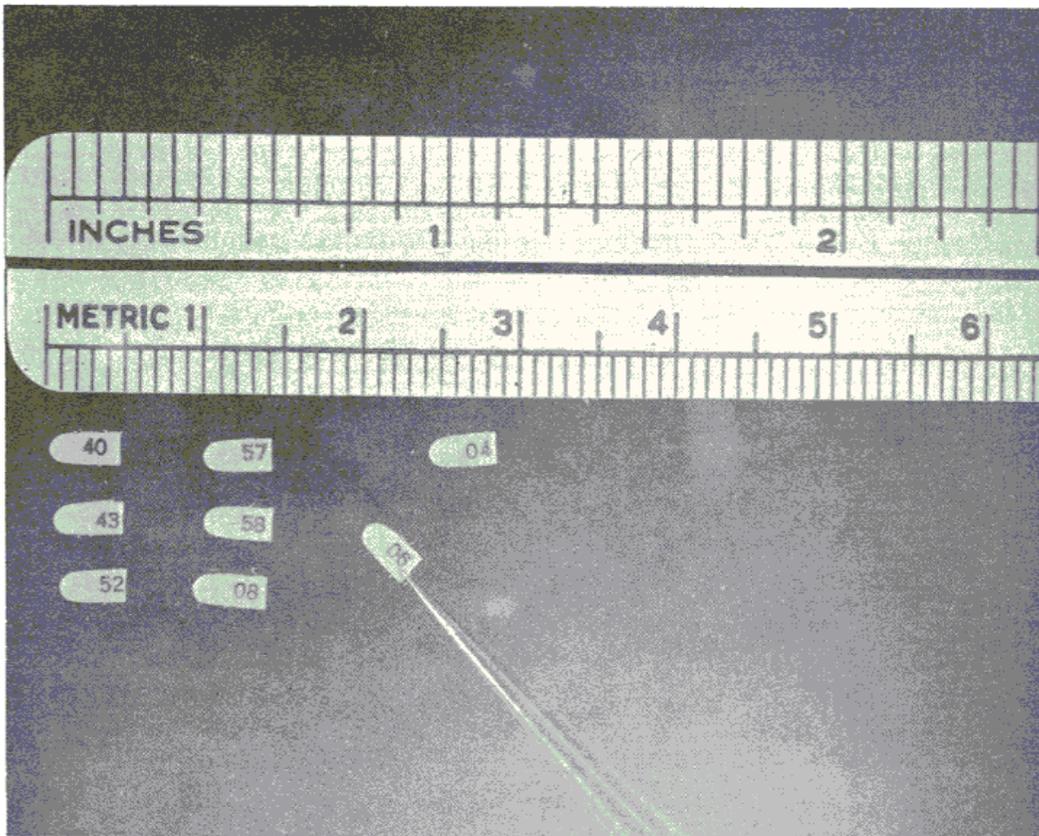


Fig. 5
Marca interna de cloruro de polivinilo.

cidos por pescadores comerciales. Además, los camarones recibieron marcas secundarias de cloruro de polivinilo o pequeñas cantidades de vaselina pigmentada fluorescente, como se describió antes. Alrededor de 20,000 camarones marcados fueron liberados en tres experimentos separados durante mayo, y junio de 1967.

De los 13,000 camarones marcados y liberados el 4.6% fue recuperado, el 4.5% de ellos pertenecía a los 7,000 marcados secundariamente con mezcla de vaselina pigmentada. La mortalidad por el marcado con esta marca, aparentemente no fue más severa que la causada por la vaselina pigmentada. Un hombre puede insertar de 100 a 200 de estas marcas por hora.

Introducción de pigmentos granulares.

