

**ACUERDO SOBRE EL PROGRAMA INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN  
DE LOS DELFINES**

**CONSEJO CIENTIFICO ASESOR**

**9a REUNION**

**Ciudad de Panamá, Panamá  
26 de agosto de 2024**

**DOCUMENTO SAB-09 INF-C<sup>1</sup>**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DEL APICD NO FINANCIADOS**

**RESUMEN**

Al mes de diciembre de 2023, el APICD cuenta con un excedente de presupuesto de US\$ 2,194,101, debido principalmente a que en los últimos años varios buques pagaron por servicios (por ejemplo, observadores a bordo) que no fueron plenamente utilizados (Documento [AIDCP-48-01](#)). Este superávit puede ser gastado en proyectos de investigación científica de interés para el APICD, y en apoyo del mismo, entre otras opciones. El presente documento presenta dos propuestas de investigación que fortalecerían dos tareas que el personal de la CIAT considera de prioridad inmediata en la investigación científica de los delfines en el POT: continuar la investigación de la separación madre-cría de los delfines durante las operaciones de cerco y reanudar el monitoreo de la condición de las poblaciones de delfines en el Océano Pacífico oriental tropical (POT). La primera propuesta consiste en extender la investigación en curso de la CIAT sobre la separación madre-cría de delfines a la fase 3, lo cual permitiría aumentar el tamaño de la muestra y la cobertura espacial del estudio ([SAC-15 INF-O](#)). La segunda propuesta surgió de las discusiones durante el 2º taller de la CIAT sobre el seguimiento de la condición de las poblaciones de delfines en el POT ([WSDEL-02-RPT](#)) y tiene como objetivo investigar la viabilidad del marcado y recaptura por parientes cercanos (CKMR, por sus siglas en inglés).

En la Tabla 1 se detalla el financiamiento requerido para cada uno de los dos estudios.

<b>TABLA 1. Costo de los proyectos de investigación propuestos, en US\$</b>		
1.	Separación madre-cría - Fase 3	220,000
2.	Marcado y recaptura por parientes cercanos – Fases 1 y 2	305,000
	Total	525,000

<sup>1</sup> Anteriormente publicado como [AIDCP-48-02](#)

<b>Experimento científico para evaluar la separación madre-cría de delfines durante las operaciones de pesca con red de cerco en el Océano Pacífico oriental tropical - Fase III</b>	
<b>Enlaces al Plan Científico Estratégico de la CIAT (a preparar por el personal)</b>	
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Continuar el trabajo realizado durante las Fases I y II del estudio madre-cría en el POT (<a href="#">SAC-15 INF-O</a>).</li> <li>● Aumentar el tamaño de la muestra durante todas las etapas de pesca.</li> <li>● Mejorar el estimador de varianza para la separación madre-cría.</li> <li>● Mejorar la capacidad de seguimiento de las crías y de las parejas madre-cría durante periodos más largos.</li> </ul>
<b>Antecedentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los delfines tornillo y manchados pantropicales se asocian con el atún aleta amarilla en el POT, lo que lleva a la pesquería cerquera atunera a aprovecharse de esta asociación calando redes sobre delfines para capturar el atún que se encuentra debajo de ellas.</li> <li>● Las medidas para reducir la captura incidental de delfines han disminuido significativamente la mortalidad de delfines en más del 99% en comparación con los niveles históricos.</li> <li>● Sin embargo, las poblaciones de delfines no se han recuperado como se predijo, lo que sugiere que puede haber fuentes de mortalidad crípticas y no observadas que impiden la recuperación de las poblaciones.</li> <li>● Durante las últimas dos décadas se ha postulado que una de esas fuentes puede ser la separación madre-cría durante las interacciones con la pesca, que conducen a la mortalidad de las crías.</li> <li>● Sin embargo, hay quienes sostienen que, en los mamíferos, las madres suelen ser reacias a abandonar a sus crías, lo que hace improbables tales separaciones.</li> <li>● Hay limitadas observaciones de campo disponibles para apoyar o refutar la hipótesis de la separación madre-cría.</li> <li>● El objetivo de este proyecto general es utilizar vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) para determinar: (i) si las parejas madre-cría se separan durante la persecución, el encierro y/o el retroceso; y (ii) si la separación madre-cría puede estar afectando el crecimiento de la población.</li> <li>● Ya se han completado dos fases de este proyecto: un estudio piloto en dos etapas y el estudio principal. <ul style="list-style-type: none"> <li>- La primera fase del estudio piloto se llevó a cabo frente a las costas del sur de Portugal para probar y perfeccionar la metodología y la tecnología de los vehículos aéreos no tripulados.</li> <li>- La segunda fase del estudio piloto y el estudio principal (Fase II) se realizaron a bordo de buques cerqueros mexicanos en agosto de 2023 y mayo de 2024, respectivamente.</li> </ul> </li> <li>● Ya van 30 días de recolección de datos y más de 70 horas de vuelo de cerqueros mexicanos para recolectar imágenes de UAV durante todas las etapas de pesca (persecución, encierro y retroceso).</li> </ul>
<b>Importancia para la ordenación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Este proyecto generará un coeficiente de separación que representa el máximo potencial de separación permanente madre-cría.</li> <li>● Los datos recolectados de la Fase III propuesta del proyecto madre-cría mejorarán la precisión del estimador del coeficiente de separación al aumentar el tamaño de la muestra y ampliar la variabilidad geográfica del estudio.</li> <li>● Esto mejorará las estimaciones de cómo la mortalidad de las crías resultante de la separación podría afectar a la población.</li> </ul>

