

Manual de Conservación de Tortugas Marinas en Playas y Viveros



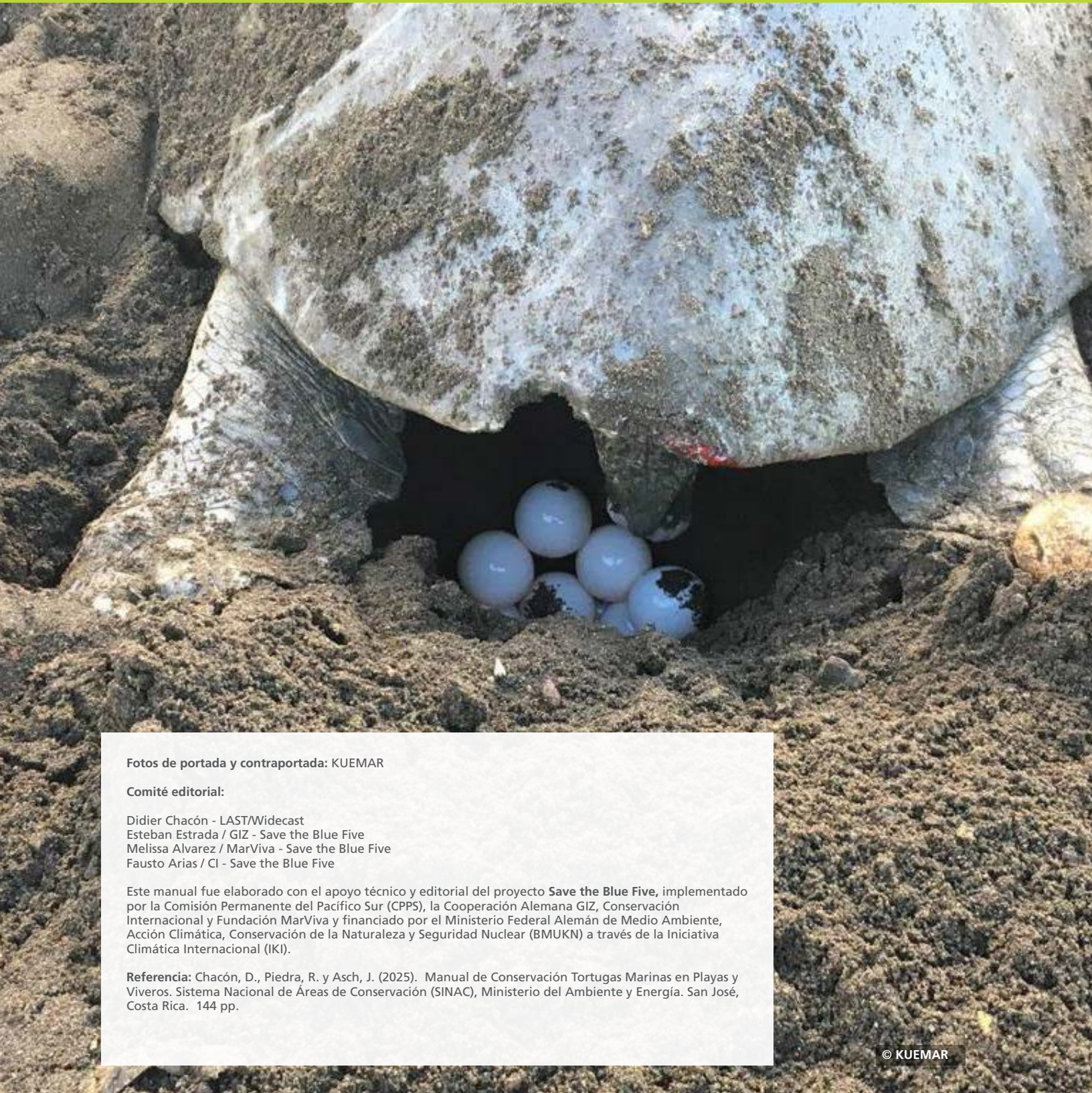
MINISTERIO DE
AMBIENTE Y ENERGÍA

SISTEMA NACIONAL DE
ÁREAS DE CONSERVACIÓN

Manual de Conservación de Tortugas Marinas en Playas y Viveros



2025



Fotos de portada y contraportada: KUEMAR

Comité editorial:

Didier Chacón - LAST/Widecast
Esteban Estrada / GIZ - Save the Blue Five
Melissa Alvarez / MarViva - Save the Blue Five
Fausto Arias / CI - Save the Blue Five

Este manual fue elaborado con el apoyo técnico y editorial del proyecto **Save the Blue Five**, implementado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), la Cooperación Alemana GIZ, Conservación Internacional y Fundación MarViva y financiado por el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Acción Climática, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMUKN) a través de la Iniciativa Climática Internacional (IKI).

Referencia: Chacón, D., Piedra, R. y Asch, J. (2025). Manual de Conservación Tortugas Marinas en Playas y Viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Ministerio del Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 144 pp.



Contenido

Prólogo.....	1
Presentación.....	2
Introducción.....	5
Objetivos.....	7
Antecedentes de la situación nacional.....	8
Marco legal internacional y nacional.....	9
Marco legal de la protección de tortugas marinas y la operación de viveros en Costa Rica.....	9
Marco normativo nacional en materia de protección de las tortugas marinas.....	12
Permisos de investigación.....	13
Permisos para el establecimiento de viveros y colecta de huevos.....	14
Declaratoria de sitios de interés ecoturístico.....	16
Configuración de sanciones y penas vinculadas a lesiones a las tortugas marinas.....	17
Línea del tiempo en legislación atinente a tortugas marinas.....	18
Tramitología y permisos.....	18
Historia natural de las tortugas marinas.....	20
Protocolo para el manejo de tortugas marinas en playas de anidamiento.....	39
Justificación.....	39
Requisitos.....	40
Monitoreo en playa.....	42
Levantamiento de datos.....	45
Límites del monitoreo.....	46
Zonas del estudio.....	47
Frecuencia del monitoreo.....	48
Período del monitoreo.....	50



Horario del monitoreo.....	51
Verificación de los nidos.....	52
Capacitación de las personas monitoras (personal permanente, asistentes y voluntarios de largo plazo).....	53
Recolección de información.....	55
Para cada estudio.....	56
Marcaje.....	59
Consideraciones en el marcaje.....	62
Uso de PIT (<i>passive integrated transponder tags</i>).....	62
Biometría.....	64
Protección de nidos.....	66
Cuando relocalizar.....	67
Relocalización en playa.....	68
Relocalización en vivero.....	69
La operación de los viveros.....	71
¿Qué es un vivero?.....	74
Razones por las cuales se necesita el vivero.....	75
Modelos de viveros.....	76
Ventajas de los viveros.....	80
Desventajas de los viveros.....	81
Selección del sitio.....	82
Tratamiento de la arena.....	83
Procedimiento para el tratamiento de la arena.....	84
Construcción y materiales.....	86
Lista de materiales de construcción.....	88
Matriz de ordenamiento y densidad.....	89
Manejo de nidadas.....	90

Comportamiento frente a la tortuga.....	90
Recolecta y manipulación de huevos.....	91
Procedimiento de colocación de huevos en el vivero con varias horas de desovados.....	93
Hacer la relocalización de los huevos.....	94
Mecanismos de protección de los huevos.....	95
Humedad de la arena.....	98
Datos de temperatura.....	98
Manipulación y liberación de neonatos.....	103
Recolecta de datos y análisis.....	104
Procedimiento para exhumación de nidos.....	109
Manejo sanitario del vivero.....	111
Informe final de vivero para cada temporada.....	113
Glosario.....	115
Lineamientos generales para la conservación.....	119
Referencias.....	122
Anexos.....	128





Lista de cuadros

Cuadro 1	Ubicación geográfica de las diferentes especies de tortugas marinas en Costa Rica.....	23
Cuadro 2	Descripción de la especie <i>Dermochelys coriacea</i>	26
Cuadro 3	Descripción de la especie <i>Chelonia mydas</i>	28
Cuadro 4	Descripción de la especie <i>Eretmochelys imbricata</i>	30
Cuadro 5	Descripción de la especie <i>Lepidochelys olivacea</i>	32
Cuadro 6	Descripción de la especie <i>Caretta caretta</i>	34
Cuadro 7	Resumen del procedimiento de preparación de la arena en el vivero.....	83
Cuadro 8	Modelo de libro de datos para la temporada.....	105

Lista de figuras

Figura 1. Morfología general de las tortugas marinas	19
Figura 2. Dimorfismo sexual en individuos de la familia Cheloniidae	20
Figura 3. Playas más importantes para la anidación de tortugas marinas en Costa Rica y sus Áreas Silvestres Protegidas	24
Figura 4. Clave para la identificación de las especies de tortugas marinas presentes en Costa Rica	25
Figura 5. Ejemplar de tortuga baula	26
Figura 6. Ejemplar de tortuga verde, con receptor satelital colocado en su caparazón	28
Figura 7. Ejemplar de tortuga carey (individuo joven)	30
Figura 8. Ejemplar de tortuga lora	32
Figura 9. Ejemplar de tortuga cabezona enredada en una red, siendo auxiliada	34
Figura 10. Morfología de los neonatos de las especies en Costa Rica: A) Baula, B) Carey, C) Cabezona, D) Verde, E) Lora	36

Figura 11. Los mojones pueden ser piezas de madera o árboles que son enumerados según el protocolo, de manera creciente en sentido norte-sur	44
Figura 12. Distribución espacial de los mojones en el sitio de estudio	45
Figura 13. Distribución mensual de la anidación	48
Figura 14. Distribución horaria de la anidación	49
Figura 15. Proceso de anidamiento estándar y el índice de sensibilidad a la perturbación que poseen las hembras anidadoras	52
Figura 16. Sitios corporales donde se aplican las marcas externas	57
Figura 17. A. T: Colocación correcta de marcas en miembros de la familia <i>Dermochelyidae</i> y <i>Cheloniidae</i> . B. Evidencia previa de marcaje	58
Figura 18. Marcas metálicas instaladas en la membrana trasera de una tortuga baula	59
Figura 19. Diferentes tipos de lector de PIT y su jeringa de aplicación	61
Figura 20. Revisión de la presencia del PIT en el hombro derecho de una tortuga baula	62
Figura 21. Posición correcta de la cinta métrica al medir el LCC	62
Figura 22. Recolección de longitudes curvas y rectas en tortugas marinas miembros de las familias <i>Dermochelyidae</i> y <i>Cheloniidae</i>	63
Figura 23. Recolección de longitudes curvas y rectas en tortugas marinas	63
Figura 24. Toma de datos de biometría en tortugas anidadoras. En este caso, el largo curvo del caparazón (LCC)	64
Figura 25. Criterios que se deben tener en cuenta para decidir la relocalización de un nido	66
Figura 26. Tortuga baula cubriendo el nido	68
Figura 27. Diagrama de un vivero abierto. Vivero semi-cerrado	75
Figura 28. Diagrama de un vivero semicerrado	76
Figura 29. Diagrama de un vivero cerrado	77
Figura 30. Incubadora ex situ	77



Figura 31. Sitios de anidación seleccionados por las diferentes especies de tortugas marinas (Cm: <i>C. mydas</i> , Ei: <i>E. imbricata</i> ; Lo: <i>L. olivacea</i> , Cc: <i>C. caretta</i> ; Dc: <i>D. coriacea</i>)	80
Figura 32. Tratamiento de arena: A) Remoción de la arena destinada para el vivero B) Tamizando la arena C) Arena tamizada, tratada y lista para llenar el espacio destinado al vivero	84
Figura 33. A) Modelo de distribución de nidadas para la familia Cheloniidae, dejando cada tercera línea un pasillo libre de nidos si el espacio permite. B) Modelo de distribución de nidadas de Dermochelys.	87
Figura 34. Formas y profundidades de los nidos de las distintas especies, distancia entre la superficie media de la arena y una profundidad promedio.	91
Figura 35. Movimiento indebido (movimiento pendular) cuando se hace el transporte de las nidadas	92
Figura 36. Defensa que se le da a los nidos para evitar la depredación	93
Figura 37. Defensa por simulación que se le da a los viveros para evitar la depredación por algunos vertebrados..	94
Figura 38. Barrera de sacos que debe tener todo vivero en el frente.	94
Figura 39. Temperatura pivotal que marca la división entre incubación de machos y hembras.	97
Figura 40. Ámbito de variación de la temperatura de incubación de nidadas de tortuga marina	97
Figura 41. Termocoplas y datalogger para el monitoreo térmico de anidaciones de tortugas marinas	98
Figura 42. Pluviómetro usado en los proyectos de conservación y protección de tortugas marinas.	99
Figura 43. Sombra que se usa en algunos viveros donde la temperatura es elevada.	100
Figura 44. Diferentes estadios de desarrollo de los embriones de tortuga marina durante el proceso de incubación	108

Acrónimos

ASP	Área Silvestre Protegida
CIT	Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
DET	Dispositivo Excluidor de Tortugas
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
INCOPECA	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
LAST	Latin American Sea Turtles
ONG	Organización No Gubernamental
PIT	Passive Integrated Transponder Tag
PRONAMEC	Programa Nacional de Monitoreo Ecológico
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación



© Eneida Fajardo

Prólogo

Las tortugas marinas, habitantes milenarios de nuestros océanos, enfrentan todavía muchos retos para su existencia. De las seis especies que habitan las Américas, todas se encuentran clasificadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como vulnerables, amenazadas o en peligro crítico. Esta situación es consecuencia de múltiples amenazas tanto en sus hábitats acuáticos como en los terrestres, especialmente en las playas donde anidan.

La depredación de huevos y neonatos, el saqueo, la erosión costera, la pérdida de áreas de playa, la contaminación lumínica y el aumento de la temperatura de la arena son solo algunas de las presiones que comprometen la supervivencia de estas especies. Frente a este panorama, se vuelve urgente implementar acciones concretas que mitiguen estas amenazas y favorezcan su conservación.

Los viveros de tortugas marinas surgen como una respuesta efectiva ante estas amenazas. Si bien la anidación en estado natural debe seguir siendo la prioridad y debe contar con medidas de protección adecuadas, los viveros representan una herramienta complementaria de gran valor en zonas donde las amenazas a los nidos en condiciones naturales son muy altas. Su correcta implementación y manejo no solo contribuyen a mejorar las tasas de supervivencia de los huevos y neonatos, sino que también se convierten en espacios de aprendizaje, sensibilización y participación comunitaria a través de la educación ambiental y la ciencia ciudadana.

Este manual tiene como propósito brindar los conocimientos técnicos y prácticos necesarios para la construcción y gestión de viveros de tortugas marinas, con el objetivo de fortalecer los esfuerzos de conservación en las regiones costeras.

