

**COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

**COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR**

**12ª REUNIÓN**

*(por videoconferencia)*

10-14 de mayo de 2021

**DOCUMENTO SAC-12-14**

**CONSIDERACIONES PARA LLEVAR A CABO EL MARCADO Y RECAPTURA POR  
PARIENTES CERCANOS DE POBLACIONES GESTIONADAS POR LA CIAT**

Mark N. Maunder, Cleridy E. Lennert-Cody, Alexandre M. Aires-da-Silva, y Haikun Xu

**RESUMEN**

El marcado y recaptura por parientes cercanos (CKMR, de *Close Kin Mark Recapture*) es una nueva técnica para estimar la abundancia absoluta de reproductores, la supervivencia de adultos y la producción reproductora relativa por edad. Esta información es esencial para las evaluaciones de poblaciones y el enfoque evita los problemas de los estudios tradicionales de marcado, como la mortalidad relacionada con el marcado, la pérdida de marcas y la falta de notificación de marcas. No se requiere la liberación de individuos vivos y, por lo tanto, puede aumentar en gran medida las oportunidades de muestreo y mejorar la distribución espacial de las marcas. También permite que la dispersión de larvas y juveniles reduzca considerablemente los problemas de mezcla de marcas y distribución espacial del muestreo. Los datos genéticos recolectados en el CKMR también proporcionan información sobre la estructura, el sexo, y posiblemente la edad, de la población. Sin embargo, las evaluaciones también requieren estimaciones de la abundancia y supervivencia de juveniles, y la relación población-reclutamiento. Estas cantidades no se estiman a partir del CKMR y deben estimarse a partir de otros datos o supuestos. Se evalúa la viabilidad de aplicar el CKMR para el tiburón sedoso y el atún patudo en el Océano Pacífico oriental (OPO). Existen incertidumbres sobre los niveles de biomasa absoluta de ambas poblaciones y, por tanto, el CKMR mejoraría en gran medida el asesoramiento de ordenación. Actualmente se dispone de oportunidades de muestreo de tejidos apropiadas para el CKMR de ambas especies, pero siguen existiendo algunas limitaciones, como las políticas de no retención para el tiburón sedoso y la falta de información de fecha y ubicación de captura de las descargas palangreras de alta mar. Cualquier CKMR para estos estudios requerirá muestreos en el Océano Pacífico occidental y central (OPOC) y, por tanto, deberá coordinarse con la Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central (WCPFC). El costo de los estudios de CKMR para el tiburón sedoso probablemente sea de cientos de miles de dólares y para el atún patudo de millones de dólares. El siguiente paso es realizar un estudio de diseño completo para cada especie y trabajo de campo para evaluar la viabilidad de las oportunidades de muestreo de tejidos y la calidad de los tejidos resultantes para el análisis genético. El CKMR y los análisis genéticos y estadísticos asociados están fuera de la experiencia del personal actual de la CIAT. Por lo tanto, será necesario colaborar o contratar a expertos externos para llevar a cabo el proyecto. El estudio de diseño y el trabajo de campo podrían realizarse en 2022 y el muestreo para el CKMR podría comenzar en 2023. Los resultados no se esperarían

hasta, por lo menos, la reunión del Comité Científico Asesor de 2026. Se han identificado varias recomendaciones y consideraciones para cada especie, que se indican a continuación.

