

Tortuga Baula del Pacífico Este: Estrategia de Investigación *Ex Situ*

Un reporte técnico basado en los resultados del Taller de Estrategia de Investigación *Ex Situ* de la Tortuga Baula del Pacífico Este, en la Ciudad de Panamá, Panamá.



©Kip Evans Photography

En nombre de los participantes del *Taller de Estrategia de Investigación Ex Situ EPLB 2025*, este documento fue compilado y editado por: Copsey, J., Prado, I., Bentley, B., Gabela, M.V., Guzman, H., Kuschke, S., Mustin, W., Ortega, A., Reed, K., Reina, R., Ross Salazar, E., Williamson, S., Wyneken, J., y Shillinger, G.

Traducciones realizadas por; Prado, I., Gabela, M.V., Ortega, A.

Créditos fotográficos: Portada - ©Kip Evans Photography, página 13 – Ilustración de tortuga baula recién nacida por Dawn Witherington

El software *Vortex* PVA (Lacy & Pollak 2020) se proporciona bajo una Licencia Internacional Creative Commons Attribution-NoDerivatives, gracias a la Species Conservation Toolkit Initiative (<https://scti.tools>).

La UICN fomenta reuniones, talleres y otros foros para la consideración y el análisis de cuestiones relacionadas con la conservación y considera que los informes de estas reuniones resultan más útiles cuando se difunden ampliamente. Las opiniones y puntos de vista expresados por los autores no reflejan necesariamente las políticas formales de la UICN, sus Comisiones, su Secretaría o sus miembros.

La designación de entidades geográficas en este libro y la presentación del material no implican la expresión de ninguna opinión por parte de la UICN respecto al estatus legal de ningún país, territorio o área, ni de sus autoridades, ni respecto a la delimitación de sus fronteras o límites.

© 2025 IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group.

Referencia recomendada:

Copsey, J., Prado, I., Bentley, B., Gabela, M.V., Guzman, H., Kuschke, S., Mustin, W., Ortega, A., Reed, K., Reina, R., Ross Salazar, E., Williamson, S., Wyneken, J., Abrego, M., Amores, M., Arauz, R., Arroyave, I., Baboolal, V., Barbanti, A., Barsallo, D., Binder, S., Candela, T., Rojas Cruz, L.A., Delgado-Trejo, C., Dovico, P., Flores, E., Gallego-García, N., García, K., Gaspar, P., Harfush, M., Moore, R., Piedra, R., Suárez, Y., Vallejo, F., Valverde, R., and Shillinger, G. (2025). Eastern Pacific Leatherback Turtle: *Ex Situ* Research Strategy 2026-2035 IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group, Apple Valley, MN, USA.

Una copia digital de este informe y una versión traducida al inglés están disponibles en: www.cpsg.org.

En colaboración con



Resumen Ejecutivo

En julio de 2020, el Grupo de Especialistas en Planificación de la Conservación (CPSG en Inglés¹) de la Comisión de Supervivencia de Especies (SSC en Inglés) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) fue contratado por la organización internacional sin fines de lucro para la conservación de las tortugas marinas, Upwell², para diseñar y facilitar un proceso de toma de decisiones dividido en dos etapas para informar sobre los esfuerzos de conservación de la críticamente amenazada subpoblación de Tortuga Baula del Pacífico Oriental³ (*Dermochelys coriacea*), (abreviado por sus siglas en Inglés, EPLB, en el informe). El objetivo del proceso era determinar hasta qué punto las actividades de manejo *ex situ* (concretamente *headstarting*⁴ y la translocación de huevos) deberían considerarse como complementos de los esfuerzos *in situ* para la especie. Los expertos que participaron en el proceso identificaron la necesidad de desarrollar planes para responder preguntas fundamentales de investigación de historia natural, logística y metodológica.

La recomendación final desarrollada fue que, dadas las incertidumbres actuales sobre la viabilidad y el probable impacto de las actividades de gestión *ex situ* en la recuperación de la EPLB, tales acciones no deberían ser abarcadas en el momento actual, aunque merecen ser examinadas y estudiadas más a fondo. El grupo identificó una serie de temas de investigación que deberían seguirse investigando para ayudar a reducir las incertidumbres en relación a los enfoques de gestión *ex situ* propuestos.

En preparación para los talleres realizados en 2020, se elaboró un Análisis de Viabilidad de la Población (PVA, por sus siglas en inglés) (Miller, 2021) con amplias aportaciones de expertos regionales y de la especie. El PVA predijo que la disminución de las tortugas baula del Pacífico Oriental continuaría a su ritmo actual (~15% anual), de no producirse una reducción considerable de la captura incidental (hasta un 40%) en toda su área de distribución. Los resultados del modelo indicaron una alta probabilidad (>90%) de que la subpoblación de Costa Rica se extinga en menos de 45 años, y la subpoblación de México, así como la metapoblación combinada, se extinga en menos de 55 años. Dadas estas graves tendencias, Upwell Turtles inició el proceso para evaluar las brechas de investigación y las necesidades para informar metodologías complementarias de recuperación *ex situ*.

¹ La misión de CPSG es salvar las especies amenazadas aumentando la eficacia de los esfuerzos de conservación en todo el mundo www.cpsg.org

² La misión de Upwell es proteger y recuperar poblaciones de tortugas en peligro de extinción a través de acciones de investigación y conservación que reduzcan las amenazas en el mar www.upwell.org

³ Hay siete subpoblaciones genéticamente distintas de esta especie a nivel mundial (Lista Roja de la UICN (Wallace et al 2013). La subpoblación del Pacífico Oriental se extiende desde el Golfo de California hasta Argentina, aunque la anidación se concentra en México y Costa Rica

⁴ En este contexto, se considera que *headstarting* es la incubación y eclosión de huevos recolectados en la naturaleza y la crianza de las tortugas recién nacidas *ex situ* antes de liberarlas nuevamente en la naturaleza.

A continuación, el “Taller de investigación de estrategias *ex situ* para la recuperación de la tortuga baula del Pacífico Este 2025” fue organizado por Upwell, MigraMar, el Smithsonian Tropical Research Institute y Ocean Blue Tree, con la planificación y facilitación a cargo de CPSG y el Centro para la Supervivencia de Especies de Argentina (CSS Argentina). El taller también se denominó “Plan B para Baula”, en referencia a su objetivo de crear un plan de respaldo para ganar tiempo para la persistencia de las tortugas baula en el Pacífico Este, hasta que se puedan abordar de manera integral las medidas de captura incidental para garantizar la recuperación en todo el rango de distribución de las tortugas baula del Pacífico Oriental, desde las playas de anidación hasta alta mar y en todos los lugares intermedios, a lo largo de toda su historia de vida, desde neonato hasta adulto.

Este taller tuvo como objetivo desarrollar colaborativamente estrategias de investigación que aborden las principales incertidumbres relacionadas a las intervenciones *ex situ*. Durante el taller, participantes de distintas regiones y disciplinas relevantes contribuyeron con su experiencia en cuatro áreas clave: genética, crianza en cautiverio, movimiento y socio-ecología. El informe resultante resume los resultados del taller, incluyendo una estrategia de investigación para informar el diseño y la implementación de futuros estudios piloto.

Prólogo

Es un honor para mí presentar este importante reporte regional, resultado de un esfuerzo colectivo guiado por un objetivo común y urgente: la recuperación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) en el Pacífico Este, una especie emblemática pero gravemente amenazada. La tortuga baula no solo representa un ícono de nuestros ecosistemas marinos, sino también refleja el estado de salud de nuestros océanos. Su alarmante declive es un llamado a la atención que trasciende fronteras y nos exige actuar de manera conjunta, responsable, visionaria.

Si bien todos esperamos que los esfuerzos de conservación *in situ* actuales y fortalecidos logren revertir esta tendencia, también debemos prepararnos para un escenario donde estas acciones no sean suficientes. En este contexto, es fundamental que la comunidad de conservación de la tortuga baula esté posicionada para implementar medidas *ex situ* que complementen y refuercen los esfuerzos *in situ* existentes. Para hacerlo, es indispensable llevar a cabo investigación para llenar los vacíos de conocimiento antes de avanzar con los esfuerzos *ex situ*.

El taller que se llevó a cabo en Panamá en mayo de 2025 fue un espacio de intercambio y colaboración con expertos de la región e internacionales, quienes aportaron insumos fundamentales para identificar y priorizar las áreas de conocimiento necesarias para evaluar eventuales intervenciones *ex situ*. El taller contó con la presencia de científicas y científicos expertos en diversos temas relacionados a las tortugas marinas, y me gustaría agradecer la presencia de cada uno de los participantes a nivel individual y organizacional. Gracias a su aporte, se consolidó este reporte que detalla alternativas y estrategias de investigación que aborden las principales incertidumbres relacionadas a las intervenciones *ex situ*. Con estas líneas de investigación, la comunidad técnica contará con mejores opciones y mejores

herramientas para evaluar la factibilidad y pertinencia de dichas medidas, si llegaran a ser necesarias.

Panamá es un país megadiverso, un puente biológico entre dos océanos, y ha sido históricamente un sitio clave para la anidación de las tortugas marinas en sus costas del Pacífico y del Atlántico. En nuestro litoral Pacífico, se registran anidaciones ocasionales de tortugas baula, pero en números muy reducidos, y hoy en día, prácticamente nulos. El declive de la tortuga baula en el Pacífico Este nos plantea un reto urgente, pero también una gran oportunidad para reforzar nuestras acciones de conservación, restaurar hábitats críticos, y unir esfuerzos dentro de la región para revertir esta tendencia. En este camino, quiero hacer un llamado firme para que las medidas a adoptarse en la región se adoptan bajo los principios de responsabilidad, sostenibilidad, y el profundo respeto a los pueblos indígenas, pescadores y pobladores locales.

Recuperar la población de la tortuga baula en el Pacífico Este es un desafío complejo, pero no es imposible. Requiere la voluntad política y la articulación regional, así como el respaldo técnico bajo compromisos para que estas soluciones integren conocimiento científico, sabiduría y experiencias locales.

Espero que este reporte sea una gran oportunidad para afianzar la cooperación, evaluar alternativas, construir las estrategias comunes y avanzar hacia un futuro en donde la tortuga baula pueda ocupar con fuerza un lugar dentro de todos nuestros océanos.



Juan Carlos Navarro

Ministro de Medioambiente de Panamá

Contexto

La tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), la especie de tortuga marina más grande, es una especie emblemática para la conservación y un componente clave de los ecosistemas marinos saludables. Al ser una especie altamente migratoria, realiza extensos movimientos transfronterizos entre hábitats de anidación y áreas de alimentación, ocupando diversos hábitats tanto en latitudes templadas como tropicales (Dunn et al. 2019; Wallace et al. 2025). Como se observa en la Figura 1, se han identificado siete unidades de manejo regional (RMU, por sus siglas en inglés) o subpoblaciones de tortuga baula. Si bien la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) clasifica a la tortuga baula como vulnerable (Wallace et al. 2013), las tendencias poblacionales de cada una de las siete subpoblaciones regionales de la especie varían en tamaño, distribución y estado.