Verónica Cáceres Chamorro

Secretaría Convención Interamericana
para la Protección y Conservación
de las Tortugas Marinas



Presentación

El presente manual es una herramienta técnica y normativa esencial para el fortalecimiento de las acciones de conservación de las tortugas marinas en Costa Rica. Su enfoque principal reside en estandarizar la operación de proyectos en playas de anidación y viveros. La presente actualización integra una revisión exhaustiva de los lineamientos técnicos y legales, en el marco de las competencias del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) para la protección de la biodiversidad marina.

Asimismo, el documento responde a la necesidad de cumplir con los compromisos asumidos por el Estado costarricense ante la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), otros instrumentos internacionales, y la legislación ambiental nacional vigente.

Esta versión incorpora mejoras sustantivas en los protocolos de monitoreo, manejo de nidadas, operación de viveros, recolección de datos y aplicación de criterios técnicos para la toma de decisiones en campo. Ha sido elaborada con base en la mejor información científica disponible, la experiencia acumulada por múltiples actores en el campo de la conservación, y los lineamientos establecidos por el SINAC. Está dirigido a personas investigadoras, operadoras de proyectos, comunidades locales, organizaciones no gubernamentales y demás actores involucrados, promoviendo prácticas responsables, éticas y técnicamente fundamentadas para la protección de estas especies emblemáticas.

El Manual busca estandarizar los procedimientos operativos en proyectos de conservación, garantizando la trazabilidad y calidad de la información, así como la aplicación del principio precautorio en todas las acciones que involucren el manejo de especies en peligro de extinción. Su contenido ha sido revisado y validado por especialistas y por el SINAC, con el objetivo de fortalecer la gestión técnica institucional y facilitar el cumplimiento de los compromisos en materia de conservación marina.

La conservación de las tortugas marinas requiere de un esfuerzo articulado, multisectorial y sostenido en el tiempo. Este manual representa un avance significativo hacia la consolidación de un modelo de gestión integral, que promueva la participación comunitaria, el uso no extractivo de los recursos naturales y la protección efectiva de los hábitats críticos para la reproducción de las tortugas marinas.

En virtud de lo anterior, y en cumplimiento de las competencias institucionales del SINAC, se presenta este documento como referencia técnica de cumplimiento obligatorio para todos los proyectos de conservación de tortugas marinas que operen en el territorio nacional.

David José Chavarría Morales

Director Ejecutivo
SINAC-MINAE



©Michael Patrick O'Neill, Alamy





Introducción

Las actividades de protección y monitoreo de una anidación de tortugas en la playa tienen una relación muy estrecha con los esfuerzos de conservar nidadas usando una de las herramientas de conservación: el vivero. La calidad de información y procedimientos de manejo, sea en la playa o en viveros, condiciona directamente el éxito en la eclosión, el éxito de emergencia, el manejo de las variables del cambio climático y el valor de la información generada para fines de gestión.

Todo esfuerzo, sin duda alguna, requiere de significativas inversiones de recursos humanos, tecnológicos y financieros, y en muchas ocasiones su éxito está supeditado a la participación estrecha de las comunidades locales cercanas, organizaciones no gubernamentales (ONG) y aportes de donantes. Para controlar la recolección ilegal de huevos en las playas de anidación, los efectos del cambio climático, el desarrollo urbano y agrícola, así como la pérdida del hábitat de anidamiento por otras variables, es necesaria la participación de los diferentes sectores junto con la organización comunitaria. La comunidad¹ y los gobiernos locales deben tomar conciencia que el recurso tortugas marinas es importante y, por lo tanto, necesitan protegerlo ante las amenazas que provocan el declive poblacional y la pérdida de hábitat.

Una comunidad organizada y estrechamente vinculada con la administración de cualquier área protegida, en este caso que posea playas de anidación de tortugas marinas, garantiza una protección viable en el tiempo y una inversión reducida de recursos por parte del Estado. Esto permite además un aprovechamiento de los servicios ecosistémicos alrededor del anidamiento.

Con la situación actual de TODAS las poblaciones de tortugas marinas del país y la ubicación de ellas en las listas de especies en peligro de extinción, estamos reconociendo que el manejo de sus huevos debe ser un asunto prioritario para el Estado costarricense. En la actualidad, el único tipo de manejo que las poblaciones de tortugas marinas pueden soportar es el de tipo indirecto, como elementos de atracción para el ecoturismo y la investigación.

La recomendación más prudente requiere de una consulta regional (ámbito de distribución de la especie), una base técnica sólida y un análisis profundo de factibilidad biológica, económica y social, para cualquier intento de manejo, tal como sucede con el caso de Ostional, que posee un Plan de Manejo Quinquenal para el aprovechamiento de una cantidad controlada de huevos, aprobado por la Convención Interamericana para la Protección de las Tortuga Marina (CIT). Este uso extractivo que se permite en

1. Entiéndase como asentamientos humanos cercanos a las playas.



el país corresponde únicamente a la recolección limitada de huevos de la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en la playa Ostional, Refugio Nacional de Vida Silvestre del mismo nombre, localizado en la costa Pacífica, donde miles de tortugas lora llegan a desovar en arribadas que duran algunos días. Ellas usan una parte pequeña de la playa y un alto porcentaje de los nidos depositados durante los primeros días de una arribada se pierden, porque las tortugas que vienen más tarde los sacan para poner sus propios huevos; y es solo por esa razón que se permite la recolección de huevos durante los primeros días de cada arribada (ADIO *et al.*, 2017).

Para la regulación de todas las iniciativas de manejo de tortugas marinas debe existir una estrecha coordinación entre las diferentes instituciones gubernamentales, no gubernamentales y comunales. Para lo que se requiere que el Estado medie e identifique las cuotas de responsabilidad que competen a las instituciones involucradas, haciendo uso de las fortalezas de cada organización, con la meta de lograr una conservación sostenida de las poblaciones de tortugas marinas. Además, debe haber un marco legal manifiesto, un procedimiento administrativo de permisos expedito, robusto y claro, así como una sólida base de información técnica y valores como el compromiso, transparencia y la ética en todos los actores claves del proceso.

Si no existe suficiente información técnica en Costa Rica y tomando en cuenta las tendencias generalizadas hacia la disminución poblacional biológica (lento crecimiento, maduración tardía, extensas migraciones a través de mares territoriales de varios países), el principio precautorio sugiere que una protección total es la mejor opción. Más aún, en muchos casos no es aceptable esperar a conocer toda la información antes de aplicar protección usando como herramienta los viveros, pero estos recintos deben indudablemente estar basados en manejo técnico-científico alejándose de decisiones antojadizas que afectan los procesos naturales de la incubación de estas especies. Por lo tanto, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación–SINAC–facultado por la normativa nacional emite el siguiente protocolo para normar TODAS las actividades de uso, manejo y conservación de tortugas marinas playa y viveros en el territorio nacional.



Objetivos



Mejorar el estado de conservación de las tortugas marinas en Costa Rica, apoyando los esfuerzos localizados a lo largo de las playas nacionales.



Promover el establecimiento de modelos adecuados de viveros de incubación de tortugas marinas.



Fomentar procesos de conservación con la participación de la sociedad civil basados en la mejor información científica disponible.



Estandarizar a nivel nacional los procedimientos técnico-legales en las playas de anidación de tortugas marinas, con el fin de poder comparar y analizar los datos obtenidos para facilitar la toma de decisiones.



Coordinar esfuerzos que permitan generar información para el Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC).



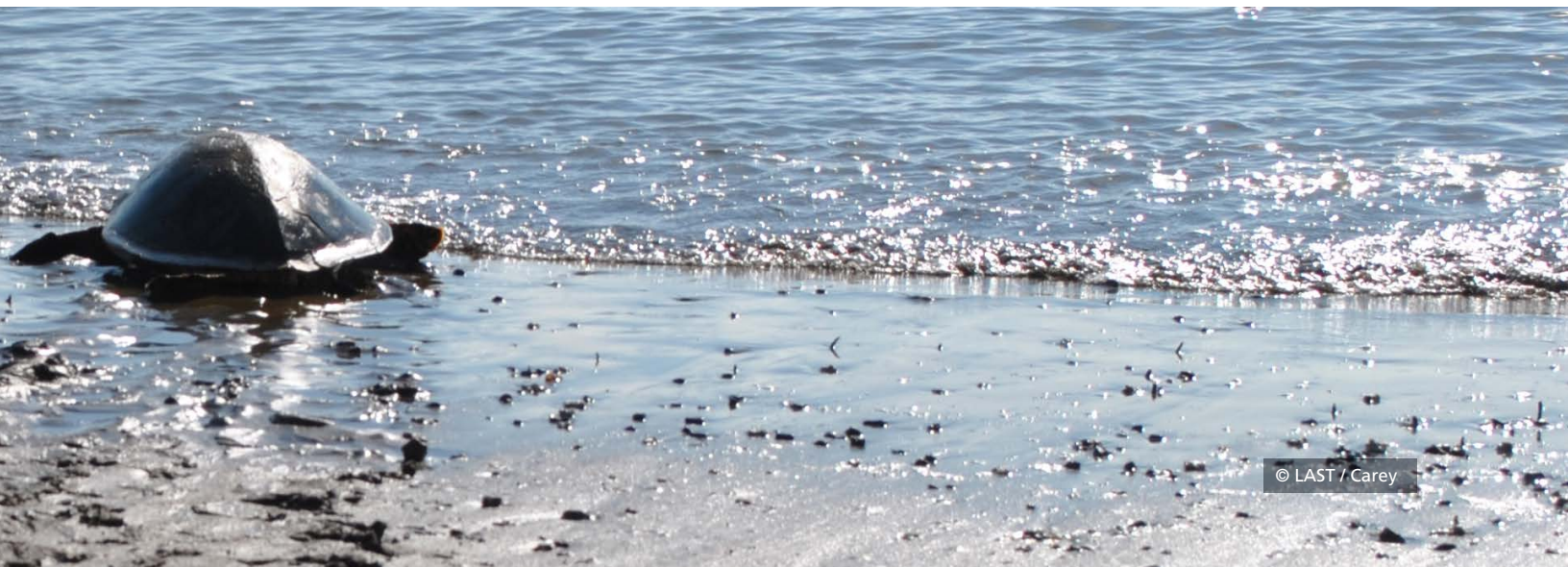
Facilitar la herramienta técnica al SINAC para monitorear, evaluar y dar seguimiento a los procesos de conservación de tortugas marinas.



Estandarizar el manejo y liberación de neonatos de acuerdo con parámetros técnicos que no afecten su sobrevivencia.



Minimizar los impactos del cambio climático sobre la incubación de los huevos.





Antecedentes de la situación nacional



Tradicionalmente, en el litoral Caribe se ha dado una comercialización ilegal de carne y huevos de tortugas marinas, mientras que en el litoral Pacífico ha estado más orientado hacia los huevos. Por su parte, el tráfico de productos elaborados a partir del caparazón de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) se sigue presentando a nivel nacional con niveles bajos, debido a los esfuerzos que se han dado para evitarlo.



El control ha logrado erradicar la comercialización de cremas y lociones de tortugas, evidenciando la coordinación e información entre las instituciones estatales.



Existe trasiego de productos de tortugas marinas, especialmente artículos de carey, entre Costa Rica y sus países vecinos, especialmente a nivel del litoral Pacífico.



Los niveles de extracción de huevos en algunas playas desprotegidas de Costa Rica alcanzan niveles altos y hasta el 100 % de pérdida, lo que demuestra la demanda del mercado y el limitado control existente para evitar la extracción y venta.



Ostional es el único sitio a nivel nacional donde existen permisos y autorizaciones para la extracción y comercialización de huevos. Sin embargo, paralelamente existe un comercio ilegal, que no solo amenaza el modelo de comercialización ordenada en Ostional, sino la sobrevivencia de otras especies en playas a nivel nacional.



A pesar de que se han dado esfuerzos y resultados para hacer una valoración económica del uso indirecto de las tortugas marinas no consumista, en algunas playas principales para la anidación se siguen considerando a estos reptiles como generadoras de recursos económicos por su consumo directo (carne, huevos y caparazón).



Donde existen alternativas de uso no extractivo, es menor la necesidad de explotación directa, como por ejemplo en sitios donde existe desarrollo sostenible paralelo a la conservación se valora a la tortuga como un atractivo para llevar a cabo actividades ecoturísticas.



Algunos proyectos que llevan a cabo actividades de protección han logrado disminuir significativamente los niveles de extracción de tortugas y sus productos.

Marco legal internacional y nacional



Marco legal de la protección de tortugas marinas y la operación de viveros en Costa Rica

Existen instrumentos jurídicos de relevancia con disposiciones atinentes a la obligación de proteger las riquezas naturales, tales como la Convención para la Protección de la Flora, Fauna y Bellezas Escénicas Naturales de los países de América (Ley No. 3763 de 19 de octubre 1966), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Ley No. 5605 de 30 de octubre de 1974), el Convenio sobre la Diversidad Biológica y Anexos (Ley No. 7416 de 30 de junio de 1994) y el Convenio para la Conservación de la Biodiversidad y Protección de Áreas Silvestres Prioritarias en América Central (Ley No. 7433 de 14 de setiembre de 1994).

Por su parte, la Convención Interamericana para la Protección de las Tortugas Marinas, aprobada mediante Ley No. 7906 de 23 de agosto de 1999, contiene los siguientes preceptos de interés:

Artículo IV Medidas

1.- *Cada Parte tomará las medidas apropiadas y necesarias, de conformidad con el derecho internacional y sobre la base de los datos científicos más fidedignos disponibles, para la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats:*

a) *En su territorio terrestre y en las áreas marítimas respecto a las cuales ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, comprendidos en el área de la Convención.*

b) *Sin perjuicio de lo dispuesto en el Artículo III, en áreas de alta mar, con respecto a las embarcaciones autorizadas a enarbolar su pabellón.*



2.- Tales medidas comprenderán:

a) *La prohibición de la captura, retención o muerte intencionales de las tortugas marinas, así como del comercio doméstico de las mismas, de sus huevos, partes o productos.*

b) *El cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en lo relativo a tortugas marinas, sus huevos, partes o productos.*

c) *En medida de lo posible, la restricción de las actividades humanas que puedan afectar gravemente a las tortugas marinas, sobre todo durante los períodos de reproducción, incubación y migración.*

d) *La protección, conservación y, según proceda, la restauración del hábitat y de los lugares de desove de las tortugas marinas, así como el establecimiento de las limitaciones que sean necesarias en cuanto a la utilización de esas zonas mediante, entre otras cosas, la designación de áreas protegidas, tal como está previsto en el Anexo II.*

e) *El fomento de la investigación científica relacionada con las tortugas marinas, con sus hábitats y con otros aspectos pertinentes, que genere información fidedigna y útil para la adopción de las medidas referidas en este Artículo.*

f) *La promoción de esfuerzos para mejorar las poblaciones de tortugas marinas, incluida la investigación sobre su reproducción experimental, cría y reintroducción en sus hábitats con el fin de determinar la factibilidad de estas prácticas para aumentar las poblaciones, evitando ponerlas en riesgo.*

g) *La promoción de la educación ambiental y la difusión de información, con miras a estimular la participación de las instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y del público en general en cada Estado, en particular de las comunidades involucradas en la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats.*

h) *La reducción al mínimo posible de la captura, retención, daño o muerte incidentales de las tortugas marinas durante las actividades pesqueras, mediante la regulación apropiada de esas actividades, así como el desarrollo, mejoramiento y utilización de artes, dispositivos o técnicas apropiados, incluidos los dispositivos excluidores de tortugas (DET) de conformidad con lo dispuesto en el Anexo III, y la correspondiente capacitación, de acuerdo con el principio del uso sostenible de los recursos pesqueros.*

i) Cualquier otra medida, conforme con el derecho internacional, que las Partes juzguen pertinente para lograr el objetivo de esta Convención.”