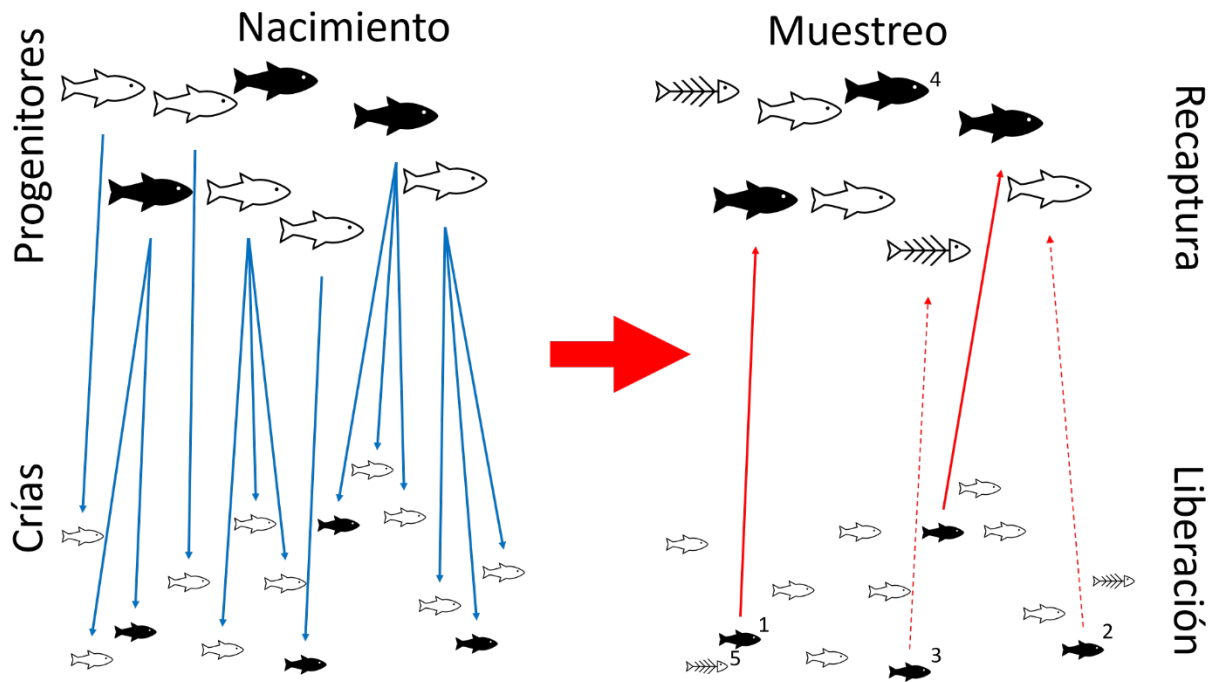
**Recomendaciones y consideraciones para el tiburón sedoso:**

1. Realizar un nuevo estudio de edad y crecimiento del tiburón sedoso en el Océano Pacífico oriental e investigar las diferencias espaciales del crecimiento con respecto al OPOC.
2. Desarrollar una plataforma de muestreo de tejido vertebral usando el programa de observadores de la CIAT en la pesquería de cerco y el programa de muestreo de la pesquería tiburonera en los países costeros de Latinoamérica en el OPO.
3. Ampliar los esfuerzos de muestreo al OPOC en colaboración con WCPFC/SPC.
4. Usar los fondos de fomento de capacidad de la CIAT para apoyar a las universidades/institutos de investigación para realizar estudios biológicos del tiburón sedoso.
5. Continuar usando el programa de muestreo de las pesquerías tiburoneras en Centroamérica para recolectar información sobre la madurez y la fecundidad del tiburón sedoso.
6. La fecundidad aumenta con la edad, lo que indica que se necesitarán tanto POP como HSP.
7. Mejorar las estimaciones de captura para la pesquería palangrera de alta mar.
8. Mejorar las estimaciones de captura para la pesquería de cerco.
9. Considerar enfoques para estimar la abundancia y la supervivencia de juveniles.
10. Se necesitan enfoques para estimar la relación población-reclutamiento.