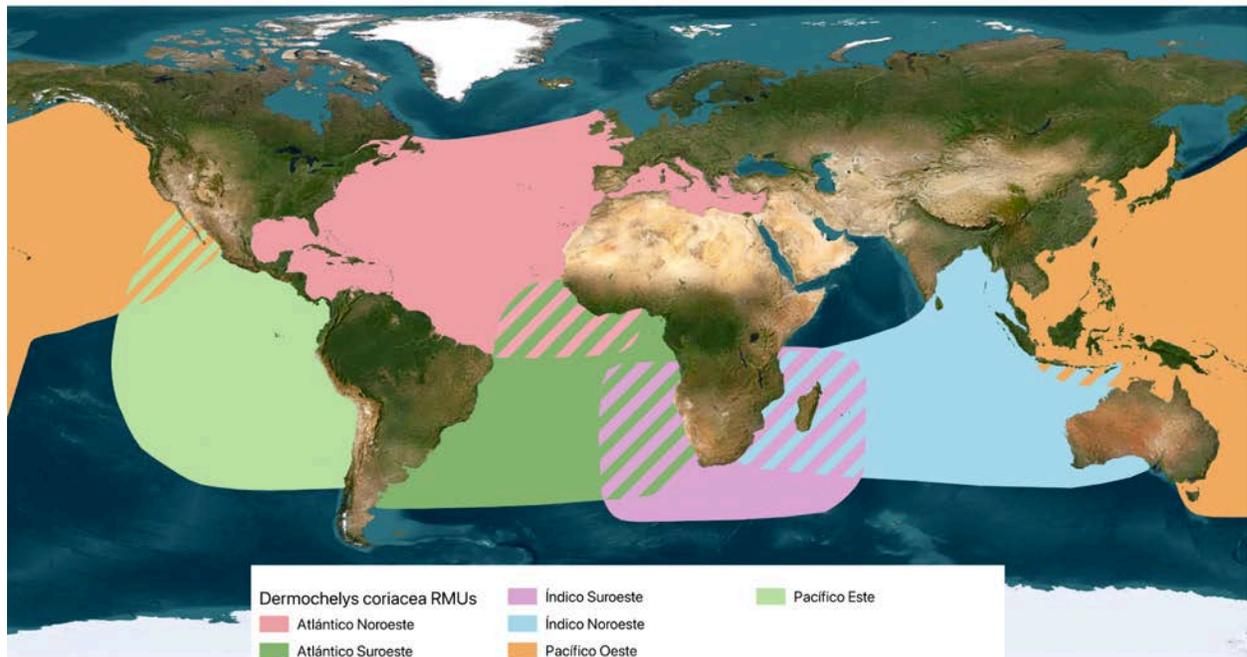


Figura 1: Unidades de manejo regionales de la tortuga baula (Adaptado de Wallace et al. 2023).

La subpoblación del Pacífico Este (en adelante EPLB por sus siglas en inglés) anida a lo largo de la costa oriental de América Central y Sudamérica, desde México hasta Ecuador, y migra hacia el sur, hacia el Océano Pacífico Oriental, frente a las costas de Ecuador, Perú y Chile (Shillinger et al., 2008; Bailey et al., 2012; Laúd OPO Network, 2012). Consideradas anteriormente la subpoblación reproductora más grande del mundo, las tortugas baula del Pacífico Oriental han experimentado un drástico descenso en su abundancia en las últimas décadas (Pritchard, 1982; Spotila et al. 2000; Shillinger et al. 2008; Benson et al. 2015; Laúd OPO Network, 2020; Copsey et al. 2021; Miller, 2021).

Tras haber disminuido más del 95% desde la década de 1980, actualmente se considera una de las poblaciones de tortugas marinas más amenazadas del mundo (Laúd OPO Network, 2020). Actualmente, solo existen playas primarias de anidación en tres estados de México y una provincia de Costa Rica, y se estima que quedan menos de 650 hembras adultas. Por ello, esta subpoblación está clasificada como En Peligro Crítico por la UICN, el nivel de amenaza más alto antes de la extinción.

Esta especie enfrenta amenazas como la recolección de huevos y la degradación del hábitat de las playas de anidación, aunque la principal amenaza actual para la especie son los altos niveles de captura incidental en la pesca, especialmente en aguas internacionales (Wallace et al. 2025). Tan grande es la amenaza, que a pesar de los importantes avances logrados para minimizar la recolección de huevos y garantizar la protección a largo plazo de las playas de anidación, la persistencia de las tendencias actuales de captura incidental podría llevar a la extinción funcional de esta subpoblación antes del 2080 (Laúd OPO Network, 2020).

Resumen del taller anterior

Entre noviembre del 2020 y febrero del 2021, se facilitó un proceso de toma de decisiones de dos etapas con la participación de múltiples partes interesadas en línea para determinar en qué medida las actividades de gestión *ex situ* (específicamente, la translocación de huevos y la crianza en cautiverio) debían considerarse como acciones complementarias a los esfuerzos *in situ* en curso para la especie. El proceso implicó el desarrollo participativo de un modelo de Análisis de Viabilidad de la Población (PVA, por sus siglas en inglés) para la subpoblación (Miller, 2021), que refleja tanto su estado y trayectoria como las posibles trayectorias futuras basadas en diferentes intervenciones de gestión de la conservación (tanto *in situ* como *ex situ*). Esta primera fase fue seguida por una segunda fase de planificación participativa, en la que un grupo más amplio de partes interesadas, tanto de la región como de fuera, se reunió para elaborar una recomendación conjunta para el futuro trabajo (Copsey et al. 2021).

La recomendación final, elaborada y acordada por los participantes de la reunión, fue que, dada la incertidumbre actual sobre la viabilidad de las actividades de gestión *ex situ*, dichas acciones no deberían emprenderse por el momento, aunque ameritan un examen y estudio más profundos. La recomendación reconoció la urgente necesidad de continuar los esfuerzos para proteger las playas de anidación y reducir la captura incidental de individuos en etapas de vida más avanzadas, en línea con las principales amenazas para la especie. La recomendación continuaba:

'...instamos a que, antes de considerar e implementar acciones ex situ, se realicen estudios para llenar los vacíos de conocimiento clave sobre la biología y la ecología de esta población, así como para confirmar o actualizar importantes suposiciones demográficas formuladas como parte del proceso de análisis de viabilidad de la población (PVA). Si bien estos estudios podrían no centrarse directamente en la conservación ex situ per se, sus resultados serían instructivos para priorizar las acciones ex situ cuando se implementen.

Considerando los desafíos de la translocación de huevos y la crianza de neonatos, también recomendamos que se sigan perfeccionando las prácticas de manejo en cautiverio de la tortuga baula. Esto puede lograrse mediante ensayos de translocación de huevos, el desarrollo de nuevas infraestructuras de cría que promuevan la supervivencia de neonatos de baula en cautiverio, e incluso el estudio en cautiverio de tortugas vivas para llenar vacíos de conocimiento relacionados con etapas de vida poco comprendidas.'

Los participantes de la reunión identificaron múltiples temas de investigación que ameritaban mayor investigación para ayudar a reducir la incertidumbre en torno a los enfoques de gestión *ex situ* propuestos. Llenar estos vacíos de conocimiento garantizaría que, en caso de que las intervenciones *in situ* en curso no logren frenar el declive poblacional, o si se identificara una necesidad urgente de acciones *ex situ*, los profesionales de la conservación *ex situ* contarán con los conocimientos y las capacidades necesarios para maximizar la probabilidad de éxito de medidas *ex situ* adicionales.

Análisis de viabilidad de la población

El PVA desarrollado para informar este proceso de multiactores se diseñó con el fin de evaluar el potencial de las estrategias de gestión *ex situ* para contribuir de manera significativa a la recuperación de la tortuga baula del Pacífico Este. Los PVA se utilizan frecuentemente para recopilar datos esenciales sobre la demografía y el ciclo biológico de las poblaciones, lo que permite a los investigadores simular trayectorias futuras en diversos escenarios de gestión.

Este análisis se llevó a cabo utilizando el software de simulación estocástica Vortex (versión 10.4), que ejecuta múltiples iteraciones incorporando la variabilidad ambiental en parámetros clave como el éxito reproductivo y las tasas de mortalidad. La base estructural de este PVA se adaptó a partir de un modelo desarrollado por Red Laúd OPO (2020), con modificaciones y ampliaciones significativas para permitir un análisis con una resolución más precisa, a escala de playa de anidación, para la población del Pacífico Oriental. Esta mayor resolución espacial permitió una evaluación más matizada de los efectos de las estrategias de gestión alternativas en la recuperación de la población local. Además, el análisis amplió el alcance y la escala de las intervenciones *ex situ* más allá de las incluidas en el modelo Laúd OPO.

Las medidas de gestión *in situ* se modelizaron como un aumento del 50% en la producción anual de crías de las playas de anidación índice en México o Costa Rica. La reducción de las capturas incidentales, otra medida *in situ*, se simuló como una disminución proporcional (entre el 5% y el 40%) de la mortalidad anual de subadultos y adultos. La gestión *ex situ* se evaluó a través de cuatro escenarios alternativos:

- **HS (*headstarting*)**: Los huevos de tortuga baula de las playas locales se incuban y las crías se crían en cautividad durante tres meses antes de ser liberadas en alta mar.
- **ET-A (*traslado de huevos A*)**: Los huevos de una fuente externa no especificada se trasladan a nidos artificiales o criaderos, y se permite que las crías se liberen por sí mismas en condiciones naturales.
- **ET-B (*traslado de huevos B*)**: Los huevos de una fuente externa se incuban y eclosionan dentro de una instalación, y las crías se liberan entre 24 y 48 horas después de la eclosión.
- **ET-C (*traslado de huevos C*)**: Los huevos de una fuente externa se incuban en una instalación y las crías se crían durante tres meses antes de su liberación en alta mar.

Cada escenario incorporaba supuestos clave que se identificaron y debatieron en colaboración con un equipo de partes interesadas durante el desarrollo del modelo. Las medidas de gestión se simularon durante un período de 25 años y se evaluaron en tres niveles de intensidad de intervención, definidos por el número de huevos recogidos anualmente (2000, 4000 o 6000). Otro supuesto clave de los escenarios de crianza en cautiverio fue que las tortugas baula solo podían criarse sin efectos secundarios adversos hasta los tres meses de edad. Desde la creación de este modelo, nuevas investigaciones indican que una mayor duración de la crianza (seis, nueve o doce meses) podría ser posible con nuevos datos sobre supervivencia en cautiverio a estas edades (Kanghae et al. 2023). El PVA presentado aquí podría ajustarse

fácilmente con esta nueva información para informar mejor la planificación de las medidas de conservación.

En las condiciones de gestión actuales, las proyecciones del modelo indicaron que tanto la subpoblación de México como la de Costa Rica seguirían disminuyendo a un ritmo estimado del 15% anual, en consonancia con las conclusiones del modelo Laúd OPO de 2020. Nuestros resultados también sugieren una alta probabilidad de extinción local, con la subpoblación de Costa Rica potencialmente extirpada en menos de 45 años y la subpoblación de México en menos de 55 años. Estos hallazgos subrayan el valor de un análisis a escala más detallada, que puede revelar tendencias críticas de la población local y riesgos de extinción que los modelos de metapoblación a escala más amplia pueden pasar por alto.