Artículo X Cumplimiento.

“Cada parte asegurará, dentro de su territorio y en las zonas marítimas sometidas a su soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, el cumplimiento efectivo de las medidas para la protección y conservación de la tortuga marina y de sus hábitats previstas en esta Convención o adoptadas de acuerdo con ella.”

Artículo XVIII. Implementación a nivel nacional.

“Cada parte adoptará medidas en su legislación nacional a fin de aplicar las disposiciones de esta convención y asegurar su cumplimiento efectivo a través de políticas, planes y programas para la protección y conservación de las tortugas marinas y de sus hábitats.”





Marco normativo nacional en materia de protección de las tortugas marinas

En materia de protección a las tortugas marinas, en Costa Rica, se cuenta con la Ley de Conservación de la Vida Silvestre (Ley No. 7317 de 30 de octubre de 1992), la Ley Orgánica del Ambiente (Ley No. 7554 de 4 de octubre de 1995), la Ley de Biodiversidad (Ley No. 7788 de 30 de abril de 1998) y la Ley de Parques Nacionales (Ley o. 6084 del 24 de agosto de 1977). La Ley de Conservación de Vida Silvestre, Ley No. 7317, dispone a que el SINAC, del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), es el órgano competente en materia de planificación, desarrollo y control de la vida silvestre, a la vez que son los competentes para la regulación de la caza, colecta, extracción y tenencia de vida silvestre. Por su parte, la Ley de Parques Nacionales, en su artículo 8 inciso 3, establece que está prohibido cazar tortugas marinas de cualquier especie, recolectar o extraer, sus huevos o cualquier otro producto o despojo.

En el cumplimiento de lo dispuesto en la CIT, se promulgó en 2002 la Ley No. 8325 de Protección, Conservación y Recuperación de las Poblaciones de Tortugas Marinas, que tiene como propósito adoptar las medidas necesarias para evitar la muerte accidental de tortugas marinas, así como garantizar el cumplimiento de los compromisos adquiridos por el país en los instrumentos internacionales ratificados sobre la materia, a su vez declara de interés público la investigación científica relacionada con las tortugas marinas y su hábitat. La mencionada ley establece que, en coordinación con los Ministerios de Seguridad Pública y de Salud, el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) y la Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica, deben velar por el cumplimiento de dicha ley.

Esta norma a su vez, plantea que deben de establecerse medidas necesarias para evitar la muerte accidental de tortugas marinas en actividades pesqueras, las embarcaciones camaroneras de arrastre, nacionales o extranjeras, que operen en el mar territorial o en la zona económica exclusiva, obligando al uso de DET en las zonas o áreas establecidas por el INCOPECA, sin perjuicio de lo contenido en los convenios internacionales.

Permisos de investigación

La Ley de Conservación de Vida Silvestre, Ley No. 7317, autoriza al SINAC, para el otorgamiento de permisos de investigación, los cuales se otorgarán por un período máximo de un año a los nacionales o extranjeros residentes y hasta por seis meses a los demás extranjeros. Dicho permiso podrá ser cancelado por el SINAC, cuando quien lo posea contravenga la presente ley o su reglamento o cuando el uso se considere inconveniente para los intereses nacionales. De la misma forma podrá ser renovado cuando se cumplan los términos del permiso anterior y se presenten los requisitos solicitados por ley.

De cualquiera de las investigaciones que se realicen, sean investigadores independientes, universidades, instituciones y organismos públicos o privados, nacionales o extranjeros, deberán entregar dos copias a la Biblioteca Nacional y otras dos copias al SINAC, de los informes y las publicaciones que generen con las investigaciones realizadas en Costa Rica. De no hacerlo, el SINAC puede denegarles el permiso para futuras investigaciones, según lo dispuesto por el numeral 41 de la Ley de Conservación de Vida Silvestre. Estos informes deberán seguir los parámetros mínimos requeridos para este tipo de documentación.

El numeral 25 de la Ley de Vida Silvestre No. 7317, determina que se podrá autorizar permisos de investigación, se exceptúan permisos de acceso a elementos y recursos genéticos y bioquímicos de la biodiversidad, los cuales serán regulados por la Ley de Biodiversidad, así pues los permisos de investigación básica, bioprospección y aprovechamiento económico referentes a elementos y recursos genéticos y bioquímicos de la vida silvestre están regulados por la Ley de Biodiversidad vigente y tienen procedimientos diferentes a los enunciados acá para ser solicitados.

Dentro de los requisitos requeridos para contar con un permiso de investigación en tortugas marinas, es requerido contar con un documento técnico o anteproyecto de investigación, que cuente con lo siguiente:



- 1. Título**
- 2. Introducción**
- 3. Objetivos**
- 4. Materiales y métodos con referencias actualizadas**
- 5. Cronograma**
- 6. Presupuesto**
- 7. Carta de aval institucional**
- 8. Documentación referente al o los investigadores (CV, certificación del colegio profesional)**
- 9. Referencias**



Permisos para el establecimiento de viveros y colecta de huevos

Como se ha planteado, las leyes en materia ambiental y protección de vida silvestre, incluso la Ley de Protección, Conservación y Recuperación de las Poblaciones de Tortugas Marinas, no son tan específicas respecto al establecimiento de viveros y colecta de huevos de tortugas marinas con fines de conservación. Sin embargo, se dispone del denominado permiso de colecta de vida silvestre, que cumple con elementos de idoneidad. La Ley de Vida Silvestre No. 7317 dispone que se pueden otorgar permisos para la colecta, cuando su destino sea un sitio de manejo legalmente establecido para la reproducción con fines de conservación, investigación, educación, reintroducción o comerciales. Entendiéndose según numeral 36 de la ley:

Científica de investigación:

cuando se realice con fines de estudio científico o con base en estudios científicos para el manejo de las poblaciones silvestres con fines de conservación.

Académica:

cuando se realice con fines educativos y al amparo de un curso o programa educativo, de alguna institución educativa debidamente reconocida por el Ministerio de Educación o el Consejo Nacional de Rectores, el permiso de colecta deberá ser autorizado por la autoridad competente.

Plantel parental:

cuando se realice para el establecimiento de un sitio de manejo de vida silvestre de conformidad con los artículos 14 y 36 bis de esta ley, que no implique el acceso a elementos y recursos genéticos y bioquímicos de la biodiversidad.

De subsistencia:

cuando se realice para llenar necesidades alimenticias o medicinales de personas de escasos recursos económicos, comprobados mediante las normas que dicte el reglamento de esta ley. Se excluye de esta colecta la vida silvestre con poblaciones reducidas, amenazadas o en peligro de extinción. Cuando alguno de estos tipos de colecta implique acceso a elementos y recursos genéticos y bioquímicos de la vida silvestre, estarán regulados por la Ley de Biodiversidad No. 7788.

El SINAC determinará cuáles especies serán objeto de estudios poblacionales para establecer el plantel parental para centros de reproducción autorizados.

Este tipo de licencias de colecta con fines de investigación científica y académicas se expedirán por un período máximo de un año a los nacionales o extranjeros residentes y hasta por seis meses a los demás extranjeros. En ambos casos podrán ser canceladas por el SINAC, cuando quien la posea contravenga la normativa nacional o cuando el uso se considere inconveniente para los intereses nacionales.

Para realizar la reinserción al hábitat natural de la vida silvestre obtenida por colecta científica o académica, debe contar con los permisos del SINAC, donde dispone que se realizarán de previo las evaluaciones sanitarias, etológicas y genéticas respectivas del organismo u organismos involucrados, de manera que se garantice que estos no causarán daños al ecosistema en el que serán liberados, realizándose por medio de un equipo interdisciplinario que contenga al menos un biólogo, un veterinario y un genetista.

Exceptuando de las evaluaciones sanitarias, etológicas y genéticas respectivas el organismo u organismos en los casos en que la liberación se efectúe dentro de las setenta y dos horas siguientes a su captura y en el mismo lugar de la colecta cuando sea posible, o dentro de un área que reúna las condiciones apropiadas para la subsistencia del organismo u organismos involucrados, siempre y cuando tal lugar se encuentre dentro del área de distribución natural de la especie.

Los programas de reintroducción de vida silvestre a su hábitat deben contar con el espacio y los recursos necesarios para el establecimiento y la sobrevivencia de individuos de la población a liberar y un plan de manejo cuyos requisitos serán establecidos vía reglamento.

Los programas de reintroducción de especies a un nuevo hábitat deben contar con lo siguiente:

- **1. Estudios sobre la dinámica poblacional de la especie.**
- **2. Estudios sobre genética poblacional.**
- **3. Estudios sobre la introducción potencial de patógenos de los animales en cautiverio a las poblaciones locales, de forma que se asegure el bienestar de las especies silvestres.**



En el caso de los viveros como parte del permiso de investigación que solicita la colecta de huevos para fines exclusivos de incubación y liberación inmediata se solicita como parte de los anexos del anteproyecto:

- **1. Plan de manejo de huevos.**
- **2. Plan de manejo de neonatos.**
- **3. Plan sanitario del vivero.**
- **4. Plan de Educación Ambiental.**

Declaratoria de sitios de interés ecoturístico

La Ley de Protección, Conservación y Recuperación de las Poblaciones de Tortugas Marinas, No. 8325, declara de interés ecoturístico los siguientes ecosistemas de anidamiento y desove de tortugas marinas: Ostional, Nancite, Playa Grande, Tivives, Gandoca y Tortuguero.

El MINAE debe proceder con la organización de programas de capacitación para los pobladores locales en materia de tortugas marinas y turismo sostenible. A los pobladores que aprueben los programas de capacitación, el SINAC los dotará de un carné oficial que los acredite como guías de grupos de turistas en las playas de interés ecoturístico. Igualmente, las personas que realicen actividades con grupos para la observación de tortugas fuera de las áreas de competencia del MINAE deberán obtener la respectiva licencia de guía de turismo otorgada por el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), de conformidad con la Ley No. 7472 para la Promoción de la Competencia y Defensa Efectiva del Consumidor, de 20 de diciembre de 1994.

En el caso de Playa Grande, Guanacaste, se creó el Parque Nacional Marino Las Baulas, mediante Decreto Ejecutivo No. 20518-MIRENEM, del 5 de junio de 1991, publicado en La Gaceta No. 129 de 09 de julio de 1991 y fue ratificado mediante Ley No. 7524, de 10 de julio de 1995, publicada en La Gaceta No. 154 de 16 de agosto de 1995, siendo el objetivo principal de su creación, proteger las áreas de anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), los

manglares, y los ecosistemas marino-costeros de la Bahía de Tamarindo. Cuenta con un Plan de Manejo del Parque Nacional Marino Las Baulas de Guanacaste, Resolución del Consejo Nacional de Áreas de Conservación R-SINAC-CONAC-114-2017, donde en lo atinente a las áreas de anidación de las tortugas, establece medidas para la protección de los sitios de anidación de las tortugas marinas, como la prohibición del tránsito de personas por el área de las dunas durante el tiempo que dure la temporada de anidación de tortugas marinas; la prohibición de caballos, perros, bicicletas, motos, cuatriciclos en la playa, y prohibición de actividades masivas.

El Parque Nacional Tortuguero, declarado como tal el 24 de setiembre de 1970, mediante Decreto Ejecutivo No. 1235-A, publicado en la Gaceta N°213, cuenta con el Plan General de Manejo, actualizado mediante Resolución del Consejo Nacional de Áreas de Conservación R-SINAC-CONAC-023-2018, que dispone proteger especies de flora y fauna que se encuentran en peligro de extinción, especialmente las tortugas marinas.

Configuración sanciones y penas vinculadas a lesiones a las tortugas marinas

La Ley de Protección, Conservación y Recuperación de las Poblaciones de Tortugas Marinas, No. 8325, en su artículo 6, configura como delito con pena de prisión de uno a tres años a quien mate, cace, capture, destace, trasiegue o comercie tortugas marinas y con pena de tres meses a dos años de prisión a quien retenga con fines comerciales tortugas marinas, o comercie productos o subproductos de estas especies. Excluyéndose la recolección de huevos de tortuga lora en el Refugio de Vida Silvestre de Ostional, siempre que se realice con apego a las disposiciones reglamentarias que emita el MINAE.

Por su parte la Ley de Pesca y Acuicultura, No. 8436, en su numeral 149, estableció como multa de cinco a quince salarios base, a quien destruya los nidos de tortugas marinas y a quien Realice la actividad pesquera sin utilizar el DET, en los casos en que se requiera, de conformidad con la legislación y convenios internacionales vigentes. En estos casos, también serán civilmente responsables el patrón de pesca y el dueño o permisionario de la embarcación.









Línea del tiempo en legislación atinente a las tortugas marinas

- **07/09/1970** Decreto Ejecutivo 1235 Declara Parque Nacional Tortuguero
- **24/08/1977** Ley No. 6084 Ley del Servicio de Parques Nacionales
- **30/10/1992** Ley No. 7317 Ley de Conservación de la Vida Silvestre
- **10/07/1995** Ley No. 7524 Creación del Parque Nacional Marino Las Baulas de Guanacaste
- **04/10/1995** Ley No. 7554 Ley Orgánica del Ambiente
- **30/04/1998** Ley No. 7788 Ley de Biodiversidad
- **23/08/1999** Ley No. 7906 Convención Interamericana para la Protección de las Tortugas Marinas
- **4/11/2002** No. 8325 Ley de Protección, Conservación y Recuperación de las Poblaciones de Tortugas Marinas
- **01/03/2005** No 8436 Ley de Pesca y Acuicultura
- **10/03/2005** Decreto Ejecutivo 32633 Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre para Pesca y Refugios Nacionales de Vida Silvestre

Tramitología y permisos

Cada organización o individuo interesado deberá contactar a la oficina más cercada del SINAC en la zona donde se ubicará el proyecto. El encargado (Manejo de Vida Silvestre y/o Investigación) le dará la lista de requisitos siguiente:

-  Formulario de registro del proyecto (Anexo 1).
-  Anteproyecto de investigación (ver arriba).
-  Currículum de investigadores y asistentes en el proyecto.
-  Copia de la identificación (Cédula, DIMEX, pasaporte) de cada investigador y asistente.
-  Foto tamaño pasaporte de cada investigador y asistente.
-  Certificación de registro en el Colegio de Biólogos del responsable del proyecto.