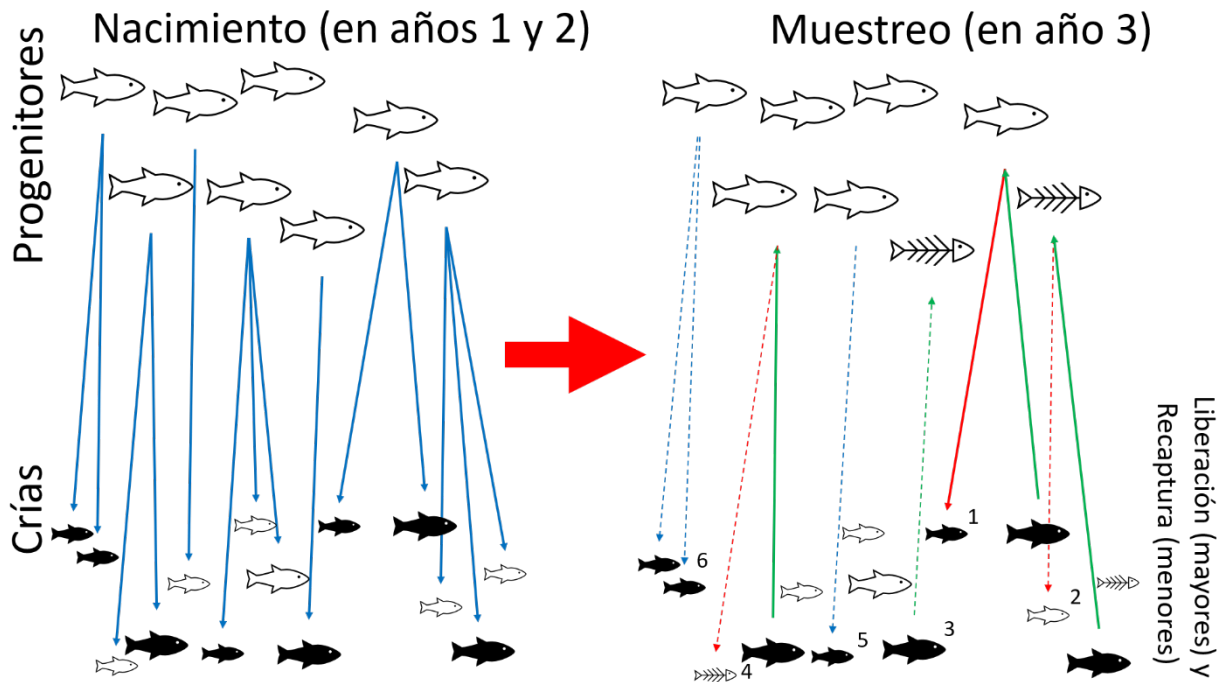
**Recomendaciones y consideraciones para el atún patudo:**

1. Para los palangreros de alta mar, determinar la viabilidad y la calidad de los tejidos de
  - a) muestras de tejidos tomadas por observadores a bordo
  - b) muestreo en puerto
  - c) muestreo en mercados
2. Evaluar la necesidad de información de fecha y ubicación del patudo capturado por palangreros de alta mar muestreado en puerto o mercado
3. Ampliar los esfuerzos de muestreo al OPOC en colaboración con WCPFC/SPC
4. Considerar enfoques para estimar la abundancia y la supervivencia de juveniles
5. La relación población-reclutamiento es incierta
6. Se necesitan datos de composición por sexo

[Para más detalles técnicos, consulte la versión en inglés de SAC-12-14.](#)



**Figura 1.** Ejemplo de pares de progenitores y crías para mostrar cómo el muestreo de crías "marca" a los progenitores en el momento del nacimiento. El diagrama está simplificado y solo muestra a las madres. Los peces de color sólido indican los peces que fueron muestreados. Las líneas azules indican las relaciones entre progenitores y crías. Las líneas rojas continuas indican el marcado y la recaptura. Las líneas rojas punteadas indican el marcado sin recaptura. Los progenitores y las crías pueden morir entre el momento del nacimiento y el del muestreo (indicado por los esqueletos). Las crías y los progenitores que mueren entre el momento del nacimiento y el del muestreo no pueden ser muestreados. 1) La cría fue muestreada (marcada) y el progenitor fue muestreado (recapturado); 2) La cría fue muestreada (marcada) y el progenitor estaba vivo en el momento del muestreo, pero no fue muestreado (recapturado); 3) La cría fue muestreada (marcada), pero el progenitor estaba muerto en el momento del muestreo y, por lo tanto, no pudo ser muestreado (recapturado); 4) El progenitor fue muestreado, pero su cría no fue muestreada y, por lo tanto, el progenitor no fue un pez marcado; 5) La cría estaba muerta, por lo que no pudo ser muestreada. (Nótese que con poblaciones grandes la probabilidad de muestrear dos crías del mismo progenitor es poco frecuente). En este ejemplo,  $R=4$  peces son marcados,  $n=3$  peces son muestreados para marcas (los progenitores muestreados), y  $r=2$  peces que tenían marcas y fueron recapturados (los progenitores muestreados que tenían crías muestreadas). Así, un estimador de Petersen simple estimaría  $N = Rn/r = 4 \cdot 3/2 = 6$  progenitores (madres) en el momento del nacimiento de la cría.