Una técnica para marcar peces con gránulos de pigmentos fluorescentes, aplicados con aire comprimido, desarrollada por Jackson (1959), ha sido examinada por varios otros investigadores (Scidmore, 1961; Phinney, D. E., 1966, y Phinney, Miller y Dahlberg, 1967). Esta



Fig. 6 Método de inserción de la marca interna de cloruro de polivinilo.

técnica ha sido experimentada con camarones peneidos (Robert C. Benton, comunicación personal), a fin de determinar en donde causan mortalidad los gránulos introducidos y saber si permanecen en el camarón a través de los ciclos de muda. En las pruebas preliminares los camarones aparentemente no sufrieron heridas serias con la aplicación de aire a presión a 14 Kg/cm². Aunque la marca es al parecer más útil para estudiar a corto plazo, algunos gránulos fueron retenidos a través de la muda durante 130 días. Este es un método muy simple de marcado que requiere una manipulación mínima. Un hombre puede marcar muchos cientos de camarones por hora con esta técnica.

Marcadores químicos y radiactivos.

Aunque pocos trabajos se han hecho con este método, tienen un interés especial cuando se trata de realizar investigaciones como la evaluación de la formación del stock, cuando se desea marcar camarones muy pequeños de una manera que pueda reconocerse más tarde en los adultos. Este tipo de marcas requiere de análisis especiales o aparatos para la detección de los animales marcados.

El estroncio estable ha sido examinado como un marcador químico, proporcionado por medio de los alimentos o a través del agua en los tanques de mantenimiento (Neal, en prensa). Los camarones penidos acumulan estroncio desde su origen, pero la mayoría se pierde durante la primera muda. Aunque el estroncio fue aparentemente incorporado al exoesqueleto, este método no resultó satisfactorio.

No se han usado trazadores radiactivos para experimentos de marca-recaptura, pero pueden ser útiles cuando no existe un riesgo para la salud pública.

Auxiliares en la manipulación de los camarones

Anestésicos.

La actividad que presentan los camarones durante su manipulación y marcado frecuentemente los daña y representa una pérdida de tiempo para quien hace el marcado. Zein-Eldin (1963) experimentó con pentabarbital de sodio, ethdorovynol, metilpasafinol, tsidromactanol, clorobutanol, metol y tricaina metano sulfatado, para determinar cual de ellos podía ser un adecuado anestésico para los peneidos. El resultado reportado por Zein-Eldin, ha sido el siguiente: la dosis de anestésico efectiva para camarones postlarvales se encontró, en todos los casos, que debía ser 10 veces más grande que la usada para los peces de un peso semejante. Sin embargo, existe un rango de concentración muy estrecho en el cual puede obtenerse y mantenerse una rápida sedación sin que sea fatal.

Retención de los camarones.

No obstante las razonables precauciones tomadas para evitar daños al camarón, algunos de éstos son lastimados seriamente, como resultado del manejo y del marcado. En el marcado, para estimar la tasa de mortalidad por pesca, es deseable liberar un número de camarones realmente digno de confianza. En los experimentos de marca-recaptura, llevados a cabo por el Instituto Biológico de Galveston, los camarones son usualmente retenidos a bordo del barco de investigación durante un lapso de 3 a 12 hrs. después de ser marcados, con el fin de que se reduzca la mortalidad por marcado después de la liberación. Los experimentos de retención fueron hechos para determinar la mortalidad resultante por el manejo y por los marcadores y tintes usados. Como resultado de esos estudios nosotros estimamos que cerca del 20% de los camarones marcados con el disco de Petersen, o con tintes adicionales o marcadores internos, mueren pocos días después de ser liberados.

Surgen dos series de problemas cuando los camarones son retenidos a bordo de los barcos en el mar: la turbulencia causada en los tanques de retención por el movimiento constante del barco, y el hecho de que la temperatura del agua en los tanques de retención pueda ser diferente que la del ambiente natural. Debido a la turbulencia los ca-

marones son sacudidos en el tanque, por lo que a cada movimiento repentino del barco deben nadar continuamente. Para controlar esta turbulencia se colocan ciertos artificios que desvían el flujo y a los cuales el camarón puede asirse. El agua que es retenida en el barco puede calentarse con el aire y el sol, o si el agua de la superficie se bombea dentro del tanque de retención es posible que la temperatura de ésta sea mayor que la del agua del ambiente del camarón. Las variaciones de temperatura a que el camarón está sujeto provocan cambios metabólicos y de demanda de oxígeno, lo que puede hacer imposible que los camarones retenidos vivan un período largo de tiempo. Enfriar el agua en los tanques de mantenimiento, de 2° a 5°C. más bajo que la temperatura del agua del fondo, eliminaría este problema, reduciendo el metabolismo del camarón.