Al llenar el formulario y tener 100 % completos los documentos mencionados, puede apersonarse a la oficina más cercana del área de conservación respectiva y entregar la solicitud. Se le suministrará un índice de los documentos entregados fechado y firmado acusando la entrega de la documentación. Basado en la normativa actual el área de conservación tiene 30 días para responder a la solicitud presentada.

Es inminente establecer las siguientes nuevas normas para la operación de viveros en Costa Rica:

- Todos los viveros deberán tener registradores de temperatura tipo datalogger, termocopla o similares, en número no menor a 9 en el vivero y 3 en playa.
- Todos los viveros que exclusivamente sean parte de un programa de educación ambiental podrán liberar tortuguitas al mar SOLO después de las 5:00 pm y en un número NO superior al 20 % de lo nacido ese día, el 80 % de los nacimientos diarios se debe liberar de noche y en un evento solo del personal técnico.
- Nadie excepto el personal capacitado por el proyecto (entrenamiento comprobado), los investigadores o asistentes inscritos podrán manipular las tortugas anidadoras, sus huevos o sus neonatos.
- Todos los viveros del país deberán colocar sombra de sarán al 80 % sobre su superficie a una altura no menor de los 2 metros, sin excepción.
- SOLO se autorizan en Costa Rica, los viveros que se describen en este manual. Hasta que no se genere la información científica publicada de la incubación en cajas de estereofón o cajas térmicas para incubación, cajones de madera sobre la playa o en terrenos costeros o cualquier otra forma ex situ, estos NO podrán ser utilizados.
- Este protocolo NO tiene aplicabilidad a las actividades de monitoreo en el agua que hoy día se realizan con Tortugas Marinas, pero recomienda que las acciones desarrolladas estén en el marco de la ética y el principio precautorio donde se proteja la especie y el hábitat.

No se permite el traslado de huevos de tortuga marina de un litoral a otros, hasta que no se genere información científica publicada que garantice sea esta una medida que favorezca la especie, su sobrevivencia y recuperación. Para playas en el mismo litoral, se recomienda aportar la información probatoria de la conectividad entre sitios.



Historia natural de las tortugas marinas

Todas las tortugas marinas derivan de un mismo ancestro clasificado en el suborden Cryptodira, cuyos miembros más antiguos datan de unos 150 millones de años atrás (Chiari et al., 2012; Puiu, 2017). Las tortugas marinas han desarrollado adaptaciones específicas para vivir en el océano, tales como un cuerpo hidrodinámico que reduce la resistencia al agua y favorece una natación eficiente, permitiéndoles alcanzar velocidades considerables en algunas especies. Sus extremidades en forma de aletas les sirven para propulsarse y navegar por el agua con agilidad. A diferencia de las tortugas terrestres, no pueden retraer la cabeza ni las extremidades dentro del caparazón, lo cual es una adaptación que maximiza la hidrodinámica y facilita el movimiento en el medio marino (Baudouin et al., 2015; Chambault et al., 2015).

Además, las tortugas marinas poseen glándulas especializadas para excretar el exceso de sal, ubicadas cerca de los ojos, lo que les permite consumir agua de mar y alimentarse de presas marinas sin afectar su equilibrio salino. Esto se observa cuando parecen “llorar” al estar fuera del agua, pues expulsan el exceso de sal mediante lágrimas visibles (Cooper y Baldwin, 2012). Otra notable adaptación es su capacidad para bucear a grandes profundidades, lo cual logran gracias a un metabolismo lento y a la alta concentración de mioglobina en sus músculos, que almacena oxígeno, y les permite una mayor resistencia a las inmersiones prolongadas (Hochscheid et al., 2013; Williard, 2013; Ponganis, 2015). Estas adaptaciones les ayudan a sobrevivir en ambientes oceánicos complejos, aunque los riesgos de conservación continúan afectándolas debido a factores como la contaminación y la pérdida de hábitats de anidación.

Las tortugas marinas siguen relacionadas con su ancestro terrestre por poseer escamas como otros reptiles y por desovar e incubar sus huevos en tierra. No tienen cuidado parental para sus crías. La mayoría de sus estadios inmaduros como neonatos tienen hábitos pelágicos; conforme maduran se acercan a zonas costeras, lo que sucede cuando alcanzan longitudes entre 20-40 cm, según la especie (Chacón, 2005).

Las tasas de crecimiento indican que son animales de crecimiento muy lento, que alcanzan su madurez sexual entre los 10 y 50 años, dependiendo de las especies y la zona geográfica, normalmente ellas invierten la mayor parte de sus vidas en áreas de alimentación, que usualmente están lejos de las playas de anidación (Chacón, 2005). En algunas especies de tortugas marinas, el dimorfismo sexual es evidente en ciertas características morfológicas, como la longitud de la cola y el desarrollo de las garras o uñas. Los machos suelen presentar una cola más larga, lo que facilita la reproducción, y una uña más pronunciada en las aletas delanteras, que les ayuda a sujetarse a las hembras durante el apareamiento. Este tipo de diferencias físicas

facilita la identificación. (López-Castro y Koch 2012; Weber et al., 2012; Lutcavage et al., 2013; FitzSimmons y Limpus, 2014; Southwood et al., 2019; Wibbels y Bevan, 2019; Hays y Mazaris, 2022). Las Figuras 1 y 2 muestran la morfología general y el dimorfismo sexual de las tortugas marinas.

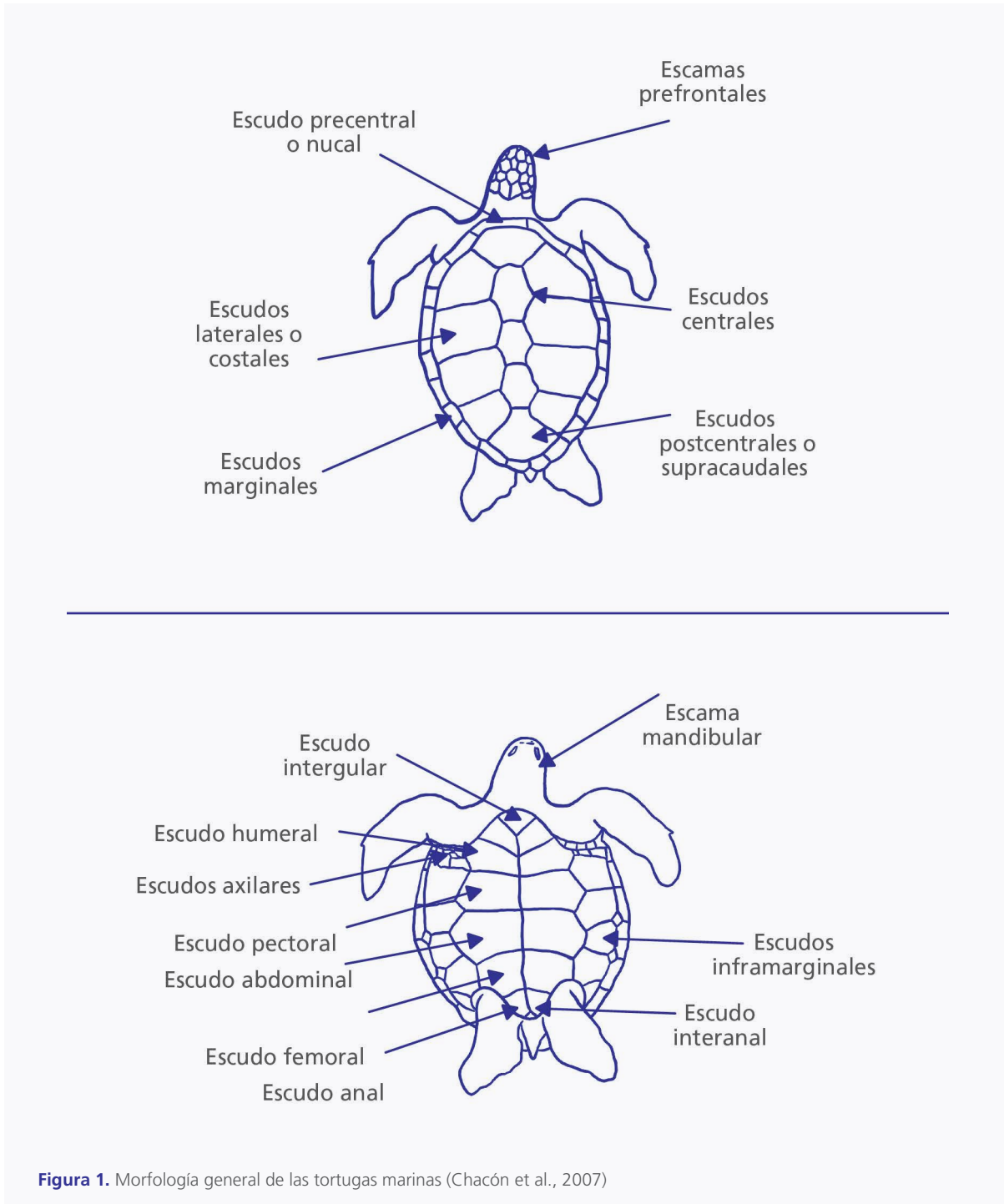
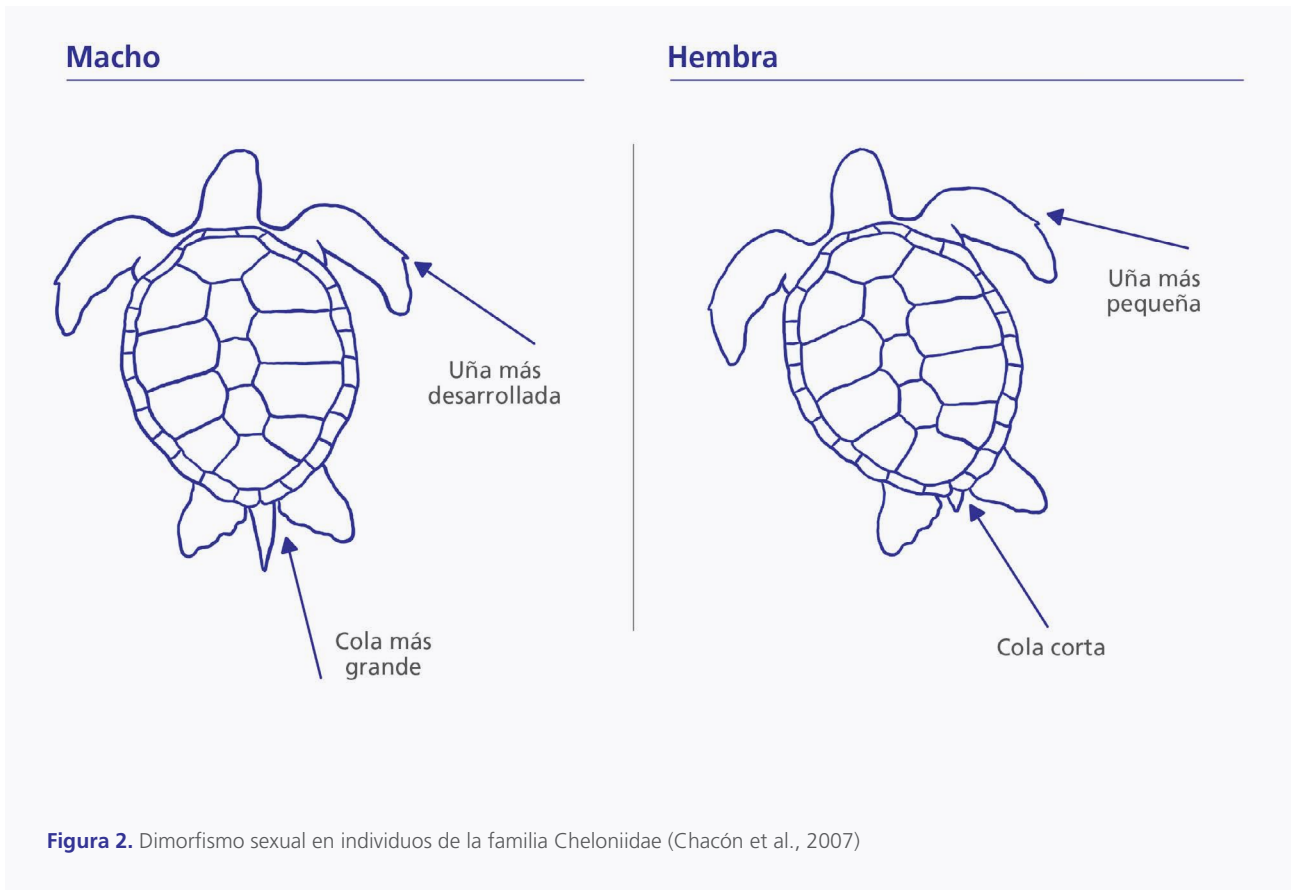


Figura 1. Morfología general de las tortugas marinas (Chacón et al., 2007)



En relación con la dieta, las tortugas poseen dietas variadas especializadas. Estos hábitos de alimentación especializados no solo apoyan la supervivencia individual de cada especie, sino que también desempeñan un rol clave en la regulación de poblaciones de otras especies marinas, contribuyendo así a la biodiversidad y estabilidad de sus respectivos hábitats.

La tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) se alimenta principalmente de organismos gelatinosos como medusas y zooplancton, lo cual es respaldado por estudios que muestran su especialización en consumir grandes cantidades de medusas, a pesar de que representan una fuente de energía baja. Estas adaptaciones incluyen estructuras especializadas en su esófago para retener la presa y permitir la expulsión del agua, optimizando así la ingestión de organismos blandos (Houghton et al., 2008; Heaslip et al., 2012; OBIS-SEAMAP, 2024). Además, investigaciones de comportamiento en buceo profundo muestran cómo estas tortugas realizan inmersiones extraordinarias, que podrían estar relacionadas con la búsqueda de medusas y otras presas de cuerpo blando en diferentes estratos marinos. Este patrón de alimentación y buceo sugiere adaptaciones fisiológicas y anatómicas que facilitan su dieta única en un contexto de alta movilidad y migración extensa.

La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) se alimenta casi exclusivamente de esponjas, lo que contribuye a mantener el equilibrio en los arrecifes de coral, ya que el consumo de esponjas evita que estas sobrepoblen y desplacen a los corales. Este hábito de alimentación es facilitado por su pico afilado y curvado, que le permite acceder a presas en grietas de los arrecifes (Chacón et al., 2007).