<b>Pros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo altamente profesional y multilingüe con amplia experiencia a bordo de buques cerqueros en el POT.</li> <li>● La mayor parte del equipo ya se adquirió durante las Fases I y II.</li> <li>● Los protocolos de investigación ya fueron desarrollados.</li> <li>● Aumento de la recolección de muestras y ampliación del alcance geográfico de los resultados.</li> </ul>
<b>Contras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Extensión de la fecha de finalización del estudio completo madre-cría.</li> </ul>
<b>Duración</b>	2025 (1 año)
<b>Plan de trabajo (fases del proyecto)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Realizar un tercer viaje a bordo de un cerquero en el POT para recolectar imágenes de UAV durante la persecución, el encierro y el retroceso.</li> <li>● Analizar el conjunto completo de datos de los tres viajes.</li> <li>● Preparar informes científicos, manuscritos y presentaciones.</li> </ul>
<b>Colaboradores externos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● University of Alaska Southeast (UAS)</li> <li>● AIMM</li> </ul>
<b>Productos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estimaciones mejoradas de la separación madre-cría, por edad de la cría, y una medida de la precisión de esas estimaciones.</li> <li>● Análisis de sensibilidad para producir estimaciones del impacto de la mortalidad de crías separadas sobre las poblaciones de delfines.</li> <li>● Recomendaciones de ordenación para mitigar la separación madre-cría.</li> <li>● Informes al CCA y a la CIAT.</li> <li>● Publicaciones en revistas revisadas por pares.</li> <li>● Presentaciones en conferencias científicas.</li> </ul>
<b>Presupuesto (US\$)</b>	<b>Fase III:</b> \$220,000

<b>Viabilidad del muestreo (Fase I) y desarrollo del panel genético (Fase II) para el CKMR de delfines en el Océano Pacífico oriental tropical</b>	
<b>Enlaces al Plan Científico Estratégico de la CIAT (a preparar por el personal)</b>	
<b>Objetivos</b>	<p><b>Fase I</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar el número de muestras de hisopado de piel de delfines vivos que es posible recolectar de cada lance para calibrar el plazo para alcanzar los objetivos de tamaño de muestra.</li> <li>2. Examinar la calidad, la cantidad y los niveles de contaminación del ADN tomado utilizando tres métodos diferentes de muestreo.</li> <li>3. Evaluar la posibilidad de determinar epigenéticamente la edad de los animales a partir de diferentes muestras de tejidos.</li> </ol> <p><b>Fase II</b> (una vez finalizada la Fase I, si tiene éxito)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Prueba de campo de hisopado de piel.</li> <li>5. Recolectar 50-100 muestras de mortalidades en toda el área de distribución de la población.</li> <li>6. Desarrollar un panel genético de alto rendimiento.</li> <li>7. Probar el panel genético en hisopados de piel.</li> </ol>
<b>Antecedentes</b>	<p>El marcado y recaptura por parientes cercanos (CKMR, por sus siglas en inglés) es un método prometedor para mejorar las evaluaciones de múltiples especies de delfines en el POT. Al depender de la asignación de parentesco basada en la genética para estimar los parámetros de población, un proyecto de CKMR a gran escala requiere un gran número de muestras de tejido que contengan ADN de alta calidad y no contaminado. Las limitaciones relacionadas con la viabilidad y el bienestar de los animales/humanos pueden impedir la recolección de muestras de tejido de alta calidad, lo que impediría la aplicación del CKMR; alternativamente, si estas limitaciones pueden superarse, entonces podría ser posible recolectar información vital relacionada con la estructura de las poblaciones, el parentesco, e incluso la edad a partir de una sola muestra de tejido, lo que ayudaría a facilitar el uso del CKMR para monitorear las poblaciones de delfines en el POT. La Fase I de este proyecto informará el diseño del muestreo para el CKMR mediante la evaluación del número de muestras de tejido que pueden ser recolectadas de delfines vivos de cada lance cerquero, así como la utilidad de muestras recolectadas usando dos métodos diferentes que satisfacen los criterios necesarios de viabilidad y bienestar. Además, se evaluará el potencial de aplicar la determinación epigenética de la edad a los tejidos de delfines. El resultado de la Fase I nos ayudará a evaluar la viabilidad de recolectar muestras para el CKMR y, si el muestreo se considera viable, optimizar los protocolos de muestreo antes de la aplicación potencial de este prometedor método.</p> <p>Si la Fase I tiene éxito, la Fase II del proyecto sentará las bases para ampliar los esfuerzos de muestreo y genotipado. Un equipo de tres investigadores se unirá a los pescadores de cerco y verificará las estimaciones de viabilidad de la recolección de muestras de la Fase I, y perfeccionará el protocolo de muestreo con hisopado de piel. Simultáneamente, se recolectarán muestras de biopsias de mortalidades en lances cerqueros en toda el área de distribución de la población, y estas muestras se utilizarán para desarrollar un panel genético de alto rendimiento que</p>