Este proceso de enfriado requiere, sin embargo, el uso de un sistema cerrado en el cual el agua debe cambiarse regularmente para que los camarones vivos se mantengan bien (Emiliani M.S.)

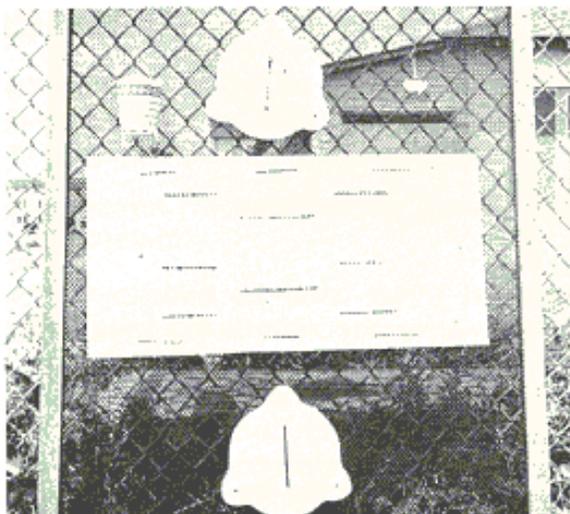
Métodos para soltar los camarones marcados

La predación, en el momento en que los camarones son liberados, puede causar pérdidas en los marcados. Estas pérdidas desvían la estimación de la mortalidad que se basa en el número de camarones liberados. Debido a que las aves y peces predadores atacan a los camarones que son soltados en la superficie, se han diseñado algunos dispositivos para asegurar que el camarón alcance el fondo; el uso de éstos incrementa las posibilidades de que el camarón pueda enterrarse en el sustrato antes de que los predadores lo capturen.

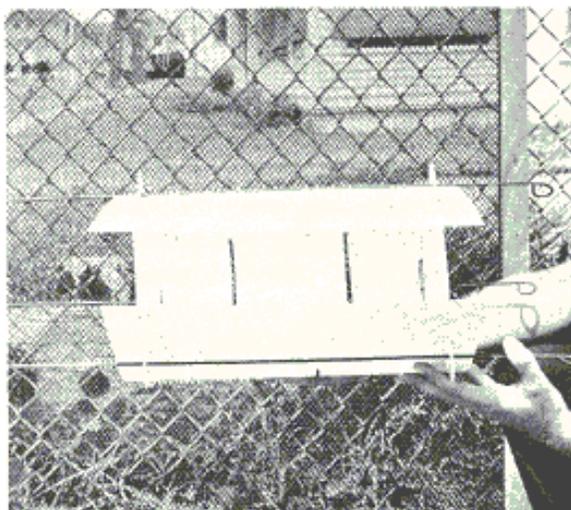
Las cajas para liberar al camarón, que actualmente se utilizan en el laboratorio de Galveston, pueden adquirirse para usarse con el barco en movimiento (Emiliani, M.S.). Están construídas con láminas de estireno y tienen un mecanismo de liberación consistente en una liga y un dispositivo que lo hace saltar. El tamaño de éste último determina el tiempo que transcurre antes que los camarones de la caja sean liberados (Fig. 7).

Fig. 7
Caja para la liberación.