La tortuga verde (*Chelonia mydas*) adopta una dieta principalmente herbívora en la adultez, consumiendo fanerógamas marinas y algas en praderas submarinas. Este comportamiento no solo contribuye a su nutrición, sino que también ayuda a mantener la salud de los lechos de pastos marinos, promoviendo la regeneración de estos hábitats (Howell y Shaver, 2021).

En contraste, la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) y la tortuga caguama (*Caretta caretta*) tienen dietas carnívoras adaptadas a sus preferencias y capacidades físicas. La tortuga lora se alimenta principalmente de camarones y pequeños crustáceos, mientras que la caguama consume crustáceos y moluscos con conchas duras. Esta última posee mandíbulas robustas y poderosas, adaptadas específicamente para triturar presas resistentes, lo que le permite acceder a una mayor variedad de alimentos de este tipo. Estas adaptaciones alimenticias reflejan la especialización de ambas especies para obtener nutrientes en sus respectivos hábitats marinos (Santos y Reis, 2012; Colman et al., 2014).

En referencia a la reproducción, durante los periodos reproductivos el apareamiento de estas especies puede suceder durante la migración de los sitios de alimentación hacia las áreas de anidación y en las zonas frente a las playas de desove. Cada especie tiene un modelo propio de cortejo, apareamiento y desove. En algunas especies las hembras tienen la capacidad de almacenar esperma en sus cuerpos durante períodos prolongados, incluso hasta varias temporadas. Este almacenamiento les permite fertilizar sus huevos cuando las condiciones son óptimas para la supervivencia de las crías, en lugar de depender exclusivamente de un apareamiento reciente. Además, este fenómeno se complementa con la receptividad a múltiples machos, lo cual puede resultar en paternidad múltiple dentro de una sola nidada. Esto significa que los huevos de una misma puesta pueden ser fertilizados por esperma de distintos machos, aumentando así la diversidad genética de la descendencia y, potencialmente, sus probabilidades de supervivencia en diferentes entornos (Joseph y Shaw, 2011; Phillips et al., 2013; Lasala et al., 2019).

Cada hembra muestra la capacidad de anidar varias veces en la misma temporada; a este fenómeno se le denomina reanidación, en el caso de la baula podría ser cada 10-12 días (Chacón y Eckert, 2007). La reanidación puede suceder varias veces (de dos o más veces según la especie) en una temporada, aunque las baulas pueden reanidar hasta 11 veces, desovando unos 900 huevos en total. Cuando



la hembra regresa a anidar a la misma playa en temporadas diferentes, usualmente separadas por dos, tres o más años, se le denomina remigrante. Mientras que a las hembras que lo hacen por primera vez se les llama neófitas (Chacón y Eckert, 2007).

Las hembras de tortugas marinas recuerdan su playa natal mediante un proceso conocido como impronta o fijación de sitio. Este proceso ocurre cuando los neonatos emergen del nido

y se dirigen hacia el mar, registrando una serie de parámetros que quedan grabados en su memoria y les permiten identificar la misma playa o región donde nacieron. Gracias a esta información, al alcanzar la madurez sexual, las tortugas regresan a esa playa para anidar. Aunque se ha estudiado este fenómeno en la biología de las tortugas marinas, los parámetros exactos que influyen en este proceso aún no se comprenden completamente (Fuxjager et al., 2014; Brothers y Lohmann, 2015).



© LAST / Baula

Conociendo las tortugas marinas de Costa Rica



En Costa Rica existen cinco especies y una subespecie de tortugas marinas (Cuadro 1), las cuales se describen en los Cuadros 2 al 6.

Cuadro 1. Ubicación geográfica de las diferentes especies de tortugas marinas en Costa Rica.

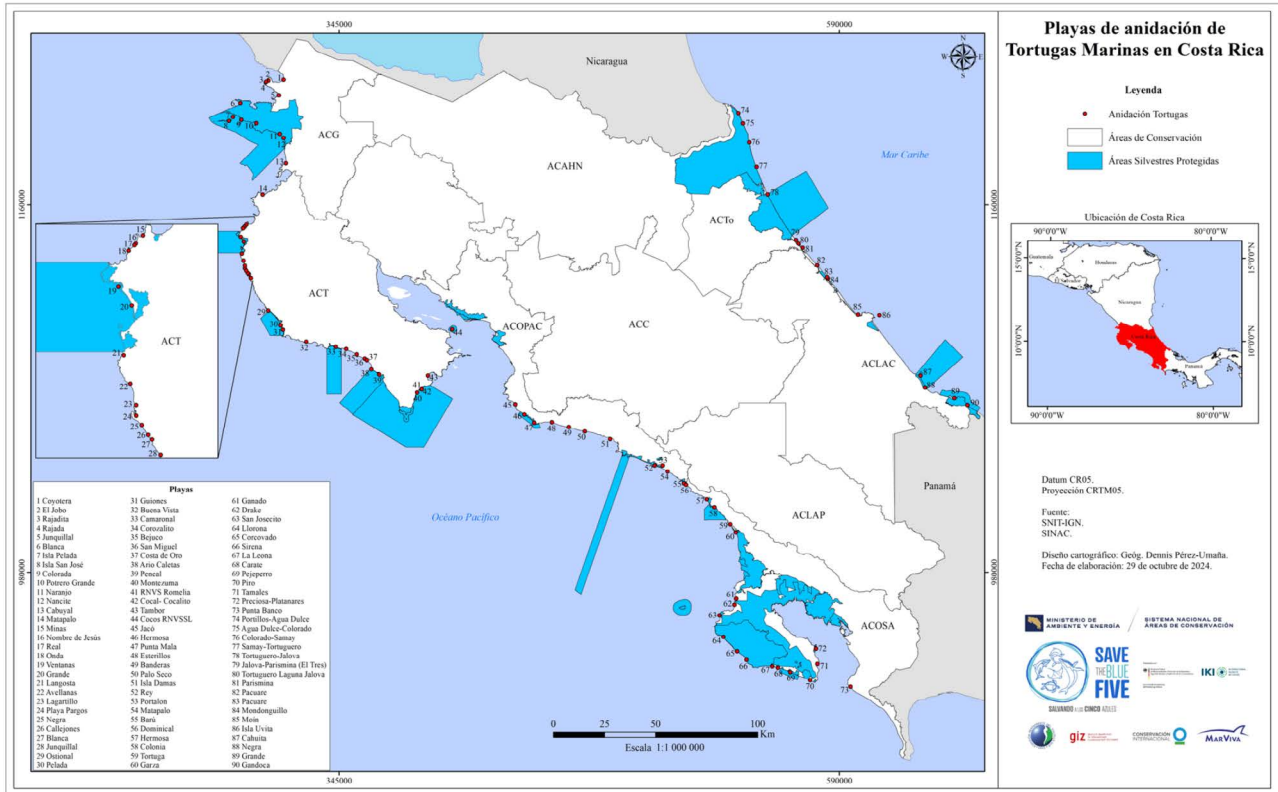
Especie	Litoral Pacífico	Litoral Caribe
Baula, tora o canal (<i>Dermochelys coriacea</i>)	X	X
Caguama o cabezona (<i>Caretta caretta</i>)		X
Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>)	X	X
Lora o carpintera (<i>Lepidochelys olivacea</i>)	X	
Verde del Pacífico, negra o prieta (<i>Chelonia mydas agassizii</i>) ²	X	
Verde o blanca (<i>Chelonia mydas</i>)		X

Según la Estrategia Nacional para la conservación de las tortugas marinas (MINAE, 2018), en Costa Rica se localizan al menos 90 playas de anidamiento (Figura 3). En el país hay importantes playas de anidación en el litoral Pacífico tales como: Nancite, Naranjo, Ventanas, Grande, Langosta, Nombre de Jesús, Junquillal, Playa Negra, Ostional, Camaronal, Caletas, Buenavista, San Miguel, Playa Hermosa, Punta Mala, Palo Seco, Playa Rey, Matapalo, Guapil, Barú, Ojochal, Ballena, Madrigal (Corcovado), Colorada (Agujas) en Bahía Drake, Pejeperro, Pejeperrito, Piro, Playa Sombrero, Platanares, Punta Banco. Mientras que en el Caribe se distinguen Barra del Colorado, Tortuguero, Parismina, Barra de Pacuare Norte, Urpiano, Moín, Matina, 12 millas, Negra, Cahuita, Gandoca e Isla Uvita.

2. Los expertos aún no están de acuerdo en determinar a la tortuga verde del Pacífico como una especie individual.



Algunos lugares totalmente reconocidos como sitios de alimentación de especies como la caguama, el Carey y la verde son Isla Uvita (frente a la Ciudad de Limón), Cahuita y Gandoca-Manzanillo, así como el Golfo Dulce en Osa. Para identificar las especies presentes en Costa Rica, se presenta la clave de identificación en la Figura 4.



Tortugas Marinas de Centroamerica

Clave de identificación

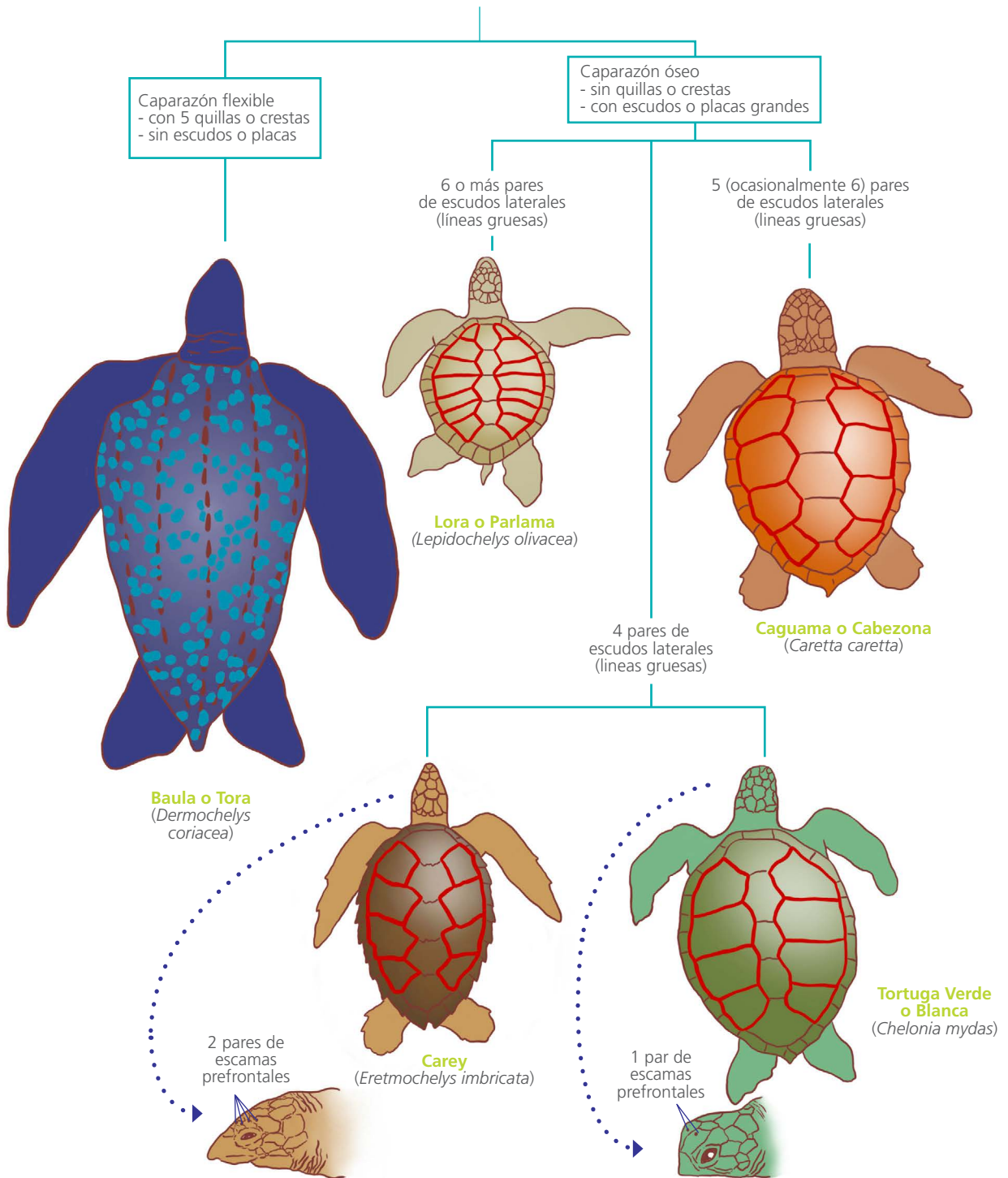


Figura 4. Clave para la identificación de las especies de tortugas marinas presentes en Costa Rica (Chacón et al. 2007)



Cuadro 2. Descripción de la especie *Dermochelys coriacea*

Nombre común Baula

Nombre científico

Dermochelys coriacea (Figura 5)

Longitud promedio (LCC)

148,7 cm (Pacífico), 152 cm (Caribe)

Frecuencia promedio de reanidación

5 veces / temporada

Intervalo de reanidación 10 días

Remigración 2-3 años

Tamaño nidada promedio

66 huevos normales (Pacífico),
112 huevos / nido (Caribe)

Tamaño de huellas 145-230 cm

Simetría de huella Simétrica

Profundidad y ancho de nido

Aprox. (70/40) cm



Figura 5. Ejemplar de tortuga baula (Foto: LAST)

Periodo de anidación en el litoral Caribe

Febrero a agosto Barra del Colorado, Tortuguero, Parismina, Pacuare, Matina, 12 millas, Negra, Cahuita, Gandoca.

Periodo de anidación en el litoral Pacífico

Setiembre a marzo Grande, Ventanas, Langosta, Nombre de Jesús-Zapotillal, Ostional, Camaronal, Nancite, Osa, Junquillal, Naranjo.

Temperatura pivotal 29-29,95 °C

Características generales

Caparazón cubierto de piel sin escudos o escamas. Color negro con manchas blancas y algunas rosadas en el cuerpo. Mancha rosa sobre la cabeza. Mandíbulas en forma de cúspides.

Esta es la más grande de todas las especies de tortugas marinas, los machos pueden llegar a medir hasta 3,0 m de largo y unos 1000 Kg. de peso. Existen algunas diferencias de tamaño entre las que se encuentran en el Caribe y en el Pacífico, las del Pacífico son un poco más pequeñas (Seminoff et al., 2012). El "caparazón" no es duro, más bien blando, tiene una coloración negra con manchas blancas a lo largo del mismo y también se distinguen por tener 7 "quillas" (Witherington y Witherington, 2015).