Entre las estrategias *in situ*, la reducción de las capturas accidentales en la pesca, que se traduce en una menor mortalidad de subadultos y adultos, mostró su potencial para frenar o revertir el declive de la población. Sin embargo, el aumento de la abundancia de hembras reproductoras durante un periodo de 60 años requirió medidas de mitigación agresivas e inmediatas. Debido al periodo de maduración estimado de 12 años que necesitan las hembras de tortuga baula para alcanzar la madurez reproductiva, las intervenciones *in situ* por sí solas requirieron más de una década para producir efectos observables en la trayectoria de la población (Avens et al. 2020). En el caso de la subpoblación de México, fue necesario mitigar la mortalidad por captura incidental en más de un 30% para aumentar la abundancia de hembras reproductoras tras el periodo de simulación de 60 años. Sin embargo, la subpoblación de Costa Rica no se recuperó hasta alcanzar los niveles iniciales de reproducción tras 60 años, ni siquiera con una mitigación de la mortalidad por captura incidental del 40%.

Se realizó un análisis de sensibilidad sobre una hipótesis clave: la tasa de supervivencia de las tortugas liberadas a los tres meses de edad. Si la supervivencia tras la liberación es igual o inferior a la de las crías silvestres, es probable que la liberación prematura tenga efectos limitados o incluso negativos sobre la persistencia de la población. Por lo tanto, cualquier implementación de la liberación prematura debe ir precedida de una investigación exhaustiva y de ensayos experimentales para determinar la viabilidad tras la liberación de los individuos liberados prematuramente.

A pesar de esta incertidumbre, se incorporaron al modelo opciones de gestión *ex situ* que arrojaron las siguientes conclusiones:

- El aumento de la escala de las intervenciones *ex situ* (de 2000 a 6000 huevos al año) mejoró la probabilidad de persistencia de la población, especialmente cuando se combinó con un aumento de los niveles de gestión *in situ* (es decir, una mayor reducción de la mortalidad por captura incidental).
- Entre las opciones *ex situ*, el escenario de translocación de huevos C (ET-C) generó los mayores aumentos en la abundancia de hembras nidificantes a lo largo del tiempo, mientras que el programa de cría en cautividad (HS) proporcionó los menores.

- Aunque la subpoblación de Costa Rica siguió siendo más pequeña que la de México, mostró mayores aumentos proporcionales en la abundancia de hembras reproductoras gracias a las intervenciones *ex situ*.

En general, los resultados sugieren que los escenarios de translocación de huevos, en particular el ET-C, pueden ofrecer mayores beneficios a largo plazo para la persistencia de la población que las estrategias de *headstarting* o *in situ* por sí solas. No obstante, la combinación de medidas *in situ* y *ex situ* proporcionó los resultados más prometedores para evitar la extinción local. Durante los talleres con las partes interesadas, los participantes plantearon consideraciones importantes, entre ellas la capacidad de los individuos trasladados para adaptarse a los nuevos entornos de anidación. Estos debates pusieron de relieve la necesidad de realizar pruebas experimentales rigurosas antes de aplicar estrategias *ex situ* en programas de conservación en el mundo real. No obstante, las opciones *ex situ* modeladas tienen el potencial de reducir el riesgo de extinción de ambas subpoblaciones a corto plazo.

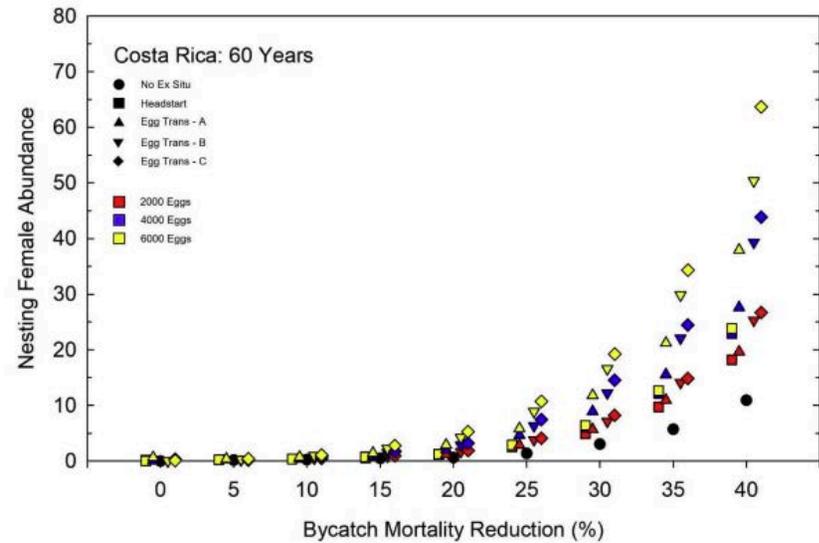
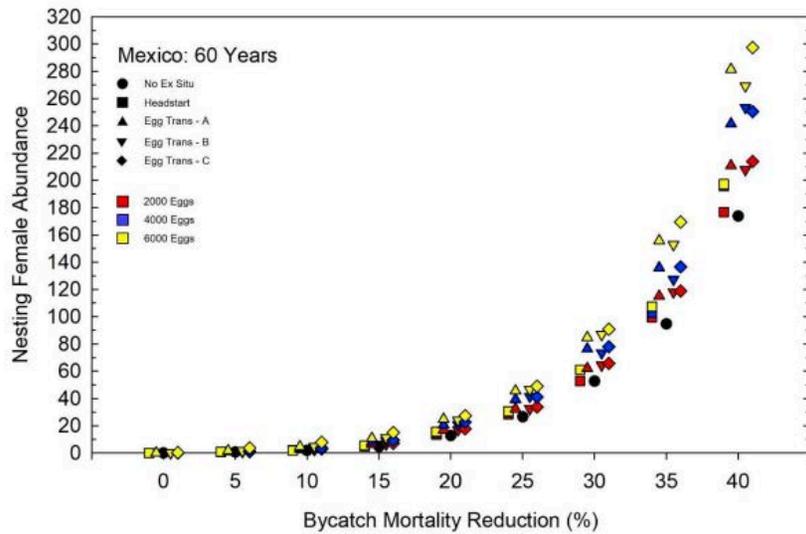


Figura 2: Abundancia media prevista de hembras anidadoras en las subpoblaciones de México y Costa Rica al año 60, bajo diversos escenarios de manejo *in situ* y *ex situ*. Los círculos negros representan estrategias exclusivamente *in situ*, mientras que los diferentes símbolos y colores indican opciones *ex situ* y sus niveles de implementación (tasas de recolección de huevos). La posición de los símbolos está alterada para mayor claridad; véase la leyenda y el texto para más detalles.

Si bien las intervenciones *ex situ* pueden contribuir con un gran número de individuos a la abundancia de la población, su impacto es limitado a menos que se combinen con esfuerzos *in situ* eficaces, en particular la reducción de la mortalidad por captura incidental, que permite a estos individuos sobrevivir hasta la edad reproductiva. Dada la naturaleza compleja y laboriosa de la mitigación de la captura incidental, un enfoque de gestión combinado que integre acciones *in situ* y *ex situ* puede proporcionar la estrategia más eficaz para prevenir la extinción a corto plazo y facilitar la recuperación a largo plazo.

Resultados

Visión

Este proyecto tiene como objetivo contribuir a la recuperación y sostenibilidad a largo plazo de la población EPLB a través de la exploración colaborativa basada en la ciencia de estrategias de conservación *ex situ* que complementan las acciones fundamentales de conservación *in situ*.

Para 2030 habremos...

- Mejorado técnicas de crianza en cautiverio capaces de aumentar la producción de tortugas que alcanzan los 2 meses de edad, e implementado enfoques escalonados e incrementales para prolongar periodos de crecimiento saludable (por ejemplo, 3 meses de edad o más) una vez superado un nivel mínimo de supervivencia del 80% a los 2 meses.
- Determinado la compatibilidad genética de las tortugas EPLB con las posibles poblaciones fuente para su potencial translocación.
- Identificado, mediante ensayos de campo y modelos, los factores que gobiernan los comportamientos de dispersión de las tortugas EPLB juveniles.
- Construido alianzas sólidas con personas, organizaciones y gobiernos que estén directamente conectados y comprometidos en esta visión.

Temas de Investigación

En el taller del 2020, los participantes coincidieron en la necesidad de mayor investigación para fundamentar las acciones *ex situ* ([Copsey et al., 2021](#)). El informe del taller identificó áreas prioritarias para futuros estudios: Historia de vida y tasas vitales, incluyendo supervivencia, crecimiento y reproducción; Salud, manejo y crianza en cautiverio; Desarrollo y proporción de sexos; Prácticas de translocación en etapas tempranas de la vida; Dispersión y supervivencia temprana; Genética; Sociopolítica y participación pública; y Posibles impactos del cambio climático.

El objetivo del Taller de Estrategia de Investigación *Ex Situ* de la Tortuga Baula del Pacífico Este, del 12 al 15 de mayo de 2025, fue desarrollar un conjunto colaborativo de propuestas de investigación para abordar las preguntas pendientes sobre temas clave de investigación *ex situ*. Para facilitar este proceso, los organizadores del taller condensaron las áreas focales en cuatro

grupos: Genética, Crianza en cautiverio, Movimiento y Socioecología (Figura 3), con tareas recomendadas para los participantes según sus respectivas áreas de especialización.

La tarea de cada grupo consistió en identificar y articular las preguntas de investigación más urgentes y definir propuestas de investigación prioritarias, junto con las metodologías científicas para responderlas. Algunas preguntas de investigación abarcan los dominios de varios grupos, lo que requiere la colaboración y la coordinación interdisciplinaria.

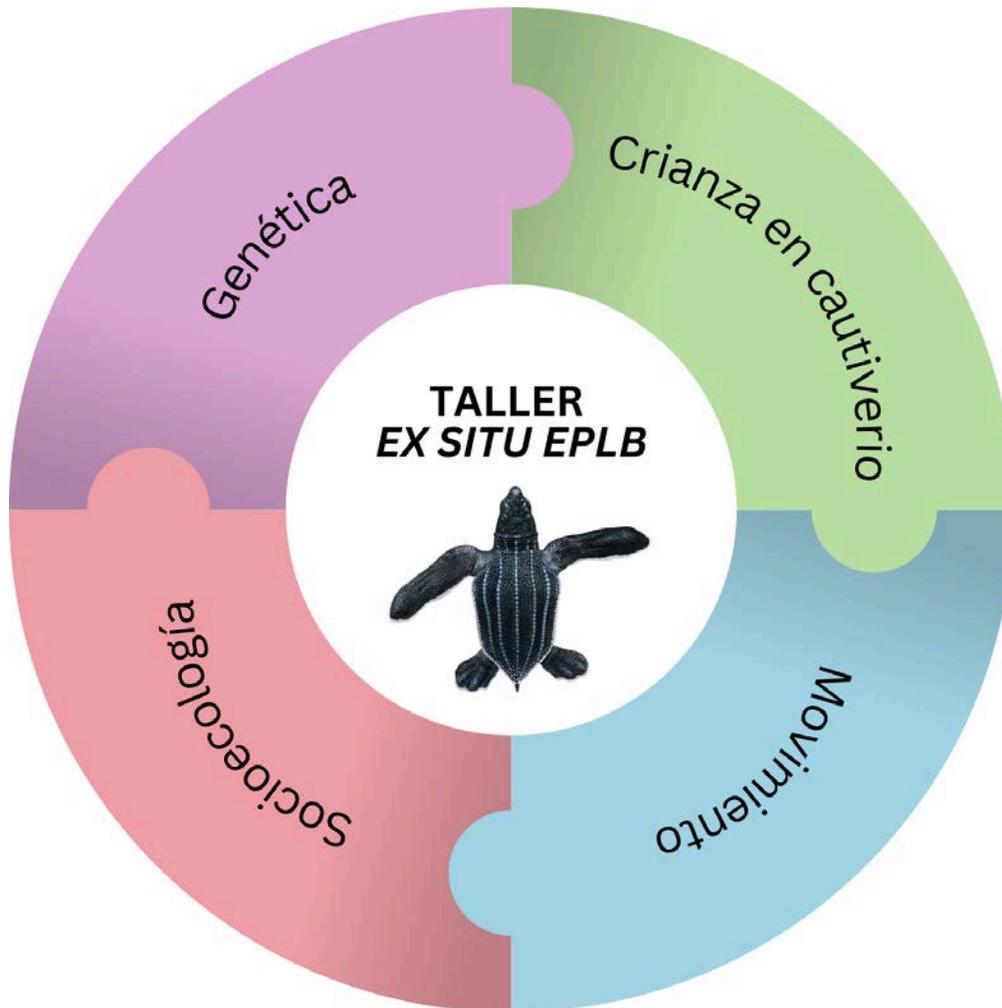


Figura 3: Las cuatro áreas focales y grupos de investigación del taller.