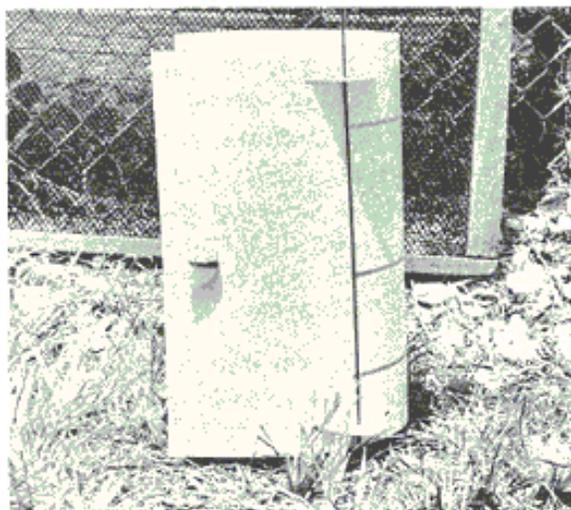
A) Desarmada.



B) Lista para emplearse.



C) Cerrada y con el mecanismo de liberación preparado.



Análisis de los resultados

En esta sección no serán examinadas las técnicas para el análisis de los resultados, pero se hará referencia a ellas y se discutirán. Problemas específicos, que el investigador posiblemente encontrará, también serán mencionados.

movimientos y migraciones.

Algunas técnicas usadas en el análisis de datos de marca-recaptura acerca de los movimientos, son discutidas por Jones (1966). La desigual distribución del esfuerzo confundirá los resultados si los datos de recaptura por unidades de esfuerzo no se usan como medida de movimiento. No es raro tener áreas cercanas a los sitios en que se liberan los camarones, en las cuales no hubo esfuerzo de pesca o éste no se registró. Debe tenerse mucho cuidado en la interpretación de estos resultados tanto en esos casos como en otros similares, por ejemplo, en los que sólo una pequeña cantidad de esfuerzo haya sido registrada en un área y las capturas sean hechas en la misma.

Estimación de la población.

Un buen número de autores han discutido sobre la estimación de la población. Tepper (1967), ha recopilado una amplia bibliografía sobre métodos de análisis (Ricker, 1958; Lagler, 1959; Cormack, 1968 y Robson y Regier, 1970). Los métodos para análisis de datos empleados para camarón no difieren mucho de los que se utilizan para otros animales y que están descritos en la literatura. Jones (1966), discute métodos de análisis que se emplean cuando no se ha partido de ciertos supuestos particulares.

Si una población cuenta con un gran número de camarones, se requiere también de un número grande de animales marcados para poder hacer una estimación válida. La variación de la estimación (Jones 1966), siempre puede ser calculada para ayudar a la interpretación de los resultados.

Estimación de crecimiento.

Discusiones generales del crecimiento y de las curvas de crecimiento son las presentadas por Parker y Larkin (1959), Von Bertalanfly (1964), Paloheimo y Dickie (1964), Tesch (1968) y Gulland (1969).

Los datos del crecimiento del camarón frecuentemente llenan bastante bien la curva del tipo de Von Bertalanfly.

Una revisión general de las aplicaciones de esta curva ha sido hecha por Allen (1969); los métodos para construirla son presentados por Beverton y Holb (1957), y Ricker (1958). Ejemplos de empleo de estos métodos, con los datos de marca-recaptura en camarón, son discutidos por Lindner y Anderson (1956), y Kutkuhun (1966). Existe una situación especial con los datos de marca-recaptura, en los casos en que la edad absoluta del camarón se desconoce y cuando los camarones marcados que son recapturados después de un período muy corto de tiempo también crean esta misma situación. La curva de Von Bertalanfly, es apropiada para emplearse con este tipo de datos: Gulland y Holt (1959) discuten un método gráfico para expresarlos en intervalos desiguales de tiempo, y Fabens (1965) presenta un programa de computación para ellos. El uso de una computadora permite construir la curva con métodos más completos, los cuales eliminan algunos de los posibles errores resultantes del uso de los métodos gráficos.

Tasa de mortalidad.