Tiempo de incubación 50-70 días



Cuadro 3. Descripción de la especie *Chelonia mydas*

Nombre común Verde, Blanca / Negra

Nombre científico

Chelonia mydas / *Chelonia mydas agassizii*
(Figura 6)

Longitud promedio (LCC)

105,3 cm Caribe (Vélez-Espino et al., 2018),
98,1 cm Pacífico (Fonseca et al., 2018)

Frecuencia promedio de reanidación

4.4 veces (Pacífico)

Intervalo de reanidación 14 días

Remigración 2-3 años o más

Tamaño nidada promedio

112,8 huevos por nido (Caribe) (Vélez-Espino et al., 2018), 75,8 huevos / nido (Pacífico)

Tamaño de huellas 100-130 cm

Simetría de huella Simétrica

Profundidad y ancho de nido

Aprox. (60/35) cm



Figura 6. Ejemplar de tortuga verde, con receptor satelital colocado en su caparazón (Foto: LAST)

Periodo de anidación en el litoral Caribe

Junio a noviembre Barra del Colorado, Tortuguero, Parismina, Pacuare, Matina, Moín, Negra, Cahuita, Gandoca.

Periodo de anidación en el litoral Pacífico*

Setiembre a marzo Isla San José, Nombre de Jesús-Zapotillal, Cabuyal, Ostional, Caletas, Camaronal, Matapalo, Nancite, Naranjo.

Temperatura pivotal 28,6 °C

Características generales

Una uña en cada aleta interior. Cuatro escudos laterales en caparazón. Longitud máxima del caparazón 120 cm.

Un par de escamas prefrontales. 2 pares de escamas postorbitales.

El tamaño promedio de un adulto puede ser de unos 100 cm y un peso desde los 100 hasta los 225 kg., su caparazón tiene un color verduzco y negro, las escamas que el mismo posee no son traslapadas y el plastrón es amarillento. En su parte frontal de la cabeza tiene un solo par de escamas y cuatro detrás de sus ojos (Gulko y Eckert, 2004; Seminoff et al., 2012; Witherington y Witherington, 2015).

Tiempo de incubación 45-60 días

*: *Chelonia mydas agassizii* para efectos de este manual se considera como una subespecie de *C. mydas*, por lo que alguna información de este cuadro es aplicable y otra no puede ser referida a la subespecie.



Cuadro 4. Descripción de la especie *Eretmochelys imbricata*

Nombre común Carey

Nombre científico

Eretmochelys imbricata (Figura 7)

Longitud promedio (LCC)

85,97 cm; n=148 (Chacón, 2004), 90 cm (Seminoff et al. 2012)

Frecuencia promedio de reanidación

5 veces / temporada

Intervalo de reanidación 14-16 días

Remigración 2-3 años

Tamaño nidada promedio

155 huevos / nido

Tamaño de huellas 70-85 cm

Simetría de huella Asimétrica

Profundidad y ancho de nido

Aprox. (55-30) cm



Figura 7. Ejemplar de tortuga carey (individuo joven) (Foto: LAST).

Periodo de anidación en el litoral Caribe

Mayo a noviembre Barra del Colorado, Tortuguero, Parismina, Pacuare Norte, Matina, Moín, Negra, Cahuita, Gandoca e Isla Uvita.

Periodo de anidación en el litoral Pacífico*

Mayo a enero Langosta, Sámara, Manuel Antonio, Nancite, Playa Preciosa, San Josecito.

Temperatura pivotal 29,32 °C**Características generales**

Cuatro pares de escudos laterales en el caparazón. Cabeza alargada. Mandíbula superior proyectada hacia delante.

Bordes de los escudos del caparazón se sobreponen, borde del caparazón aserrado. Los adultos pueden pesar entre los 25 y 90 kg y en promedio entre los 45 y 70 kg. Su caparazón puede llegar a medir 65- 90 cm, tiene unos colores entre amarillo hasta negro pasando por los naranjas y distintas tonalidades de rojo, las placas que conforman el caparazón están traslapadas. Sus aletas frontales por lo general tienen dos uñas y en la parte frontal de su cabeza se pueden distinguir dos partes de escamas y tres escamas detrás de sus ojos (Gulko y Eckert, 2004; Seminoff et al., 2012; Witherington y Witherington, 2015).

Tiempo de incubación 47-75 días



Cuadro 5. Descripción de la especie *Lepidochelys olivacea*.

Nombre común Lora

Nombre científico

Lepidochelys olivacea (Figura 8)

Longitud promedio (LCC)

66,8 cm (Fonseca et al., 2015), 70 cm (Seminoff et al., 2012)

Frecuencia promedio de reanidación

2 veces / temporada

Intervalo de reanidación 17-28 días

Remigración 1-2 años

Tamaño nidada promedio

110 huevos / nido

Tamaño de huellas 70-80 cm

Simetría de huella Asimétrica

Profundidad y ancho de nido

Aprox. (45-30) cm



Figura 8. Ejemplar de tortuga lora (Foto: Luis Fonseca)

Periodo de anidación en el litoral Pacífico (arribada)

Todos los meses del año, pero especialmente en la época lluviosa (de junio a noviembre), Nancite y Ostional.

Periodo de anidación en el litoral Pacífico (anidación solitaria)

Todo el año.

Temperatura pivotal 29,13 °C

Características generales

Coloración verde oscuro. Máxima longitud caparazón 72 cm. Caparazón casi redondo. Dos pares de escamas prefrontales, 5-9 pares de escudos laterales a veces impares. Dos uñas en cada aleta delantera. Esta es la especie de todas las tortugas marinas más numerosas, esta es una tortuga pequeña y los adultos pueden alcanzar entre 35 y 60 Kg (Seminoff et al., 2012). Su caparazón puede medir entre los 60 y 70 cm (Gulko y Eckert, 2004; Witherington y Witherington, 2015).

Tiempo de incubación 46-65 días



Cuadro 6. Descripción de la especie *Caretta caretta*

Nombre común Cabezona / Caguama

Remigración 2-3 años

Nombre científico
Caretta caretta (Figura 9)

Tamaño nidada promedio
1112 huevos / nido

Longitud promedio (LCC) 87 cm

Tamaño de huellas 70 - 90 cm

Frecuencia promedio de reanidación
4 veces / temporada

Simetría de huella Asimétrica

Intervalo de reanidación 15 días

Profundidad y ancho de nido
Aprox. (55 / 35) cm



Figura 9. Ejemplar de tortuga cabezona enredada en una red, siendo auxiliada. (Foto: LAST)

Periodo de anidación en el litoral Caribe

Mayo a agosto Tortuguero, Pacuare Norte, presumiblemente Cahuita.

Periodo de anidación en el litoral Pacífico

No existe.

Temperatura pivotal 27,74 °C

Características generales

Cabeza grande (25 cm en adultos). Caparazón elongado con una "joroba" en el quinto escudo vertebral. Coloración café rojiza. Longitud máxima caparazón 105 cm. Cinco escudos laterales en caparazón. La tortuga cabezona adulta puede pesar entre 100 y 200 kg, normalmente el tamaño del caparazón va desde las 75 a los 100 cm y los escudos que lo conforman no se traslapan unas con otras y su escudo nucal está en contacto con la primera placa costal. Caparazón es oscuro y su plastrón es amarillo crema (Gulko y Eckert, 2004; Witherington y Witherington, 2015).

Tiempo de incubación 56-80 días



La morfología de los neonatos de las especies no es muy diferente de su estado adulto (Figura 10).



Figura 10. Morfología de los neonatos de las especies en Costa Rica: A) Baula, B) Carey, C) Cabezona, D) Verde, E) Lora.

Protocolo para el manejo de tortugas marinas en playas de anidamiento



Justificación



Este protocolo tiene como finalidad refrescar las técnicas desarrolladas en el protocolo Chacón et al. (2007) para guiar y estandarizar los procedimientos de monitoreo en playa como paso previo a la operación de cualquier vivero, esto con la sola intención de valorar la tendencia de la anidación como un cambio en la abundancia a través del tiempo, así como manejar los impactos actuales del cambio climático como el aumento de la temperatura y el nivel del mar. Así, los valores obtenidos por medio de este protocolo reflejarán la tendencia del segmento de la población que está utilizando el hábitat, donde se ejecuta el protocolo, además de variables poblacionales como la temperatura de incubación, el éxito de eclosión, y la fecundidad entre otras variables.

Cada área de conservación suministrará una resolución para otorgar el permiso respectivo de investigación y otra donde se autoriza la operación de un recinto de incubación de huevos de tortuga marina al amparo de un anteproyecto de investigación³. Es inminente que siga las normas establecidas en este documento, especialmente en lo que respecta a restricciones, procedimientos y formato para el informe final. El área de conservación deberá ser consciente que los informes emitidos por el permisionario deberán tener la calidad e información que el país requiere en busca de cumplir sus obligaciones en el marco de la CIT.

3. Portada, Introducción, objetivos, metodologías, equipos y materiales, cronograma, presupuesto, referencias.





Requisitos



Para investigación, es decir para realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia y/o especie, se requiere:



Anteproyecto de investigación.



Carta de apoyo de la organización que representa.



Formulario debidamente lleno.



Fotografías de los involucrados.



Copia de la identificación de cada solicitante.



CV del investigador y de los asistentes.

Para vivero (recinto)



Plan de manejo (según referencia anotada en este manual).



Solicitud.



Cédula física o jurídica.



Demás requisitos de ley.

En ningún caso se permite el desarrollo de actividades turísticas o demostrativas que pongan en peligro la sobrevivencia de los neonatos o la calidad de la incubación, actividades tales como:



Liberación de neonatos en horas no “naturales” para la especie (horas aptas 7:00 pm-4 am).



Liberación con altas densidades de personas sobre la zona donde se libera.



Visitación de más de 2 personas por metro cuadrado en la parte interna del vivero.



Manipulación por parte de personal no autorizado en la resolución del proyecto.

El monitoreo de las playas de anidación de tortugas marinas ha sido llevado a cabo en Costa Rica durante décadas. Si bien se ha establecido cierta estandarización de los protocolos de monitoreo a nivel nacional tal como Chacón et al. (2007) o SINAC (2016) para los datos de PRONAMEC, hasta el momento no se ha adoptado un estándar, pues se continúa con ciertas prácticas que no siguen la ciencia, la técnica y el principio precautorio. Como resultado, diferentes proyectos reportan diferentes tipos de datos e incluso ejecutan variaciones en los protocolos de manejo de los neonatos y la construcción de los viveros, los cuales pueden ser bastante incompatibles, especialmente porque a nivel nacional se debe cooperar con la gestión de la recuperación de las especies, de la gestión de las áreas marinas protegidas y con el PRONAMEC.



Monitoreo en playa

Según Eckert (2000), la meta general de un plan de conservación para tortugas marinas es promover la sobrevivencia de las poblaciones a largo plazo y la restauración de los hábitats críticos, incluyendo también las necesidades de las comunidades humanas con las que ellas interactúan. Una necesidad crítica para un programa de conservación es la de información científica, la recuperación de la especie y la mitigación de impactos. Los objetivos específicos de cada programa de conservación pueden variar, pero deben incluir aspectos como:



Identificación de los lugares donde se encuentran las poblaciones de las diferentes especies.



Tamaño de las poblaciones locales y regionales.



Estimación del estado de conservación de la población, identificando todas las áreas claves de reclutamiento (especies y sitios de anidación).



Monitoreos regulares de las poblaciones y el estado de conservación de su hábitat.



Estimación de mortalidad anual.



Conocimiento de la naturaleza y el grado de la explotación humana, lo mismo que otros factores que pueden afectar las poblaciones de tortugas marinas.



Protección y monitoreo efectivo de playas de anidación, zonas de alimentación, conocimiento de los recorridos migratorios (monitoreo).



Regulación del comercio ilegal doméstico e internacional de productos y partes de las tortugas marinas.



Desarrollo de monitoreos aplicando los indicadores de PRONAMEC.



Conducir y eliminar amenazas tales como recolecta ilegal, cacería, desarrollo no regulado, contaminación, iluminación costera, drenajes, efectos del cambio climático, pérdida de hábitat críticos entre otros.



Logro y mantenimiento del soporte público para las metas y objetivos de los programas.



Crear sistemas de divulgación sobre la problemática y la importancia de desarrollar medidas de protección y manejo de tortugas marinas y su hábitat.



Fortalecer e integrar esfuerzos locales y nacionales dirigidos hacia la conservación de tortugas marinas.

Usualmente los programas de investigación enfatizan la fase terrestre del ciclo de vida: hembras anidando, huevos, y neonatos, razón por lo que dichas investigaciones están supeditadas a pocos meses durante las temporadas de anidación. Aunque en playas donde anidan varias especies como el caso de algunas en el Caribe (p. ej. Pacuare norte con anidamiento de baulas, careyes y verdes) esta actividad podría estar presente por más de ocho meses.

En estos monitoreos, la mejor unidad de conteo para determinar la abundancia y tendencias de la población es el número real de individuos en la población estudiada, pero sin una abundancia de recursos humanos, tecnológicos y financieros esto es poco probable. Por lo tanto, el número de hembras anidadoras es el tipo de conteo indirecto preferido para evaluar la abundancia y tendencia de la población anidadora y una posible estimación de su estatus de conservación. Otros tipos de conteos (conteos diurnos de huellas, conteos de emergencia de nidos exitosos, etc.) también son suficientes para calcular la abundancia y las tendencias, siempre y cuando el protocolo de monitoreo sea suficiente y consistente a lo largo del tiempo.

Los registros y datos colectados de conteo también pueden convertidos de un tipo a otro tipo de conteo (p. ej. de un número de nidadas al número de hembras anidadoras usando la frecuencia de anidamiento).



Para optimizar los recursos y el tiempo de estudio en una zona determinada, primero se debe tener un conocimiento general del estado de las tortugas marinas en esa área. Para esto, es necesaria la realización de las siguientes actividades:



Fomentar la investigación biológica de las especies, identificar y dar seguimiento a los componentes de la diversidad biológica más importantes, para su conservación y utilización sostenible; así mismo identificar los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrecen mayor potencial para su utilización sostenible.



Monitorear periódicamente las poblaciones o colonias de especies, lo cual debe ser tarea básicamente del Ministerio del Ambiente y Energía, Municipalidades, ONG, universidades y cualquier otra organización debidamente autorizada por el Estado y/o en capacidad técnica comprobada. Debe recordarse que las tortugas marinas son un grupo de organismos en estado sensible de conservación y su manejo debe ser preciso, basado en la mejor ciencia y técnica certera.



Integrar programas de investigación socioeconómica a los proyectos de investigación en tortugas marinas, especialmente guiados a la valoración de los servicios ecosistémicos prestados por estas especies.



Aplicar al menos el protocolo de PRONAMEC para las playas de anidamiento con el seguimiento de sus cinco indicadores.