Genética

Comprender las posibles implicaciones genéticas de las intervenciones de conservación *ex situ* es esencial para garantizar el éxito de estas acciones. La compatibilidad genética, la diversidad y la estructura poblacional desempeñan un papel fundamental en el éxito y la sostenibilidad a largo plazo de estos esfuerzos. Este tema de investigación explora la composición genética de las posibles poblaciones de origen y receptoras, evalúa los posibles riesgos y beneficios de la mezcla de poblaciones genéticas y busca garantizar que las estrategias de conservación no

tengan consecuencias involuntarias desadaptativas que impidan la recuperación poblacional.

Nuestras metas de investigación se centran en comprender la salud genómica de la población EPLB y de las posibles poblaciones de origen, así como su compatibilidad y conectividad genómica. Estas metas se desglosaron en cuatro temas generales, cada uno de los cuales busca responder a los componentes fundamentales del objetivo.

1. Evaluar la viabilidad de las estrategias *ex situ* mediante análisis genéticos que aborden la compatibilidad, la adaptabilidad y la salud genética.

La introducción de individuos de una ubicación de origen externa puede, inadvertidamente, causar impactos adversos en la población de origen. La consideración más importante para las posibles intervenciones de conservación *ex situ* es la compatibilidad genética entre la población de origen y la receptora. Las poblaciones de tortuga baula han estado aisladas durante períodos considerables, lo que ha permitido que procesos como la adaptación y la deriva genética alteren sus genomas hasta el punto de generar incompatibilidad reproductiva. Esta meta de investigación requiere comprender (1) las diferencias genómicas entre poblaciones, (2) si hay evidencia de incompatibilidad genómica entre poblaciones, (3) si muestran adaptación local que puede diluirse mediante la mezcla de poblaciones y (4) su salud genómica general.

Resumen del objetivo:

- Determinar la variación genómica y el flujo génico entre poblaciones.
 - Estructura genómica poblacional.
- Identificar evidencia genómica de adaptación local.
 - Identificar el potencial de depresión por exogamias.
- Evaluar la salud genómica de la población.
 - Cuantificar los niveles de heterocigosidad/diversidad, endogamia, carga genética e historia demográfica en poblaciones globales.

Tiempo esperado:

- Muchos de los componentes de este estudio se están investigando actualmente en un análisis global de la genómica de la tortuga baula a través de la Universidad de Massachusetts Amherst y el Centro de Pesca Marina del Suroeste de NOAA, en colaboración con aliados internacionales. Se prevé que esta investigación se publique en un plazo de 12 meses.
- Si bien los análisis actuales contienen representación de la población EPLB, la recolección y secuenciación de muestras adicionales, como se describe en el plan de investigación, podría comenzar de inmediato y debería tomar menos de dos años para agregarlas a los conjuntos de datos existentes.

2. Determinar la base genética del rendimiento reproductivo y la viabilidad de las crías.

Es importante comprender si existe una relación entre el genotipo parental y el rendimiento reproductivo. La meta de este objetivo es comprender qué caracteriza a un progenitor genotípicamente "bueno".

Resumen del objetivo:

- Comprender si existe una correlación entre los genotipos parentales y los resultados reproductivos.
- Comprender la correlación entre el genotipo y la viabilidad de las crías.
- Determinar si existe un vínculo genético entre la elección constante de un buen hábitat de anidación y el genotipo.

Tiempo esperado:

- Esto requerirá un gran número de muestras y acceso a los huevos. Dependiendo de esto, la pregunta de investigación podría responderse en un plazo de 3 a 5 años.

3. Determinar si existe una contribución genética a la fidelidad a los sitios de anidación y la migración.

Las tortugas baula realizan migraciones a gran escala entre sus sitios de reproducción y alimentación. Además, generalmente regresan a sus playas natales y anidan repetidamente en áreas similares. La translocación y la cría de huevos de una población a otra pueden tener un efecto neto nulo si los adultos reproductores regresan a sus lugares de origen, en lugar de a la ubicación translocada, debido a factores genómicos que determinan las rutas migratorias. Nuestro objetivo es determinar si existe un componente genético en los comportamientos migratorios de las tortugas baula que impida el éxito de las intervenciones de conservación *ex situ*. Reconocemos que esta meta de investigación es compleja y probablemente requerirá el uso de organismos alternativos donde ya existen datos, lo que limitará las inferencias sólidas dirigidas a las tortugas baula.

Resumen del objetivo:

- Examinar los posibles componentes genéticos subyacentes asociados con su:
 - Retorno natal
 - Fidelidad al sitio de anidación
 - Patrones de migración

Tiempo esperado:

- Los plazos para este objetivo variarán considerablemente según la disponibilidad de muestras ya recolectadas.
- Si este proyecto comenzara sin apoyo en especie, es poco probable que se logre dentro de los plazos propuestos.

4. Determinar el impacto genómico del uso de nidos "condenados" para la translocación.

Un posible método de intervención de conservación *ex situ* propuesto consiste en obtener huevos de nidos "condenados", ya sea dentro de la población de tortugas baula del Pacífico Oriental o de una zona de origen. El objetivo es determinar si la selección activa de estos nidos puede tener efectos negativos a largo plazo en la(s) población(es). La cría y liberación de crías de nidos condenados actuará como una forma de selección artificial, lo que podría resultar en que futuras poblaciones pongan constantemente nidos condenados si existe un componente genético hereditario en la selección del sitio de anidación.

Resumen del objetivo:

- Determinar si estamos seleccionando crías de baja calidad al tomar huevos de nidos condenados.
- Determinar si reubicamos los nidos condenados en la población de origen y tomamos un nido saludable en su lugar, si estamos reduciendo o teniendo un impacto negativo en la población de origen.

Tiempo esperado:

- Una vez que se haya conseguido el financiamiento, este proyecto puede avanzar rápidamente, sólo requerirá tomar muestras de nidos condenados y exitosos, y medir el rendimiento de las crías.

Crianza en cautiverio

En cualquier esfuerzo de conservación *ex situ*, es fundamental comprender y optimizar las condiciones de crianza que favorezcan la supervivencia, la salud y la viabilidad a largo plazo de las crías de tortuga baula. Este tema de investigación se centra en identificar los factores ambientales, nutricionales y microbianos que influyen en el desarrollo de las crías, así como en desarrollar las mejores prácticas que repliquen las condiciones naturales, minimizando al mismo tiempo las enfermedades, el estrés y la mortalidad. Un objetivo clave es garantizar que las crías criadas en cautiverio estén física y fisiológicamente preparadas para su liberación exitosa al medio natural y su eventual contribución a la población reproductiva.

Abordamos cinco metas principales de investigación sobre crianza y salud para apoyar la conservación *ex situ* de las tortugas baula, cada uno vinculado a preguntas y objetivos de investigación específicos.

1. Aumentar el éxito de eclosión

Esta meta aborda la cuestión de por qué el éxito de eclosión es bajo y qué causa la muerte embrionaria. El primer objetivo consiste en recopilar y estandarizar datos históricos y actuales de anidación a nivel mundial, centrándose en la identidad materna, las condiciones ambientales y la estadificación de los embriones fallidos. Esta iniciativa de bajo costo podría comenzar de inmediato, aunque debido al tiempo necesario para recopilar datos en múltiples idiomas y la implementación de esos datos, esta meta probablemente tomará entre 1 y 3 años dependiendo del financiamiento y el personal. El segundo objetivo propone experimentos controlados para aislar los factores ambientales y genéticos que afectan el desarrollo, incluyendo análisis moleculares. Se prevé que estos estudios, que requieren importantes recursos y colaboración, tengan una duración de 3 a 5 años.

2. Identificar las mejores prácticas para la translocación de huevos

Para responder a las preguntas sobre los procedimientos y el impacto del transporte de huevos, esta meta incluye dos objetivos. El primero investiga los efectos de la hipoxia y otras condiciones de transporte en el éxito de la eclosión y el rendimiento temprano, con pruebas en múltiples sitios durante dos años. El segundo busca producir un manual público que resuma las mejores prácticas, sujeto al cumplimiento del primer objetivo. Estos esfuerzos son esenciales para mejorar el éxito de la reubicación de huevos a

larga distancia. Ambos objetivos requieren una financiación modesta, dedicada y fiable durante varios años, y se espera que ambos se completen en un plazo de 1 a 3 años.

3. Optimizar la cría en cautiverio y el momento de liberación

Esta meta busca determinar el tamaño, la edad y el momento ideales para la liberación de las crías criadas en cautiverio. Los objetivos incluyen revisiones bibliográficas, identificación genética, marcaje satelital y evaluaciones de salud. Estos estudios a largo plazo (hasta 20 años) requieren una financiación anual sustancial y la colaboración entre regiones. Su objetivo es maximizar la supervivencia tras la liberación e informar sobre los protocolos de liberación.

4. Mejorar la salud de las crías y los protocolos de crianza en cautiverio

Para mejorar el éxito de la crianza en cautiverio a gran escala, esta meta incluye cinco objetivos: (1) identificar indicadores de rendimiento fiables, (2) perfeccionar los métodos de incubación, (3) establecer estándares de crianza en cautiverio, (4) explorar alternativas escalables a las prácticas actuales de manejo y (5) crear un manual de protocolos de cuidado escalonado. Estos esfuerzos abarcan desde el corto plazo (2 años) hasta el largo plazo (20 años), con un enfoque en enfoques prácticos para el cuidado animal. Todos los objetivos requieren financiamiento, instalaciones y personal confiables para cumplir las tareas. Sin embargo, dada la urgencia de este objetivo crítico, es esencial cumplir con el plazo de dos años siempre que sea posible. Además, el plazo de 20 años debe estructurarse para cumplirse de forma incremental, dada la grave situación de esta subpoblación.