	<p>se centre en regiones de ADN que sean informativas para el parentesco y la estructura de la población. Por último, el panel genético se probará y perfeccionará con las muestras de hisopados de piel. Tras la Fase II, se dispondrá de los recursos y protocolos necesarios para aplicar el CKMR a gran escala.</p> <p>Es crucial que el muestreo perturbe lo menos posible las operaciones de pesca y sea seguro para los investigadores y los delfines, por lo que hemos incluido múltiples etapas para probar y perfeccionar el protocolo de muestreo. En términos más generales, hemos establecido varios puntos de control para este proyecto con el fin de garantizar que los fondos se utilicen correctamente y que no se malgasten los esfuerzos. Así pues, la Fase II no comenzará hasta que la Fase I se considere satisfactoria.</p>
<b>Importancia para la ordenación</b>	El CKMR tiene el potencial de proveer estimaciones de cantidades de ordenación clave que han sido difíciles de obtener para poblaciones de delfines usando métodos alternativos, incluyendo estimaciones de abundancia absoluta de adultos, tasas de mortalidad natural, tendencia de las poblaciones (potencialmente), y otras cantidades. Si se considera que el CKMR es viable para los delfines en el OPO, el método puede proveer una estimación base de la abundancia de las poblaciones y una forma relativamente económica de seguir las tendencias de las poblaciones en el futuro.
<b>Pros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El CKMR tiene el potencial de estimar parámetros poblacionales clave que son vitales para la evaluación de las poblaciones.</li> <li>- Tras las inversiones iniciales en la puesta en marcha del proyecto (esta propuesta) y una estimación base de la abundancia, los costos y esfuerzos necesarios para el monitoreo continuado de las poblaciones con CKMR son bastante razonables.</li> <li>- El proyecto propuesto incluye múltiples fases y puntos de control para garantizar una aplicación razonable de los fondos, el tiempo y el esfuerzo.</li> </ul>
<b>Contras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aunque los métodos de recolección de muestras propuestos son mínimamente invasivos para el animal, se requiere cierto contacto con delfines individuales para recolectar muestras para el CKMR, lo que puede perturbar a los animales y plantear riesgos de seguridad para los humanos (aunque los métodos propuestos se esfuerzan mucho por minimizar ambos).</li> <li>- La recolección de muestras puede retrasar las operaciones de pesca. Sin embargo, hemos incluido múltiples etapas de recolección de muestras y perfeccionamiento de protocolos para calibrar los métodos y las expectativas de tamaño de las muestras, a fin de mantener las perturbaciones al mínimo posible.</li> </ul>
<b>Duración</b>	<p>Fase I: 1 año</p> <p>Fase II: 1.5-2 años</p>
<b>Plan de trabajo (fases del proyecto)</b>	<p><b>Fase I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar las grabaciones de drones existentes para evaluar el número probable de muestras de piel de delfines que pueden ser recolectadas de forma realista durante un lance cerquero.</li> <li>- Comparar la calidad, cantidad y niveles de contaminación del ADN de tres tipos diferentes de tejido, todos recolectados de mortalidades naturales (n=3-10, dependiendo de la viabilidad): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hisopado de piel</li> <li>○ Biopsia superficial</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Biopsia regular</li> <li>- Comparar el potencial para determinar epigenéticamente la edad de los animales utilizando los tres tipos de tejidos mencionados. También se extraerá un diente de cada delfín muestreado para comprobar la edad.</li> </ul> <p><b>Fase II</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probar en campo y perfeccionar el protocolo de muestreo con hisopado de piel.</li> <li>- Recolectar muestras de biopsia de 50-100 mortalidades en toda el área de distribución de la población.</li> <li>- Utilizar la resecuenciación del genoma completo para desarrollar un panel genético de alto rendimiento que sea informativo sobre el parentesco y la estructura de las poblaciones.</li> <li>- Aplicar el panel genético a las muestras de hisopado de piel recolectadas durante las pruebas de campo y perfeccionar el panel según sea necesario.</li> </ul>
<b>Colaboradores externos</b>	
<b>Productos</b>	Informes del CCA
<b>Presupuesto (US\$)</b>	<p><b>Fase I:</b> \$60,000</p> <p><b>Fase II:</b> \$245,000</p> <p><b>Total:</b> \$305,000</p>