El análisis de los datos para la estimación de la mortalidad se obtiene usando las técnicas desarrolladas para peces y otros animales. Ejemplos de numerosas discusiones de estas técnicas se encuentran en trabajos de Ricker (1958); Beverton & Holt (1957), Gulland (1969) y Cormack (1968). Berry (1970), hace una revisión de las estimaciones de mortalidad sacadas de experimentos de marca-recaptura en un peneido en los Estados Unidos. Una discusión de los métodos de análisis de mortalidad, incluyendo aquellos usados en casos donde los errores son conocidos, fue presentado por Jones (1966).

Una aproximación útil a la estimación de las tasas de mortalidad y sus variaciones es el escrito por Chapman y Robson (1960). Las técnicas usadas para la estimación de las tasas a partir de experimentos de marca-recaptura, usando esta aproximación, son presentadas por Paulik (1962).

Es importante incluir aquí la posibilidad de que pueda darse el caso de tener que trabajar con un reporte incompleto de marcados, Paulik (1963). Es muy probable que este problema se presente ya que las marcas en los camarones son muy pequeñas, y los camarones de una misma área pueden ser manejados en muy diversas formas.

Revisar un grado, con un método dado de estimación de las tasas de mortalidad, lleva consigo los supuestos necesarios y nosotros podemos, frecuentemente, determinar que la estimación lograda resulta muy alta o muy baja. Si esto sucede usando varios métodos distintos puede establecerse una aproximación realista, aunque ninguna de las técnicas lleve a la suposición hipotética exacta.

Referencias

- Allen, K. R.
1969 Application of the Bertalanffy growth equation to problems of fisheries management: A Review. **J. Fish. Res. Bd. Canada**, 26: 2267-81.
- Arnold, D. E.
1966 Marking fish with dyes and other chemicals. U.S.T.W.F. **Tech. Pap. (10): 3-44.**
- Berry, R. J.
1967 Dynamics of the Tortugas (Florida) pink shrimp population. **Ph. D. Thesis, Univ. of Rhode Island. 160 pp.**
- Berry, R. J.
1970 Shrimp mortality rates derived from fishery statistics. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 22: 66-78.**
- Beverton, R. J. H.
1952 The commercial fishing statistics required for research and regulation of the North Sea demersal fisheries. In Purposes and methods in fishery statistics. Ed. by G. M. Gerhardsen. **FAO. pp. 39-42.**
- Beverton, J. H. and S. J. Holt.
1957 On the dynamics of exploited fish populations. **Fishery investigations Series 2, vol. 19. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 533 pp.**
- Chapman, D. G. and D. S. Robson.
1960 The analysis of a catch curve. **Biometrics, 16: 354-68.**
- Cormack, R. M.
1968 The statistics of capture-recapture methods. In Ocean and Mar. Biol., An annual review, 6: 455-506. **London, George Allen and Unwin Ltd.**
- Costello, T. J.
1959 Marking shrimp with biological stains. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 11: 1-6.**
- Costello, T. J.
1964 Field techniques for staining-recapture experiments with commercial shrimp. **Spec. Scient. Rep. U.S.F.W.S. (484): 13 pp.**
- Costello, T. J. and D. M. Allen.
1961 Survival of stained, tagged and unmarked shrimp in the presence of predators. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 14: 16-19.**
- Dawson, C. E.
1957 Studies on the marking of commercial shrimp with biological stains. **Spec. Scient. Rep. U.S.F.W.S., (231): 24 pp.**