**Figura 2.** Ejemplo de pares de medios hermanos para mostrar cómo el muestreo de la cría mayor "marca" al progenitor y el muestreo de la cría menor "recaptura" al progenitor a través de la relación parental. Sin embargo, puede ser más fácil conceptualizar el proceso si se ve a través del muestreo de la cría mayor como el marcado de la cría menor. El diagrama está simplificado y solo muestra a las madres. Los peces grandes representan a los progenitores. Los peces medianos (crías mayores) representan a los peces nacidos en el primer año y son un año mayores que los peces pequeños (crías menores) que nacieron en el segundo año. El muestreo se realiza en el tercer año, cuando los peces pequeños tienen un año y los medianos dos. Los peces de color sólido indican los individuos que fueron muestreados. Las líneas azules indican las relaciones entre progenitores y crías. Las líneas rojas continuas indican la recaptura de las crías marcadas. Las líneas verdes continuas representan el marcado de las crías menores mediante el muestreo de las crías mayores. Las líneas verdes punteadas indican el marcado sin recaptura. Las líneas rojas punteadas representan una posible recaptura que no se produjo. Las líneas azules punteadas representan relaciones entre progenitores y crías en las que se muestreó a la cría menor, pero no a la mayor, por lo que no se marcó a la cría menor (es decir, un muestreo de un individuo no marcado). Los progenitores y las crías pueden morir entre el momento del nacimiento y el del muestreo (indicado por los esqueletos). Las crías que mueren entre el momento del nacimiento y el del muestreo no pueden ser muestreadas. En este caso, si se muestrea una cría mayor, el progenitor estaba vivo en el momento del nacimiento de esa cría (año 1) y fue marcado. Si el progenitor sobrevivió hasta el segundo año y tuvo una cría y ésta sobrevivió hasta el tercer año, podría haber sido muestreado (recapturado). 1) La cría mayor fue muestreada marcando a la cría menor que fue muestreada (recapturada); 2) La cría mayor fue muestreada marcando a la cría menor que no fue muestreada y por lo tanto no fue recapturada. En este caso, el progenitor no estaba vivo en el momento del muestreo, pero obviamente sí lo estaba en el momento del nacimiento de las dos crías; 3) La cría mayor fue muestreada marcando a cualquier posible cría menor, pero el progenitor murió antes del segundo año, por lo que no pudo tener ninguna cría menor; 4) La cría mayor fue muestreada marcando a la cría menor, pero la cría menor murió antes del muestreo y, por

tanto, no pudo ser recapturada; 5) La cría menor fue muestreada, pero como la cría mayor no fue muestreada, no fue marcada; 6) Dos crías menores fueron muestreadas (pueden ser hermanos completos si comparten el mismo progenitor, o medios hermanos de la misma cohorte), pero ninguna cría mayor fue muestreada, por lo que no fueron marcadas. Los hermanos de la misma cohorte no se utilizan en el análisis. Otros resultados son posibles pero no se muestran. En este ejemplo,  $R=4$  peces están marcados (las crías mayores muestreadas),  $n=4$  peces están muestreados para marcas (las crías menores muestreadas), y  $r=1$  peces tenían marcas (las crías menores muestreadas que tenían un medio hermano mayor muestreado). Así, un estimador de Petersen simple estimaría  $N = Rn/r = 4*4/1 = 16$  progenitores (madres). (Nótese que se trata de un ejemplo sencillo y que no se han tenido en cuenta otros procesos como la supervivencia del progenitor o de la cría, y que la implementación real se realiza mediante pseudoverosimilitudes basadas en las probabilidades de parentesco [Bravington et al. 2016]).