5. Reducir la mortalidad por dermatitis micótica

Centrándose en la enfermedad fúngica letal causada por *Fusarium* spp., esta meta incluye cinco objetivos: (1) desarrollar protocolos de muestreo de arena, (2) realizar pruebas fúngicas, (3) identificar tratamientos, (4) investigar las fuentes de patógenos y (5) comparar las diferencias regionales que podrían explicar la incidencia variable de la enfermedad. Los plazos varían de 2 meses a 5 años y requieren colaboración internacional. Los objetivos 1 y 2 probablemente requieran de 1 a 3 temporadas de anidación y eclosión, dependiendo del acceso a muestras de arena relevantes. Los objetivos 3, 4 y 5 probablemente requerirán de 2 a 5 años. Las necesidades de financiación son moderadas.

Movimiento

Comprender los patrones de movimiento de las tortugas baula es esencial para fundamentar las estrategias *ex situ*. Este grupo de investigación se centra en cómo se desplazan las tortugas baula, especialmente durante sus vulnerables etapas iniciales de vida, y cómo este conocimiento puede contribuir a la optimización de las estrategias de translocación, crianza en cautiverio y liberación.

Si bien se han realizado amplios estudios de seguimiento de tortugas baula adultas (en particular, de hembras entre anidación y posanidación), los movimientos de crías y juveniles siguen siendo poco conocidos. Estas primeras etapas son cruciales para la supervivencia y la

recuperación poblacional. Este tema examina cómo las tortugas baula se dispersan en alta mar, las señales que utilizan para orientarse y cómo las diferentes condiciones de crianza afectan sus movimientos y comportamientos posteriores. Para abordar las preguntas de investigación sobre el movimiento, se utilizan modelos y datos de seguimiento satelital para subsanar las deficiencias de datos clave, perfeccionar las estrategias de liberación y orientar la planificación de la conservación a largo plazo.

Identificamos cinco metas de investigación principales, cada uno con objetivos y metodologías de investigación específicos:

1. Determinar las estrategias óptimas de liberación (dónde, cuándo y a qué edad) para maximizar la supervivencia de las tortugas criadas en cautiverio.

Para aumentar las probabilidades de supervivencia de las tortugas criadas en cautiverio tras su liberación, es fundamental determinar a) dónde se encontrarán los juveniles a edades específicas y b) los mejores sitios para aumentar la supervivencia tras la liberación. El Modelo de Movimiento Activo de Tortugas Marinas (STAMM, por sus siglas en inglés) (Gaspar y Lalire 2017; Lalire y Gaspar 2019; Gaspar et al. 2022), puede utilizarse para abordar ambos objetivos. A medida que la tecnología y nuestra comprensión del comportamiento de las tortugas marinas evolucionen, prevemos perfeccionar el STAMM e incorporar enfoques y metodologías de modelado complementarios. Los esfuerzos iniciales de modelado incluirán los datos de movimiento existentes, pero será necesario un perfeccionamiento continuo a medida que se disponga de nueva información sobre el movimiento (véase más adelante).

2. Comprender los patrones migratorios y los comportamientos de dispersión de los juveniles, así como la influencia de variables ambientales clave.

El comportamiento de dispersión de las tortugas baula, tanto horizontal como vertical, se ve influenciado por factores ambientales como las corrientes oceánicas, la temperatura superficial del mar y la disponibilidad de presas. Para comprender esta dinámica, se colocarán marcas satelitales en juveniles criados en cautiverio de diferentes edades para rastrearlos a lo largo del tiempo tras su liberación en diferentes lugares. Los datos de estos despliegues se utilizarán para perfeccionar los modelos mencionados y comprender mejor los movimientos en las primeras etapas de la vida. Este trabajo se coordinará estrechamente con el equipo de crianza en cautiverio para alinearlo con la preparación de las tortugas y los lugares de liberación.

3. Evaluar cómo las diferentes condiciones de crianza afectan los movimientos y la supervivencia de las tortugas baula juveniles.

Compararemos el movimiento y la supervivencia de tortugas criadas en diferentes condiciones: a) tortugas criadas en cautiverio, eclosionadas en incubadoras; b) tortugas criadas *in situ* en playas de anidación y posteriormente en cautiverio; y c) tortugas translocadas criadas en ambas condiciones. Mediante la instalación de dispositivos satelitales en tortugas de cada escenario de crianza, podemos examinar las diferencias en los patrones de supervivencia, dispersión y movimiento. Esta información será crucial

para optimizar las prácticas de crianza y también requerirán una estrecha colaboración con el grupo de crianza en cautiverio.

4. Determinar la supervivencia estimada de las tortugas baula juveniles durante el primer y segundo año tras la liberación.

La supervivencia de las tortugas baula juveniles es una de las variables más inciertas, pero de mayor impacto en la dinámica poblacional de tortugas baula. Estimar la supervivencia durante este período es esencial para evaluar la eficacia de medidas complementarias *ex situ*, como la crianza en cautiverio, *headstarting* y la translocación. El rastreo satelital de tortugas juveniles de diferentes edades criadas en diferentes condiciones (véase más arriba) proporcionará datos demográficos cruciales para fundamentar los análisis de viabilidad poblacional, las evaluaciones del estado y el posible desarrollo de nuevas medidas de recuperación.

5. Examinar cómo las diferentes técnicas de impronta influyen en la migración, supervivencia y, en última instancia, en la filopatría de las tortugas baula.

La impronta durante las primeras etapas de la vida puede influir en los patrones de movimiento y la filopatría de las tortugas que regresan a sus áreas natales o sitios de liberación. Exploraremos este tema mediante métodos de huella genética. Todas las tortugas liberadas, independientemente de su translocación o condición de crianza, serán objeto de un perfil genético para desarrollar un banco de genes. Con el tiempo, a medida que se encuentren tortugas juveniles y adultas en la naturaleza (por ejemplo, a través de la pesca o programas de monitoreo), se recolectará ADN y se comparará con la base de datos de referencia para determinar su origen y evaluar la fidelidad al sitio. Esto requerirá una estrecha colaboración con el grupo de Genética para estandarizar los protocolos y con el grupo de Socioecología para fortalecer la capacidad de las partes interesadas para la recolección de muestras. Este enfoque demostrará la eficacia de las medidas *ex situ* como medida de recuperación poblacional para las tortugas baula.

Socioecología

Este tema de investigación se centra en cómo diseñar iniciativas de conservación *ex situ* para complementar y reforzar las prioridades de conservación *in situ*, con el fin de lograr un enfoque de conservación integral para la tortuga baula en el Pacífico Este. Esto se logrará mediante el establecimiento, la expansión y el mantenimiento de la protección de las playas de anidación y las áreas marinas/naturales protegidas. Las medidas *ex situ*, como los programas de crianza en cautiverio y liberación, deben alinearse con, y reforzar, las iniciativas en curso, como la protección de las playas de anidación y la reducción de la captura incidental. Por ejemplo, un programa de crianza en cautiverio y liberación podría proporcionar una justificación tangible para la protección continua de las playas de anidación que enfrentan presiones del desarrollo inmobiliario. El éxito de la conservación *ex situ* depende del apoyo público, la alineación de políticas, la participación local y la financiación sostenible. En última instancia, el objetivo es diseñar programas de conservación holísticos que sean ecológicamente sólidos, socialmente valiosos y económicamente sostenibles.

Para abordar este tema de investigación, se desarrollaron seis metas, la mayoría de las cuales tienen un alcance regional para el Pacífico Este, aunque también se consideran a escalas nacionales y locales más pequeñas. Algunas de estas requieren implementación en plazos definidos, como un año, mientras que otras deben abordarse de forma dinámica y continua.

1. Identificar la normativa vigente y las posibles lagunas en las medidas de conservación *ex situ*.

Esta meta busca realizar un diagnóstico legal a escala regional y nacional para identificar las diferencias en la normativa y las posibles lagunas legales que podrían obstaculizar la implementación de actividades *ex situ* dentro de la estrategia.

2. Identificar y abordar las inquietudes públicas y políticas que deben abordarse antes de implementar medidas de conservación *ex situ*.

Para abordar cualquier inquietud pública o política relacionada con la conservación *ex situ*, esta meta busca (1) recopilar los datos científicos que respaldan estas estrategias, incluyendo casos de éxito de acciones *ex situ*, y (2) implementar una estrategia de comunicación que comunique esta información eficazmente al público.

3. Mapear a los actores clave en la región.

El objetivo de esta investigación es identificar y priorizar a los actores relevantes (es decir, pescadores, grupos comunitarios de conservación, autoridades locales, funcionarios de áreas protegidas, docentes, sector privado, mujeres y jóvenes) para implementar esta estrategia. Se basa en comprender sus preocupaciones y encontrar la mejor manera de abordarlas mediante un enfoque inclusivo. Esto también debe implicar la búsqueda de aliados estratégicos de los países de origen y receptores (ya sean recursos biológicos o monetarios) que puedan contribuir o implementar medidas de conservación *in situ* o *ex situ* en el Pacífico Oriental.

4. Identificar herramientas políticas o relaciones gubernamentales que puedan aprovecharse para lograr reducciones en la captura incidental o la protección de hábitats clave para la tortuga baula.

Esta meta busca analizar las regulaciones pesqueras nacionales, regionales e internacionales que podrían reducir la captura incidental en la región y cómo garantizar su difusión en hábitats clave, con la participación de las organizaciones pesqueras como aliados estratégicos, junto con las inversiones en conservación *ex situ*.