- Emiliani, D. A.
MS. Equipment for holding and releasing penaeid shrimp during marking experiments. **Bureau of Commercial Fisheries. Biological Laboratory, Galveston, Texas.**
- Fabens, A. J.
1965 Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. **Growth, 29: 265-89.**
- George, M. J.
1967 Mark recovery studies in crustaceans. **Symp. Ser. Mar. Biol. Ass. India, 2 (4): 1284-95.**
- Gulland, J. A.
1957 Sampling problems and methods in fisheries research. **FAO, 10 (4): 157-81.**
- Gulland, J. A.
1966 Manual of sampling and statistical methods for fisheries biology. Part 1. Sampling methods. **FAO Manual Fish. Sci. No. 3.**
- Gulland, J. A.
1969 Manual of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. **FAO Manuals in Fish. Sci. No. 4. 154 pp.**
- Gulland, J. A. and S. J. Holt.
1959 Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. **J. Conseil Internat. Explor. Mer., 25: 47-9.**
- Jackson, C. F.
1959 A technique for mass-marking fish by means of compressed air. **Tech. Cir. 17, New Hampshire Fish and Game Dept. 8 pp.**
- Jefferts, K. B., P. K. Bergman and H. F. Fiscus.
1963 A coded wire identification system for macro-organisms. **Nature, London, 198 (4879): 460-62.**
- Jones, R.
1966 Manual of methods for fish stock assessment. Part 4. Marking. **FAO Fish. Tech. Paper (51), Suppl. 1.**
- Klima, E. F.
1965 Evaluation of biological stains, ink, and fluorescent pigments as marks for shrimp U.S.F.W.S. **Spec. Scient. Rep., (511): 8 pp. 8 pp.**
- Klima, E. F. and J. A. Benigno.
1965 Mark-recapture experiments. In Biological Laboratory, Galveston, Tex. Fishery Research for the year ending June 30, 1964. **Circ. U.S.F.W.S. Wash., (230): 38-40.**
- Kourist, W. E., Mauch and K. Tiews.
1964 Ergebnisse von im Jahre 1962 durchgeführten Garnelemarkierungsexperimenten. **Arch. Fischerei, 15 (1): 16-22.**
- Kutkuhn, J. H.
1966 Dynamics of a penaeid shrimp population and management implications. U.S.F.W.S. **Fish. Bull. 65: 313-38.**
- Lagler, K. F.
1956 Freshwater fishery biology. **Wm. C. Brown Company, Dubuque, Iowa, 421 pp.**

- Lindner, M. J. and W. W. Anderson.
 1956 Growth, migrations, spawning and size distribution of shrimp *Penaeus setiferus*. U.S.F.W.S. **Fishery Bull.**, **56 (106): 555-645.**
- Menzel, R. W.
 1955 Marking of shrimp. **Science, N. Y.**, **121 (3143): 446 pp.**
- Meyer-Waarden, P. F. and K. Thiews:
 1965 Further results of the German shrimp research. Special meeting to consider problems in the exploitation and regulation of fisheries to Crustacea, 1962. **Rapp. P.v. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer**, **156: 131-38.**
- Neal, R. A.
 1969 Population dynamics. In Report of the Bureau of Commercial Fisheries Biological Laboratory, Galveston, Texas, Fiscal Year 1969. U.S.F. W.S. **Circ.**
- Paloheimo, J. E. and L. M. Dickie.
 1965 Food and growth of fishes. I. A. growth curve derived from experimental data. **J. Fish Res. Bd. Canada**, **22 (2): 521-42.**
- Parker, R. R. and P. A. Larkin.
 1959 A concept of growth in fishes. **J. Fish. Res. Bd. Canada**, **16 (5): 721-45.**
- Parrish, B. B.
 1952 **The collection of pelagic fish statistics. In Purposes and methods in fishery statistics.** Ed. by G. M. Gerhardsen. FAO. pp. 43-7.
- Paulik, G. J.
 1962 Use of the Chapman-Robson survival estimate for single-and multi-release tagging experiments. **Amer. Fish. Soc. Trans.**, **91 (1): 95-8.**
- Paulik, G. J.
 1963 Detection of incomplete reporting of tags. In North Atlantic Fish Markin Symposium. **Inter. Comm. Northwest Atlantic Fish. Special Publ. No. 4. 370 pp.**
- Phinney, D. E.
 1966 Mass marking small fish with fluorescent pigment by means of compressed air. **Univ. of Wash. Fish. Research Inst. Circ.** **66 (6): 4 pp.**
- Phinney, D. E., D. M. Miller and M. L. Dahlberg.
 1967 Mass marking young salmonids with fluorescent pigment. **Amer. Fish. Soc. Trans.**, **96 (2): 157-62.**
- Racek, A. A.
 1956 Penaeid prawn fisheries of Australia with special reference to New South Wales. **Proc. Indo-Pacif. Fish. Coun.**, **6 (2-3): 347-59.**
- Ricker, W. E.
 1958 Handbook of computations for biological statistics of fish population. **Bull. Fish. Res. Bd. Canada.** (119), **300 pp.**
- Robson, D. S. and H. A. Regier.
 1964 Sample size in Petersen mark-recapture experiments. **Amer. Fish. Soc. Trans.**, **93 (3): 215-26.**
- Robson, D. S. and H. A. Regier.
 1968 Estimation of population number and mortality rates. pp. 124-58. In **Methods of assessment of fish production in fresh waters.** Ed. by W. E. Ricker. **International Biological Program Handbook (3) 313 pp.**