Levantamiento de datos

Entre los objetivos de la recolección de datos están, principalmente, adquirir sistemáticamente información sobre las tortugas marinas, para tener bases científicas suficientes para tomar medidas técnicas correctas en cuanto a conservación, gestión de las áreas silvestres protegidas (ASP) y política ambiental. La toma veraz de los datos en el campo se debe hacer evitando al máximo el impacto o estrés a la especie. Para esto es necesario trabajar con rapidez, usar exclusiva y adecuadamente luz roja, así como contar con personal debidamente capacitado y calificado. El uso de libretas de campo y/o láminas acrílicas es básico para garantizar la recopilación de los datos y de la investigación. Los datos mínimos que se deben registrar son los siguientes:



Fecha, para llevar el orden cronológico.



En playas con anidación de varias especies, se recomienda utilizar siglas (p. ej. *Lepidochelys olivacea* = L.o.).



Marca y localización o señal de marcas previas en la tortuga.



Medidas (p. ej. longitud curva del caparazón, ancho curvo del caparazón).



Ubicación (georeferenciación) y descripción de la zona de anidación (p. ej. vegetación).



Hora de anidación y recolecta de huevos.



Número de huevos.



Marcas o mojones en la playa.



Observaciones: se refiere a aspectos climáticos como temperatura, humedad, lluvia, nivel de manto freático, entre otros y aspectos morfológicos como cicatrices, deformidades, parásitos, tumores y cualquier otra.



Cada proyecto puede incluir sus propias variables, pero deberá tener presente que para estandarizar los datos deberá incluir las variables indicadas en los puntos anteriores, con el propósito de facilitar la elaboración de los informes y de la base de datos por parte del SINAC. Es importante que en la medida de lo posible se incluyan los datos para generar los indicadores del Protocolo de Playas de Anidación de PRONAMEC, lo cual contribuirá a este programa del SINAC y a la elaboración de los informes anuales a la CIT.

El valor de estos monitoreos está en lograr respaldar las conclusiones mediante una aplicación consistente de un procedimiento confiable y estadísticamente sustentado para la obtención de los datos. La aplicación o desarrollo de técnicas antojadizas alejan los datos de ser robustos y confiables.



Límites del monitoreo



Figura 11. Los mojones pueden ser piezas de madera o árboles que son enumerados según el protocolo, de manera creciente en sentido norte-sur

La delimitación de las playas índice de anidación debe ser determinada y mantenida año tras año. La selección de esos límites (extensión del área de monitoreo) debe tomar en consideración el potencial a largo plazo para la continuación del estudio, de conformidad con los protocolos para estudios índices.

El área de estudio debe ser representativa de la anidación local. Por ejemplo, en el caso de los cayos (islas coralinas), uno o más cayos pueden comprender una sola playa índice de anidación. Lo mismo que una o más pequeñas playas separadas por áreas rocosas.

Zonas del estudio

Es importante que la extensión de la zona de estudio sea al menos la longitud de la playa índice⁴, si se requieren datos de anidación a una escala más significativa, para abordar aspectos específicos del manejo al nivel local. Se recomienda una marcación de la playa con postes, marcadores o mojones con una distribución ideal de cada 50 m (con el sistema métrico) (Figura 11). Se puede usar máximo divisiones de 100 m (se debe revisar y reemplazar los marcadores durante la temporada y corroborar la posición de estos al comienzo de esta, para ello se utiliza una cinta métrica de la longitud correcta, se puede apoyar este paso con el uso de un GPS) (Figura 12).

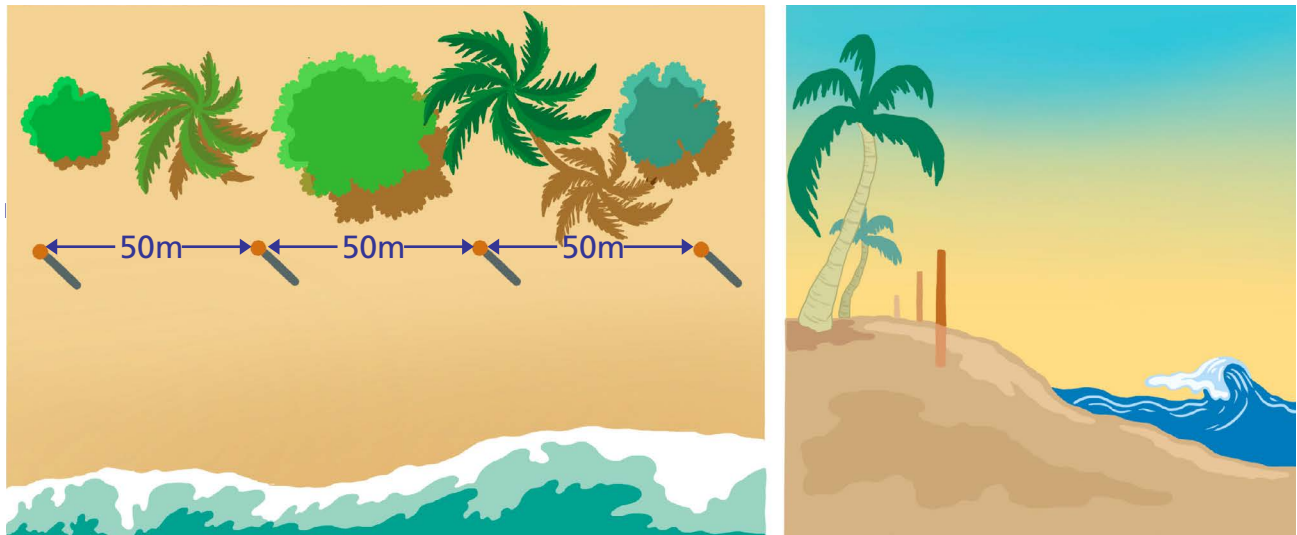
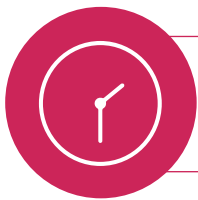


Figura 12. Distribución espacial de los mojones en el sitio de estudio. Fuente: Chacón et al. (2007).

4. Una playa índice es donde se encuentra una proporción significativa de toda la población anidadora dentro de una región, aunque los números sean pequeños. Los sitios índices a fin de representar los diferentes segmentos de la población regional (p.ej. genética, unidades regionales de manejo), pueden incluir los sitios principales que ya están bajo estudio intensivo y monitoreo a largo plazo. Por otro lado, los sitios índices deben permanecer constantes año tras año y contar con suficientes recursos para mantener un monitoreo adecuado y consistente.



Este procedimiento servirá entre otras cosas, para orientar las actividades usando los marcadores como puntos de referencia, para determinar la distribución espacial de la anidación, y para analizar la tendencia espacial del anidamiento entre temporadas. Se deben ubicar estos marcadores en la línea de la vegetación a suficiente distancia para que las mareas y el oleaje no los remueva, pero también, a una distancia que puedan ser leídos por las personas que monitorean la playa. Un mecanismo que ayuda es la instalación de cinta reflectiva en los marcadores que permitan a los monitoreos su ubicación en corto plazo. Una revisión mensual de cada marcador es necesario dado que el vandalismo y las altas mareas usualmente destruyen el marcaje.



Frecuencia del monitoreo

La frecuencia del estudio (número de días por semana en la cual el monitoreo es conducido), depende de cada proyecto de investigación, sin embargo, se sugiere que el monitoreo se realice año tras año, con el fin de establecer comparaciones. En las áreas protegidas se requiere que sea diario al menos por el periodo que solicita el manual de PRONAMEC (SINAC, 2016). Para este fin, SWOT (2011) hace varias recomendaciones de frecuencia que están condicionadas por los recursos disponibles para el monitoreo pero que también condicionan los datos que se obtienen:



Monitoreo diario donde todas las noches se realizan los registros del anidamiento dentro de los límites definidos como el área de anidamiento para los fines del registro. Este monitoreo puede o no combinarse con conteos diurnos de reconfirmación de anidamiento.



Conteos diurnos de anidamiento donde se registran solo aquellas manifestaciones de anidamiento certeras, para lo cual se necesita un monitor experimentado. Estos conteos pueden ser constantes y diarios o inconstantes en la semana e incluso entre varias semanas, pero apoyado por herramientas estadísticas.



Tres o más veces por semana, se pueden realizar los conteos de nidadas en días consecutivos de día de por medio tres o más veces por semana durante toda la temporada de anidamiento, estos registros y el uso de un modelo estadístico ayudarían a estimar el número total de nidadas e incluso hembras anidadoras.

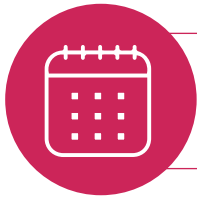


Monitoreo heterogéneo, este requiere conteos una vez cada quince días, tres veces por semana durante el primer mes de la temporada de anidamiento, una vez por semana en la mitad de la temporada (durante el pico del anidamiento), tres veces por semana durante el último mes de la temporada, para terminar la temporada con una frecuencia cada quince días. Estos conteos con el modelado estadístico ayudaran en las estimaciones para aquellas anidaciones de distribución “normal” o en forma de campana.



Conteos múltiples combinados, este método se aplica para una misma colonia de anidamiento donde los periodos de conteos pueden ser ejecutados al principio, en medio y al final de la temporada, variando la intensidad o frecuencia de estos esfuerzos. Por ejemplo, en el caso de PRONAMEC (SINAC, 2016), se realizan esfuerzos de registro de anidamiento idealmente una semana antes del mes “pico” y una semana después del mes pico.





Período del monitoreo

El período del monitoreo debe abarcar el período máximo de anidación cerca de la temporada de desove y se debe diseñar para tener en cuenta los cambios en el pico de la temporada de anidación de un año a otro. Al menos una variación de dos semanas antes y dos semanas después del pico de anidamiento conocido para la especie.

Idealmente, debería abarcarse la totalidad de la temporada de anidación, no obstante, el período mínimo del estudio es de ocho semanas. Periodos de estudio más cortos pueden ser apropiados dependiendo de las condiciones locales y de un completo entendimiento de la variabilidad de la temporada de anidación (SINAC, 2016). Las playas que no han sido previamente estudiadas, o para las que la temporada de anidación no ha sido definida, requerirán de estudios de prospección para identificar el pico de la anidación y los índices de pérdida y saqueo de los nidos, antes del establecimiento del período de monitoreo. Los estudios de prospección (línea de base) deberán ser conducidos por al menos un período de tres años, tiempo durante el cual la temporada completa de anidación debe ser estudiada (Figura 13) (SINAC, 2016).

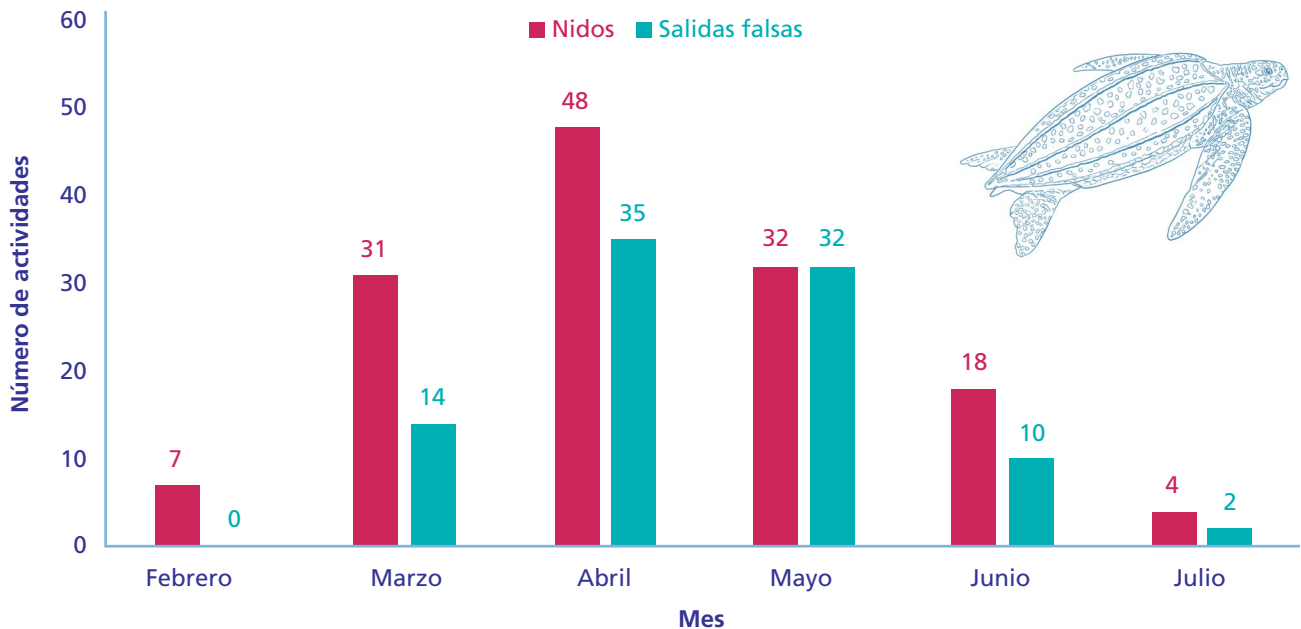


Figura 13. Distribución mensual de la anidación de baula en 2024, para playa Pacuare, Limón, Costa Rica. (Fuente LAST 2024)



Horario del monitoreo

Los monitoreos ideales son todas las noches, empezando desde al menos las 8:00 pm y hasta la víspera del amanecer (4:00 o 5:00 am) o bien, considerando el ritmo de las mareas, si estas condicionan el acceso a zonas seguras para las personas monitoras. Es meritorio reforzar el horario del monitoreo con caminatas diurnas comparativas que confronten estos conteos con los registrados de las actividades durante la noche. Se recomienda, al menos, la cobertura del segmento de observación una vez por hora (Figura 14).

Por otro lado, si los monitoreos no pueden ser llevados a cabo durante la noche, se recomienda hacerlos lo más temprano posible en la mañana. Marcando cada anidamiento efectivo registrado con el dibujo de una "X" en la arena, esto para evitar recuentos posteriores.