5. Determinar los aspectos socioecológicos clave a considerar en posibles áreas de conservación *ex situ*.

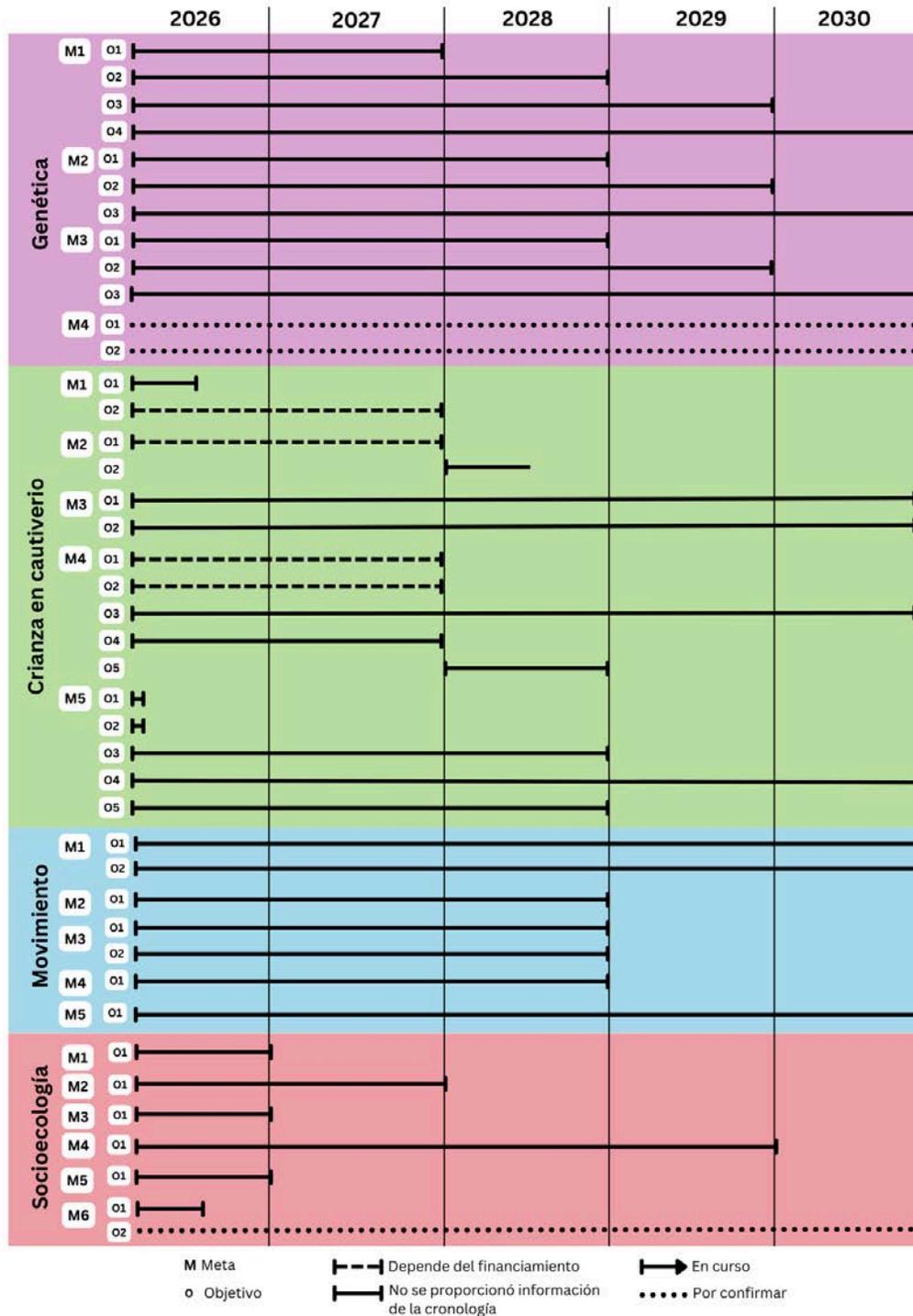
Este objetivo general busca integrar los diversos aspectos descritos en los objetivos anteriores, culminando en un diagnóstico socioecológico de los sitios estratégicos *ex situ*, con la participación de las comunidades y organizaciones locales. Esto implicaría la realización de un estudio de viabilidad social, socioeconómica y ecológica para desarrollar el proyecto en determinadas áreas o instalaciones.

6. Facilitar la integración de las acciones *ex situ* en la conservación *in situ*.

La sostenibilidad de las acciones de conservación *ex situ* depende de su integración con las estrategias *in situ* existentes. Esta meta consta de dos objetivos. El primero busca identificar las diversas acciones de conservación *ex situ* que puedan complementar los programas *in situ*. El segundo consiste en desarrollar una estrategia de integración para el plan de acción de conservación *ex situ* y complementarla con las actividades del plan de conservación *in situ*, facilitando así la implementación de ambos en una ubicación clave.

Línea de tiempo de acción

La siguiente línea de tiempo ilustra el plazo estimado para que cada grupo alcance sus metas y objetivos de investigación. En el Apéndice B se proporciona una clave del plan de investigación de cada grupo.



Marco de Gobernanza

Además de los responsables de las acciones de investigación y los colaboradores, la implementación de la Estrategia de Investigación *Ex Situ* se coordinará y apoyará mediante el establecimiento de un marco de gobernanza sencillo. Migramar y Upwell contribuirán a la coordinación y el apoyo al logro de las metas a nivel intertemático. Cada área temática de investigación contará con su propio coordinador, quien se comunicará directamente con quienes implementan las acciones y retroalimentación a Migramar y Upwell para que puedan brindar el apoyo más eficiente y eficaz para la implementación de la estrategia (Figura 4).

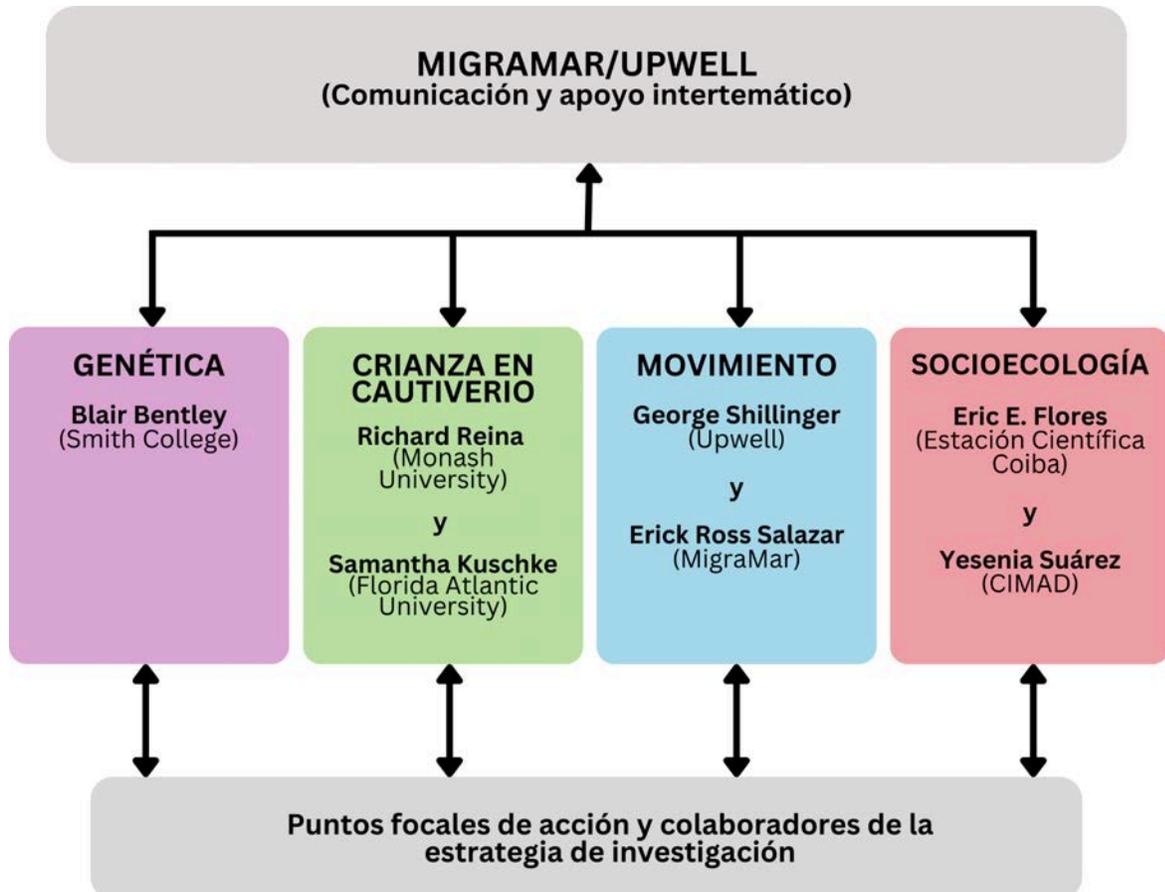


Figura 4: Marco de gobernanza para apoyar la comunicación y la ejecución de la estrategia.

Proceso

Facilitando la organización

El proceso para elaborar esta Estrategia de Investigación *Ex situ* fue diseñado y facilitado por el Grupo de Especialistas en Planificación para la Conservación (CPSG por su sigla en Inglés) de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la UICN. El CPSG lleva más de 40 años diseñando y facilitando procesos colaborativos de planificación para la conservación de especies para gobiernos, organizaciones no gubernamentales y otras organizaciones de conservación. El proceso se basó en los siguientes principios de planificación, extraídos de los [Principios y Pasos de Planificación para la Conservación de Especies del CPSG](#):

- 1. Planificar para actuar:** el propósito de la planificación es promover y guiar acciones eficaces para mejorar la gestión de la conservación. Este principio sustenta toda la labor del CPSG.
- 2. Promover la participación inclusiva:** la inclusividad se refiere no sólo a quiénes están incluidos en el proceso de planificación, sino también a cómo se valoran e incorporan sus voces.
- 3. Utilizar la ciencia fundamentada:** trabajar con la mejor ciencia disponible es crucial para una buena planificación de la conservación. El uso de enfoques basados en la ciencia para integrar, analizar y evaluar la información facilita una toma de decisiones eficaz.
- 4. Garantizar un buen diseño y una facilitación neutral:** la planificación colaborativa está diseñada para que diversos grupos de personas participen en una conversación estructurada, apoyándolos para que se unan en torno a una visión común y la transformen en un plan viable. Fundamentalmente, la facilitación neutral elimina sesgos potenciales o percibidos en el proceso de planificación, ayudando a los participantes a aportar sus ideas y perspectivas con libertad e igualdad.
- 5. Tomar decisiones por consenso:** una planificación eficaz de la conservación de especies da como resultado decisiones que todos los participantes pueden apoyar o aceptar. Reconocer objetivos compartidos, considerar la perspectiva de los demás y proceder por consenso ayuda a motivar a los participantes en torno a un plan de acción único con mayor probabilidad de implementación.
- 6. Generar productos compartidos rápidamente:** producir y compartir los productos de un proceso de planificación de la conservación de manera rápida, libre y amplia son factores clave para su éxito.
- 7. Adaptarse a las circunstancias cambiantes:** los planes eficaces son aquellos que evolucionan en respuesta a la nueva evidencia y el conocimiento, así como a las circunstancias biológicas, políticas, socioeconómicas y culturales cambiantes que

influyen en los esfuerzos de conservación. Los planes deben considerarse documentos vivos que se revisan, actualizan y mejoran con el tiempo.

Este enfoque colaborativo para la planificación de la conservación fomenta el desarrollo de una comprensión compartida entre los participantes, con una amplia gama de niveles de formación y experiencia. El rol del CPSG como facilitador externo neutral está diseñado para reducir los sesgos, tanto reales como percibidos. En consecuencia, estos principios apoyan la creación de acuerdos de trabajo funcionales que abordan directamente los problemas de conservación en cuestión, junto con las decisiones y acciones de gestión necesarias para mitigarlos. A medida que los participantes trabajan en grupo para comprender la complejidad de los problemas de conservación en cuestión, se responsabilizan del proceso y de las recomendaciones de gestión resultantes.

Participantes del proceso

El proceso fue iniciado por la organización [Upwell](#), quien también inició el taller de 2020, junto a MigraMar. Se estableció un Equipo Organizador (OT, por sus siglas en inglés) interinstitucional que trabajaría con el CPSG para identificar a un mayor número de participantes en el taller e informar sobre el desarrollo y el propósito del proceso. Este equipo fue seleccionado para reflejar la diversidad de experiencia y la representación regional necesarias para orientar el proceso adecuadamente.

El OT identificó a 34 personas de 29 instituciones de toda la región para participar en el taller de desarrollo de la Estrategia de Investigación *Ex Situ*. Todas ellas pudieron participar en el taller de cuatro días (Apéndice A).