- Rounsefell, G. A.
1963 Making fish and invertebrates. U.S.F.W.S. **Fishery Leaflet, Fish. Wildl. Serv. U. S., (549): 12 pp.**
- Rounsefell, G. A. and J. L. Kask.
1945 How to mark fish. **Amer. Fish. Soc. Trans., 73: 320-63.**
- Scidmore, W. J.
1961 A test of the compressed air techniques for marking fish. **Minn. Dept. Invest. Report No. 240, Minn. Dept. Cons. 8 pp.**
- Subrahmanyam, M.
1968 Observations on marking prawns with vital stains. **J. Mar. Biol. Assoc. India 9 (1): 202-4.**
- Tepper, E. E.
1967 Statistical methods in using mark-recapture data for population estimation U.S.F.W.S. **Bibl. No. 4, Wash. 65 pp.**
- Tesch, F. W.
1968 Age and growth. pp. 93-123. In **Methods of assessment of fish production in fresh waters. Ed. by W. E. Ricker. International Biological Program Handbook (3) 313 pp.**
- Tiews, K.
1967 The use of plastig tags for tagging small shrimps (bron shrimps, *Crangon vulgaris* Fabricius) and on the problem of tagging experiments of this species of shrimp. **Symp. Ser. Mar. Biol. Ass. India, 2 (4): 1296-1300.**
- Von Bertalanffy, L.
1964 Basic concepts in quantitative biology of metabolism. **Helgolander Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, 9 (1): 5-37.**
- Welker, B. D.
MS. Improvements in methods of marking shrimp. **Bureau of Commercial Fisheries Biological Laboratory, Galveston, Texas.**
- West, W. O. B.
1967 **The use of the Bergman-Jefferts tag on the "spot" shrimp, *Pandalus platyceros* Brandt.** Seattle, Washington, University of Washington. Thesis.
- West, W. O. B. and K. K. Chew.
1968 Application of the Bergman-Chefferts tag on "spot" shrimp, *Pandalus platyceros* Brandt. **Proc. Natn. Shellfish. Ass., 58: 93-100.**
- Wheeler, R. S.
1963 Immersion staining of postlarval shrimp. In **Biological Laboratory, Galveston, Tex., fishery research for the year ending June 30, 1962. Circ. U.S.F.W.S., (161): 90-1.**
- Zein-Eldin, Z. P.
1963 Use of anesthetics in metabolism studies with penaeid shrimp. In **Biological Laboratory, Galveston, Tex., fishery research for the year ending June 30, 1962. Circ. Fish Wildl. Serv., Wash., (161): 63 pp.**
- Zein-Eldin, Z. P. and E. F. Klima.
1965 Effects of injected biological stains on oxygen uptake by shrimp. **Am. Fish. Soc. Trans., 94 (3): 277-8.**

Este folleto fue realizado en Ediciones
Mar y Pesca, Calle de Matehuala L-00, Col.
Condesa, México 11, D. F., e impreso en
Impresora Técnica Moderna, Calle "A" No. 70,
Col. Ignacio Zaragoza, México 9, D. F.
Tel.: 5-28-84-20