Proceso del taller

El proceso para desarrollar la estrategia se basó en un taller presencial de cuatro días en la Ciudad de Panamá, del 12 al 15 de mayo de 2025. El taller se diseñó para maximizar la creación de consenso en torno a las preguntas de investigación prioritarias. El primer día del taller comenzó con una introducción al proceso y una revisión del estado de la especie, con especial atención a la subpoblación EPLB. A continuación, se presentaron el proceso de evaluación de la viabilidad de la especie (PVA) llevado a cabo en la serie de reuniones de 2020 y un proceso de PVA más reciente para identificar posibles fuentes de translocación de huevos y crías de tortuga baula. Posteriormente, se presentó la experiencia hasta la fecha en el manejo *ex situ* de tortugas baula, incluyendo el ejemplo del trabajo realizado en Tailandia. Posteriormente, se guió a los participantes a través del proceso de desarrollo de una estrategia de investigación de 10 años, antes de finalizar con una descripción general de los cuatro temas de investigación presentados como base de la estrategia (Crianza en cautiverio, Movimiento, Genética y Socioecología), brindando a los participantes la oportunidad de sugerir cambios y adiciones, y de acordar la composición del grupo de trabajo.

El segundo día del taller se dedicó principalmente a grupos de trabajo, identificando posibles preguntas de investigación que enmarcarían la estrategia. Este día se incluyó una sesión de

[World Café](#) donde todos los participantes tuvieron la oportunidad de contribuir a la generación de preguntas de investigación dentro de los cuatro temas. A partir de entonces, los participantes trabajaron en uno de los cuatro grupos de trabajo temáticos. El tercer día se dedicó a refinar las preguntas de investigación priorizadas, con base en un conjunto de criterios de clasificación acordados por los participantes, y al desarrollo de proyectos de investigación para responderlas. Esto implicó la identificación de metas y objetivos de investigación dentro de cada uno de los cuatro temas. El cuarto día culminó el proceso de desarrollo de este proyecto de investigación, con la participación de grupos de trabajo que identificaron líderes de investigación, colaboradores, plazos y medios para verificar la finalización de cada componente. Los grupos de trabajo también comenzaron a identificar las posibles implicaciones en términos de recursos para cada proyecto de investigación identificado y cualquier dependencia que pudiera depender de su implementación. El cuarto día también se dedicó a la elaboración conjunta de una estructura de gobernanza, iniciativa de todos los participantes del taller. Esta estructura proporcionaría oportunidades de supervisión, comunicación y toma de decisiones para apoyar la implementación de la estrategia una vez finalizada.

Referencias

- Avens, L., L.R. Goshe, G.R. Zug, G.H. Balazs, S.R Benson, and H. Harris. 2020. Regional comparison of leatherback sea turtle maturation attributes and reproductive longevity. *Marine Biol.* 167:4-15
- Bailey, H., S. Fossette, S.J. Bograd, G.L. Shillinger, A.M. Swithenbank, J.-Y. Georges, P. Gaspar, K.H. Strömberg, F. Paladino, J.R. Spotila, B. Block, and G. Hays. 2012. Movement patterns for a critically endangered species, the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*), linked to foraging success and population status. *PLoS ONE* 7(5):e36401. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036401>
- Benson, S, R Tapilatu, N Pilcher, P Santidrián Tomillo, and LS Martínez. 2015. Leatherback turtle populations in the Pacific Ocean. In: Spotila JR, Santidrián Tomillo P, editors. *The leatherback turtle: biology and conservation*. Baltimore (MD): Johns Hopkins University Press. p. 110–122.
- Copsey, J, M Ábrego, C Alvarez, A Bandimere, J Baron, A Barragán, S Benson, V Cáceres, N Davalos, C Dueñas, P Dutton, J Flanagan, V Gadea, K Gray, A Gunn, M Hall, M Harfush, S Heppell, D Herrera, A Jimenez, A Juarez, S Kelez, L Komoroske, D Lawson, K Lohmann, J Mangel, R Mast, D Miller, P Miller, N Mitchell, W Mustin, A Ortega, S Otterstrom, P Plotkin, J Quioñes, S Ramos, R Reina, C Salas, H Salazar, L Sarti, J Seminoff, D Shaver, T Steiner, K Stewart, C Trejo, F Vallejo, C Veelenturf, B Wallace, S Williamson, J Wyneken, P Zarate, and G Shillinger. 2021. *Eastern Pacific leatherback turtle: Ex situ management recommendation development workshop report*. IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group, Apple Valley, MN, USA.
- Dunn DC, Crespo GO, Halpin PN. 2019. Incorporating the dynamic and connected nature of the open ocean into governance of marine biodiversity beyond national jurisdiction. In: Gattuso J-P, editor. *Predicting future oceans: sustainability of marine ecosystems and biodiversity*. London (UK): Elsevier. p. 425–435. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817945-1.00041-1>
- Gaspar P, Lalire M. 2017. A model for simulating the active dispersal of juvenile sea turtles with a case study on western Pacific leatherback turtles. *PLoS ONE*. 12(7):e0181595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181595>
- Gaspar P, Candela T, Shillinger GL. 2022. Dispersal of juvenile leatherback turtles from different Caribbean nesting beaches: a model study. *Front Mar Sci*. 9:959366. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.959366>
- Kanghae H, Thongprajukaew K, Suraswadi P, Namwang A, Reungkhajorn A, Wongwilai G, Intaring B, Chamnivikaipong C. 2023. First successful head-start program of leatherback

- sea turtles (*Dermochelys coriacea*) in Thailand and proposed dietary strategy. *Zoo Biol.* <https://doi.org/10.1002/zoo.21800>
- Lacy, R.C. and J.P. Pollak. 2020. *Vortex: A Stochastic Simulation of the Extinction Process*. Version 10.5. Brookfield, IL, USA: Chicago Zoological Society.
- Lalire M, Gaspar P. 2019. Modeling the active dispersal of juvenile leatherback turtles in the North Atlantic Ocean. *Mov Ecol.* 7:7. <https://doi.org/10.1186/s40462-019-0149-5>
- Laúd OPO Network. 2013. Regional action plan for the conservation of the Eastern Pacific leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). Oaxaca, Mexico: Laúd OPO Network. <https://laudopo.org/en/action-plan/>
- Laúd OPO Network. 2020. Enhanced, coordinated conservation efforts required to avoid extinction of critically endangered Eastern Pacific leatherback turtles. *Sci Rep.* 10:4772. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60581-7>
- Miller PS. 2021. Population viability analysis of the Eastern Pacific leatherback (*Dermochelys coriacea*): an assessment of ex situ management options to inform species conservation. Apple Valley, MN: IUCN SSC Conservation Planning Specialist Group.
- Pritchard PCH. 1982. Nesting of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, in Pacific Mexico, with a new estimate of the world population status. *Copeia.* 1982(4):741–747. <https://doi.org/10.2307/1444081>
- Shillinger GL, Palacios DM, Bailey H, Bograd SJ, Swithenbank AM, Gaspar P, Wallace BP, Spotila JR, Paladino FV, Piedra R, Eckert SA, Block BA. 2008. Persistent leatherback turtle migrations present opportunities for conservation. *PLoS Biol.* 6(7):e171. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060171>
- Spotila JR, Reina RD, Steyermark AC, Plotkin PT, Paladino FV. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature.* 405(6786):529–530. <https://doi.org/10.1038/35014729>
- Wallace BP, Bandimere AN, Abreu-Grobois A, Acosta H, Akiti J, Akomedi M, Alfaro-Shigueto J, Allen CD, Angenda D, Ayissi I, Ricardo JA, Barrientos-Muñoz KG, Barrios-Garrido H, Bjørndal KA, Vargas EB, Broderick AC, Peña RC, Carreras C, Ceriani SA, Colman L, Cortés-Gómez A, Crespo L, Cuevas E, Dah A, Groene Ad, Trejo CD, Demetropoulos S, Dias A, Diez C, Santos NAD, Bodjrenou JSD, Capistrán MME, Eckert KL, Eizaguirre C, Ekanayake L, Mondragón ME, Esteban N, Feliciano D, Fernandes RdS, Ferreira-Airaud B, Foley A, Fonseca LG, Fossette S, Fuentes MMPB, Gaglo J, Gaos A, Gidsick D, Guffoni B, Girard A, Girondot M, Godfrey MH, Godley BJ, Mirón RdJGD, Hamann M, Hancock JM, Hart CE, Hays GC, Herrera R, Hochscheid S, Hoekstra S, Huerta-Rodríguez P, Inteca G, Ishihara T, Jensen MP, Jribi I, Kale N, Kaska Y, Kelez S, Kelly IK, Köhnik S, Lara P, Lasfargue M, Lauritsen AM, Gouvello DZML, Liusamoa A, López M, López-Castro MC, López-Mendilaharsu M, Louro CMM, Luna T, Madden CA,

Mahabir D, Mancini A, Manoharakrishnan M, Marcovaldi MÂ, Martín Y, Martínez-Portugal RC, Mastrogiacomo A, Matilde EIOP, Adzagba BM, Mbungu S, Miranda C, Moncada F, Morales-Mérida BA, Mortimer JA, Murakawa SK, Nalovic MA, Nel R, Ngafack R, Nishizawa H, Ogou M, Panagopoulou A, Patrício AR, Buendía EP, Phillott AD, Pilcher NJ, Polyak MMR, Prince RIT, Raynus EH, Reina RD, Rguez-Baron JM, Robbins AE, Santos AS, Sarti-Martínez AL, Schofield G, Seminoff JA, Serrano I, Shamblin BM, Shanker K, Stacy BA, Stahelin G, Staman MK, Stelfox M, Stewart KR, Taxonera A, Tucker AD, Türkozan O, van Dam RP, Geer CHvd, Viera S, West L, Whiting AU, Whiting SD, Wienand L, Wijntuin SR, Wildermann N, Zárata PM, Casale P, DiMatteo A, Hurley BJ, Hutchinson BJ, Maxwell SM, Posnik ZA, Rodriguez I, Mast RB. 2025. Updated global conservation status and priorities for marine turtles. *Endang Species Res.* 56:247–276. <https://doi.org/10.3354/esr01385>

Wallace B, Girondot M, Tiwari M. 2013. *Dermochelys coriacea* (East Pacific Ocean subpopulation). *IUCN Red List Threat Species*. <https://doi.org/10.2305/iucn.uk.2013-2.rlts.t6494a43526147.en>

Wallace BP, Posnik ZA, Hurley BJ, DiMatteo AD, Bandimere A, Rodriguez I, Maxwell SM, Meyer L, Brenner H, Jensen MP, LaCasella E, Shamblin BM, Abreu-Grobois FA, Stewart KR, Dutton PH, Barrios-Garrido H, Dalleau M, Dell'Amico F, Eckert KL, FitzSimmons NN, Garcia-Cruz M, Hays GC, Kelez S, Lagueux CJ, Madden Hof CA, Marco A, Martins SLT, Mobaraki A, Mortimer JA, Nel R, Phillott AD, Pilcher NJ, Putman NF, Rees AF, Rguez-Baron JM, Seminoff JA, Swaminathan A, Türkozan O, Vargas SM, Vernet PD, Vilaça S, Whiting SD, Hutchinson BJ, Casale P, Mast RB. 2023. Marine turtle regional management units 2.0: an updated framework for conservation and research of wide-ranging megafauna species. *Endang Species Res.* 52:209–223. <https://doi.org/10.3354/esr01243>

Apéndices

Apéndice A-Participantes del Taller

Asistente	Afiliación	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Anna Barbanti	WWF Mediterranean Marine Initiative	X	X	X	X
Anna Ortega*	Upwell Researcher, University of Western Australia	X	X	X	0
Blair Bentley	Smith College	X	X	X	X
Carlos Delgado-Trejo	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México	X	X	X	X
Digna Barsallo	Ministerio de Ambiente de la República de Panamá	X	0	0	0
Eric Flores	Coiba Scientific Station (COIBA AIP)	X	X	X	X
Erick Ross Salazar*	MigraMar	X	X	X	X
Felipe Vallejo	Equilibrio Azul	X	X	X	X
George Shillinger*	Upwell Turtles	X	X	X	X
Hector Guzman*	Smithsonian Tropical Research Institute	X	X	X	X
Irene Arroyave	Central American Development Bank	X	X	X	X
Isabella Prado	Upwell Researcher	X	X	X	X
Jamie Copsey	IUCN	X	X	X	X
Jeanette Wyneken*	Florida Atlantic University (FAU)	X	X	X	X
Kelvin Saint García	Costasalvaje	X	X	X	X
Kristin Reed*	Upwell Turtles	X	X	X	X
Luis Ángel Rojas Cruz	Costasalvaje	X	X	X	X

Asistente	Afiliación	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Maria Virginia Gabela*	MigraMar	X	X	X	X
Marino Abrego	DICOMAR - Ministry of Environment Panama	X	X	X	X
Martha Harfush	Centro Mexicano de la Tortuga	X	X	X	X
Montse Mon Amores	Ocean Blue Tree	X	X	X	X
Natalia Gallego-García	Turtle Survival Alliance	X	X	X	X
Pablo Dovico	Center for Species Survival Argentina (CSS Argentina)	X	X	X	X
Philippe Gaspar	Mercator Ocean International	X	X	X	X
Randall Arauz	Centro Rescate Especies Marinas Amenazadas (CREMA-Costa Rica)	X	X	X	X
Richard Reina*	Monash University	X	X	X	X
Rodney Piedra	IAC Costa Rica and Chair of the Conference of Parties	X	X	X	X
Roldan Valverde	Sea Turtle Conservancy and The University of Texas Rio Grande Valley	X	X	X	X
Rory Moore	Blue Marine Foundation	X	0	0	0
Samantha Kuschke	Florida Atlantic University (FAU)	X	X	X	X
Sean Williamson*	Monash University; Queensland Marine Turtle Network	X	X	X	X
Shirley Binder	Pew Bertarelli Ocean Legacy	X	X	X	X
Tony Candela	Upwell Turtles; Mercator Ocean International; Aquarium La Rochelle, Centre d'Études et de Soins des Tortues Marines	X	X	X	X
Vandanaa	Cayman Turtle Centre	X	X	X	X

Asistente	Afiliación	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Baboolal					
Walter Mustin*	Cayman Turtle Centre	X	X	X	X
Yesenia Suárez	CIMAD	X	X	X	X

*Miembros del equipo organizador (OT)

Apéndice B-Clave de línea de tiempo

Genética			
M1	Evaluar la viabilidad de estrategias ex situ específicas mediante análisis genéticos que aborden la compatibilidad, adaptabilidad y salud genética.	O1	Determinar los niveles de variación genómica existente y el flujo génico entre la población EPLB y la(s) población(es) fuente.
		O2	Identificar evidencia de adaptación local dentro de las poblaciones para determinar el potencial adaptativo de individuos traslocados.
		O3	Evaluar la compatibilidad genómica entre la EPLB y la(s) población(es) fuente.
		O4	Evaluar la salud genómica de la población.
M2	Determinar la base genética de la productividad reproductiva y la viabilidad de crías.	O1	Determinar si existe correlación entre los genotipos parentales y la productividad reproductiva.
		O2	Determinar la correlación entre el genotipo y la viabilidad de crías.
		O3	Explorar un posible vínculo genético entre la selección constante de un buen hábitat de anidación y el genotipo de la tortuga.
M3	Proporcionar información de apoyo para los objetivos de movimiento y para la planificación estratégica de liberaciones.	O1	Explorar posibles componentes genéticos subyacentes asociados con la filopatría natal.
		O2	Explorar posibles componentes genéticos subyacentes asociados con la fidelidad al sitio de anidación y al sitio de alimentación.
		O3	Explorar posibles componentes genéticos subyacentes asociados con los patrones migratorios.
M4	Determinar el impacto genómico de utilizar nidos “condenados” para traslocación.	O1	Determinar si, al reubicar huevos de nidos condenados, estamos seleccionando crías de baja calidad.
		O2	Determinar si reubicar nidos condenados de nuevo a la población fuente y, en su lugar, tomar un nido saludable reduce un posible impacto negativo en la población fuente.

Crianza en cautiverio			
M1	Aumentar el éxito de eclosión.	O1	Estandarizar y compilar datos actuales e históricos de excavaciones de nidos sobre éxito de eclosión, éxito de emergencia, estadios de desarrollo de huevos, condiciones ambientales e identidad materna en múltiples poblaciones.
		O2	Identificar los factores ambientales exactos que llevan al mayor éxito <i>ex situ</i> en eclosión y emergencia, y aislar los efectos ambientales que provocan mortalidad en cada etapa (por ejemplo, desarrollo embrionario temprano vs. tardío). Esto puede incluir factores ambientales y genéticos.
M2	Identificar mejores prácticas para la traslocación de huevos.	O1	Investigar el impacto de diferentes duraciones de condiciones hipóxicas y otros factores ambientales durante el transporte en huevos de tortuga baula, medido por el éxito de eclosión, pruebas de rendimiento temprano y, potencialmente, éxito en cautiverio durante 2 meses.
		O2	Crear un resumen o manual de mejores prácticas para traslocación e incubación de huevos, de acceso público.
M3	Identificar en qué momento del proceso de crianza en cautiverio deben liberarse los neonatos de tortuga baula.	O1	Identificar el tamaño de cría que resulta en el mayor aumento significativo de supervivencia.
		O2	Identificar la edad y el momento en que se puede equilibrar la mejor salud con la supervivencia en el medio silvestre. Considerar múltiples rangos o puntos de liberación, ya que pueden tener distintos propósitos o niveles de éxito en la naturaleza.
M4	Mejorar el éxito general durante la crianza en cautiverio a gran escala.	O1	Identificar y probar indicadores de aumento de rendimiento y/o salud en cautiverio, y determinar si son repetibles y fiables.
		O2	Identificar los métodos de incubación que incrementen el rendimiento de las crías en cautiverio.

		O3	Identificar los estándares mínimos y máximos de manejo en cautiverio que se pueden usar para alcanzar los niveles de éxito deseados/necesarios.
		O4	Investigar opciones alternativas a las prácticas actuales de manejo que sean fácilmente replicables y escalables.
		O5	Crear un protocolo o manual estandarizado de mejores prácticas de manejo. Debe incluir un sistema escalonado de implementación del cuidado, con el nivel básico siendo el sistema mínimo efectivo, y con el objetivo de avanzar progresivamente hacia estándares de cuidado más útiles e ideales.
M5	Prevenir o tratar la causa más común de mortalidad en baulas en cautiverio: dermatitis micótica causada por <i>Fusarium</i> spp.	O1	Crear un protocolo estándar para la recolección de arena, envío a FAU y cultivos fúngicos. Iniciar la recolección de muestras.
		O2	Realizar pruebas y análisis fúngicos de arena de poblaciones fuente y de destino.
		O3	Identificar opciones de tratamiento o prevención para la dermatitis micótica.
		O4	Identificar la fuente del <i>Fusarium</i> que causa la dermatitis micótica y posiblemente su patogénesis.
		O5	Comparar factores (ambientales, fisiológicos, microbianos) que puedan diferir entre neonatos de baula en Tailandia y en Florida.

Movimiento			
M1	Determinar dónde deben liberarse las tortugas criadas en cautiverio para optimizar su supervivencia.	O1	Modelar dónde se encontrarán las tortugas juveniles a edades específicas.
		O2	Identificar los mejores sitios para aumentar la supervivencia post-liberación.
M2	Determinar las rutas	O1	Comprender la influencia de las variables

	migratorias de los juveniles (horizontales y verticales) y las variables ambientales (incluidos los campos magnéticos) que las determinan.		ambientales que moldean las rutas migratorias de las tortugas.
M3	Determinar los patrones de movimiento de juveniles de baula criados bajo diferentes condiciones.	O1	Comprender las diferencias entre tortugas criadas en cautiverio procedentes de incubadoras y tortugas desarrolladas <i>in situ</i> y criadas en cautiverio.
		O2	Comprender las diferencias entre los patrones de migración y alimentación de tortugas trasladadas y tortugas desarrolladas <i>in situ</i> .
M4	Determinar la tasa de supervivencia presumida de los juveniles a medida que se dispersan durante el primer o segundo año de vida.	O1	Determinar las tasas de supervivencia de los juveniles durante sus dos primeros años de vida.
M5	Establecer las técnicas de impronta más adecuadas para la migración.	O1	Desarrollar un banco genético de las tortugas liberadas.

Socioecología			
M1	Identificar las regulaciones existentes y los vacíos en las medidas de conservación <i>ex situ</i> en la región.	O1	Realizar un diagnóstico legal de las regulaciones relacionadas en la región.

M2	<p>Identificar preocupaciones públicas o políticas que deban abordarse antes de implementar medidas de conservación <i>ex situ</i> en la región.</p> <p>Identificar la mejor forma de introducir la investigación <i>ex situ</i>, abordar estas preocupaciones e involucrar a actores locales, gobiernos e investigadores en acciones relacionadas con la conservación <i>ex situ</i>.</p>	O1	Preparar los datos científicos que respalden las estrategias de conservación <i>ex situ</i> .
M3	<p>Identificar los actores locales en la región.</p>	O1	Identificar aliados estratégicos de los países fuente y receptores (ya sea de recursos biológicos o monetarios) que puedan contribuir o implementar medidas de conservación <i>in situ</i> o <i>ex situ</i> en el Pacífico Oriental.
M4	<p>Identificar herramientas de política o relaciones gubernamentales que puedan aprovecharse para asegurar reducciones de captura incidental o protecciones para hábitats clave de la baula, junto con inversiones en conservación <i>ex situ</i>.</p>	O1	Elucidar y analizar las regulaciones pesqueras en cada sitio de conservación, hábitats clave y la existencia de áreas naturales protegidas por decreto.

M5	Identificar los aspectos socioecológicos clave a considerar en la selección de un sitio para desarrollar conservación <i>ex situ</i>.	O1	Realizar un diagnóstico socioecológico de los sitios estratégicos identificados, con la participación de comunidades y organizaciones locales.
M6	Identificar qué tipos de acciones de conservación <i>ex situ</i> pueden complementar los programas de conservación <i>in situ</i> existentes y cómo integrarlas.	O1	Identificar diversas acciones de conservación <i>ex situ</i> que puedan complementar los programas <i>in situ</i> .
		O2	Desarrollar una estrategia de integración para el plan de acción de conservación <i>ex situ</i> y complementarlo con las actividades del plan de conservación <i>in situ</i> , facilitando la implementación de ambas en un lugar clave.