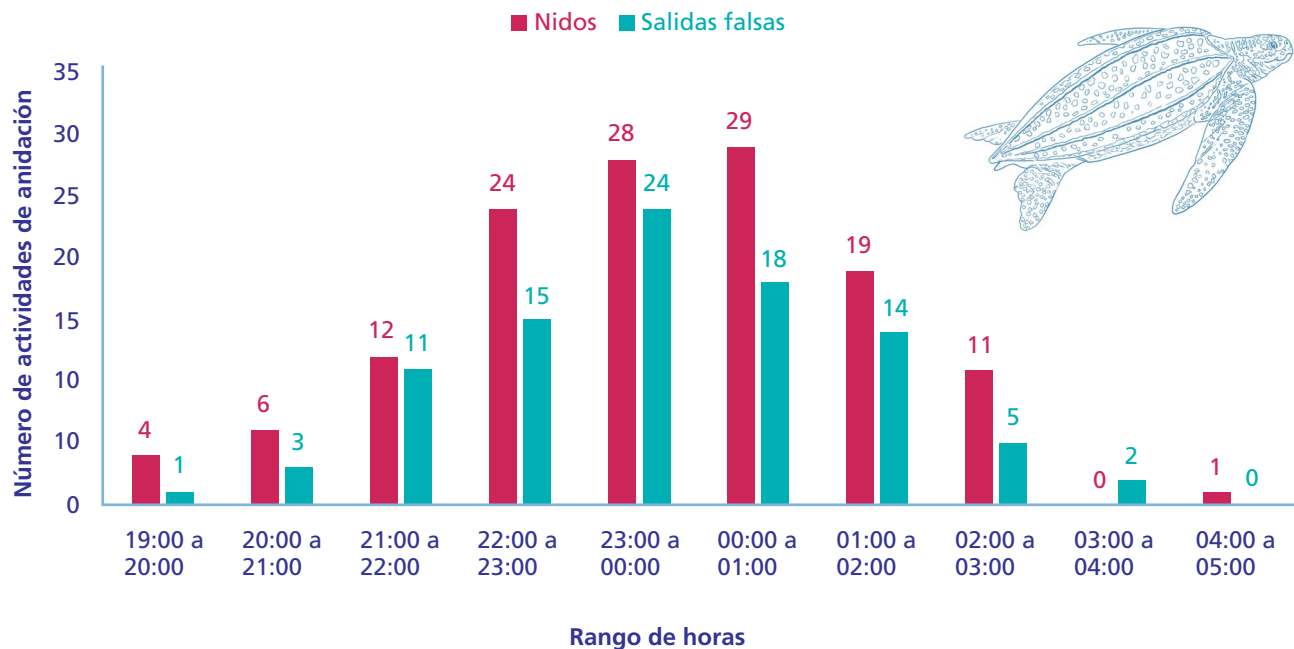
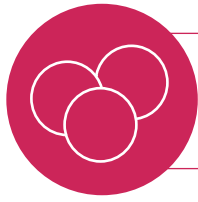


Figura 14. Distribución horaria de la anidación de tortuga baula en el Caribe de Costa Rica, datos de Playa Pacuare Norte, Temporada 2024. (Fuente LAST 2024).



Verificación de los nidos

Idealmente, las personas investigadoras, asistentes o recolectores deberán estar lo suficientemente capacitados para confirmar las nidadas, evaluar las características de la huella y el sitio de anidación. Si surge duda para reconocer si el rastro haya resultado o no en una anidación, la presencia o ausencia de los huevos deberá ser verificada por una excavación manual.





Capacitación de las personas monitoras

(personal permanente, asistentes y voluntarios de largo plazo)

La capacitación debe incluir la observación directa de las tortugas anidando, para asegurar que las personas monitoras responsables de la recolecta de información y trabajo con las tortugas anidantes y nidos, tienen una perfecta comprensión de los comportamientos de estos reptiles durante el proceso de anidación, y para que logren identificar las características de la huella y de la nidada; esto es clave para distinguir correctamente un nido de un rastro sin anidación (Figura 15).

La capacitación deberá también incluir un entrenamiento práctico de evaluación de rastros en la playa de monitoreo siempre dirigida con personal experimentado. Se recomienda el intercambio con proyectos o ASP que tengan amplia experiencia para capacitar personal nuevo.

El personal nuevo deberá trabajar lado a lado con el personal experimentado hasta que la persona líder del proyecto este suficientemente convencida de que las futuras personas monitoras tienen el conocimiento y las habilidades necesarias para desempeñar un seguimiento preciso. Deben tener conocimientos sobre la biología, la ecología y el estado actual de las especies de tortugas marinas. También sobre los planes de manejo de las colonias anidadoras que integran las poblaciones de tortugas marinas; así mismo se deben dar a conocer aspectos relevantes de los antecedentes, objetivos y avances del programa de conservación de tortugas marinas. La participación del voluntariado podría incluir sesgos en el levantamiento de los datos, de manera que deben de incluirse actividades que lo prevean. Para todos, la capacitación práctica de trabajo en playa con actividades de marcaje, manejo de los huevos y recolección de datos, debe ser robusta y clara. No son admisibles las interpretaciones o los desvíos de la técnica.



Etapas de desove:



1	2	3	4	5	6
<p>Sale del mar: la tortuga al emerger se dirige con precaución hacia la playa, se detiene frecuentemente para descansar o respirar.</p>	<p>Escarba el hueco para el cuerpo (fosa corporal): con sus aletas delanteras, la tortuga arroja vigorosamente la arena hacia atrás. Así forma una fosa poco profunda para el cuerpo.</p>	<p>Construye la cámara de incubación: con sus aletas traseras, saca y tira arena hacia afuera, dándole al nido la forma y profundidad correcta, la parte trasera de su cuerpo puede mecerse mientras sus aletas trabajan.</p>	<p>Desova (Oviposición): etapa en la que la tortuga deposita sus huevos dentro del nido. Mediante contracciones que ocasionan movimientos leves de sus aletas traseras, los huevos caen en pequeños grupos dentro del nido.</p>	<p>Cubre los huevos: con sus aletas traseras, la tortuga cubre los huevos con arena húmeda, deteniéndose cada cierto tiempo a compactar la arena arriba de la nidada. Luego con sus aletas delanteras, tira arena hacia atrás para cubrir y camuflar el nido.</p>	<p>Regreso al mar: la tortuga inicia su regreso al mar ubicando la pendiente de la playa y orientándose hacia las olas.</p>

Factores de perturbación de la tortuga

<p>1. Muy alto: en el momento que la tortuga emerge del mar, la menor luz o movimiento, la asustará y regresará al mar. Si ve una tortuga, emergiendo, deténgase y agáchese inmediatamente para observarla. Si ella continúa subiendo hacia la playa, espere hasta que pueda deslizarse detrás de ella sin ser visto. Manténgase siempre detrás de la tortuga. Pueden transcurrir varios minutos hasta que la tortuga vuelva a moverse. No tome fotos.</p>	<p>2. Muy alto: cualquier acrcamiento a menos de 10 metros o cualquier fuente de luz blanca asustará a la tortuga que regresará al mar. Existe el peligro de tropezar con una tortuga cuando esta se encuentre abajo en las irregularidades de la playa. Muévase con precaución y busque las zonas de arena removida, usualmente más oscura, producto del movimiento de la tortuga o de su actividad de anidación. Recuerde mantenerse detrás de la tortuga. No tome fotos.</p>	<p>3. Alto moderado: puede aproximarse silenciosamente a la tortuga desde atrás. Manténgase a distancia de ella. No la toque ni tampoco encienda luces. Espere un momento a partir de que la tortuga deje de moverse, para averiguar si está desovando. Si su objetivo en la playa es la investigación o monitoreo de la anidación encienda una pequeña luz roja y enfóquela hacia el nido para evaluar el proceso de desove. No tome fotos.</p>	<p>4. Bajo: una vez que la tortuga inicia el desove se vuelve menos sensible a las perturbaciones motivo por el cual puede acercarse. El guía o líder manejará la única luz roja con la que se podrá observar el desove. Nadie deberá proyectar la luz hacia la cabeza de la tortuga. No tome fotos.</p>	<p>5. Moderado: la tortuga vuelve a ser muy sensible a movimientos y luz, así que se perturba su comportamiento, cuando está cubriendo el inicio. No tome fotos.</p>	<p>6. Alto: no intercepte a las tortugas cuando van hacia el mar, deles paso libre; si encuentran obstáculos en la playa los puedan remover antes que la tortuga pase. En caso de que se observe este regreso al mar de día es posible tomar fotografías siempre y cuando la legislación lo permita.</p>
---	--	---	---	---	---

Figura 15. Proceso de anidamiento estándar y el índice de sensibilidad a la perturbación que poseen las hembras anidadoras (Adaptado de Salm y Salm, 1991)



Recolección de información

Las estrategias exitosas de conservación se construyen sobre cimientos científicos robustos. La primera acción clave para evaluar el estado de conservación de una población o especie de tortuga marina es determinar el número de individuos que existen en una población o especie, cuál ha sido la tendencia de esa abundancia, cuál es la tendencia en presente, y cuál podría ser en el futuro en ese sitio de anidación o esa población. La precisión de esas cifras depende del esfuerzo invertido en la colecta de los datos de abundancia (SWOT, 2011).

Esta información permite a los gestores sociales y las autoridades promover acciones para mantener o cambiar las tendencias poblacionales. El recolectar información permite saber la tendencia, abundancia y situación de las poblaciones de tortugas marinas y con ella tomar decisiones para la gestión apropiada y su conservación.

Para cada estación de estudio (playa índice o segmento de esta)



Descripción física de los límites (área del monitoreo).



Fechas de inicio y finalización del monitoreo.



Número de días muestreados por semana.










Descripción narrativa de cambios significativos que hayan ocurrido en la playa que podrían influir en la anidación.



Otros datos de importancia para la interpretación de información sobre la anidación.



Para cada estudio

-  Playa de estudio (si existen múltiples playas que comprenden el sitio índice).
-  Día del estudio.
-  Hora de inicio y finalización del monitoreo.
-  Nombre del monitor.
-  Número de salidas para anidación (incluyendo los nidos robados y depredados), por zonas si la playa es subdividida.
-  Número de salidas sin anidación (por zonas si la playa está subdividida).
-  Comentarios u observaciones.



© Kuemar. "Uso de luces rojas durante trabajo de campo nocturno para observar tortugas marinas"

Protocolo para el monitoreo de tortugas marinas usando drones



Objetivos

- Evaluar la abundancia y distribución de tortugas marinas en playas y hábitats marinos.
- Caracterizar el comportamiento de anidación y alimentación.
- Identificar amenazas potenciales, como la contaminación y la interacción con embarcaciones.
- Obtener imágenes y videos de alta resolución para análisis posteriores.

Metodología

Selección del Dron

- Tipo de dron: Multirrotores con capacidad de vuelo autónomo y cámara térmica/óptica.
- Autonomía de vuelo: Mínimo 30 minutos.
- Resolución de cámara: Mínimo 4K para óptico y 640x512 píxeles para térmico.
- Resistencia a condiciones ambientales: IP53 o superior.

Planificación del Vuelo

- Altitud de vuelo: 30-120 metros según la visibilidad y cobertura del área.
- Velocidad: 5-10 m/s para optimizar cobertura y calidad de imagen.
- Utilizar archivo KML para guiar el vuelo.
- Horario: Amanecer y atardecer para minimizar perturbaciones.
- Frecuencia: Monitoreos semanales durante temporadas de anidación y cada 15 días fuera de estas temporadas.

- En áreas con restricción de vuelo y de altura de vuelo, deberá poseer la documentación exigida de ley y las autorizaciones de vuelo por parte de Aviación Civil.



Protocolos de Monitoreo

- Se establecen transectos predefinidos en playas y zonas marinas.
- Uso de GPS y software de mapeo para programar vuelos automáticos.
- Grabación en video y toma de imágenes en intervalos de 5 segundos.
- Uso de cámaras térmicas para detectar tortugas en áreas de difícil visibilidad.

Métricas de Evaluación

- Número de tortugas detectadas por unidad de área (ind/km²).
- Número de nidos identificados por metro cuadrado en playas.
- Tasas de éxito de anidación (proporción de intentos de anidación exitosos).
- Registro de interacciones con humanos o embarcaciones.
- Calidad del video e imágenes (resolución, nitidez, detección de detalles clave).

Análisis de Datos

- Procesamiento de imágenes con software de fotogrametría (Pix4D, Agisoft Metashape).
- Uso de inteligencia artificial para identificación automática de tortugas.
- Comparación de datos entre períodos para evaluar tendencias poblacionales.

Consideraciones Éticas y Legales

- Respeto a regulaciones ambientales y permisos de vuelo.
- Minimización de perturbaciones a la fauna mediante altitudes adecuadas.
- Uso responsable de datos e imágenes recopiladas.

Referencias

- Bevan, E., Whiting, S., Tucker, T., Guinea, M., Raith, A., & Douglas, R. (2018). Measuring behavioral responses of sea turtles to drones: A case study in the wild. *Endangered Species Research*, 35, 81-93. <https://doi.org/10.3354/esr00876>
- Christiansen, F., Dujon, A. M., Sprogis, K. R., Arnould, J. P. Y., & Bejder, L. (2016). Noninvasive unmanned aerial vehicle provides estimates of the energetic cost of reproduction in humpback whales. *Ecosphere*, 7(10), e01468. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1468>
- Hodgson, A., Kelly, N., & Peel, D. (2013). Unmanned aerial vehicles (UAVs) for surveying marine fauna: A dugong case study. *PLoS ONE*, 8(11), e79556. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079556>
- Rees, A. F., Avens, L., Ballorain, K., Bevan, E., & Broderick, A. C. (2018). The potential of unmanned aerial systems for sea turtle research and conservation: A review and future directions. *Endangered Species Research*, 35, 81-100. <https://doi.org/10.3354/esr00877>



Según Balazs (2000), el grado de éxito del marcaje en términos de retención de la marca y el reconocimiento de tortugas, puede ser altamente variable debido a múltiples factores, entre los que se pueden incluir los siguientes: el tipo de marca usada, técnica de aplicación; tamaño de las tortugas, la especie de tortuga y la clase de marca; la localización geográfica y el carácter del ambiente marino; la habilidad y experiencia de la persona que aplica la marca y el número de marcas aplicadas a cada tortuga.

El marcaje de tortugas marinas permite además de identificar individuos de una población, reconocer rutas migratorias y entender ciertos aspectos sobre su biología reproductiva (intervalos de remigración, frecuencia de anidación, número de neonatos producidos por tortuga, tasa de retención), tamaño y tendencias poblacionales. Además, ayuda comparar factores de vital importancia en la toma de decisiones, en los esfuerzos nacionales e internacionales para su conservación y manejo.



Aplicación de la marca

Las marcas metálicas siempre deben tener tamaños correspondientes a la especie. No se aplican marcas muy pequeñas a animales que son grandes o que crecerán, debido a que éstas provocarán estrangulamiento y necrosis del tejido, situación que además de lastimar al animal, llevará la pérdida de la marca.

Es importante recordar que las marcas metálicas se aplican en la I, II o entre la I y II escama axilar de las aletas delanteras o en la membrana uropigial⁵ para todas las especies de tortugas marinas de la familia Cheloniidae. Por otro lado, para los especímenes de la familia Dermochelyidae el marcaje se debe desarrollar únicamente en la membrana uropigial (Figura 16).

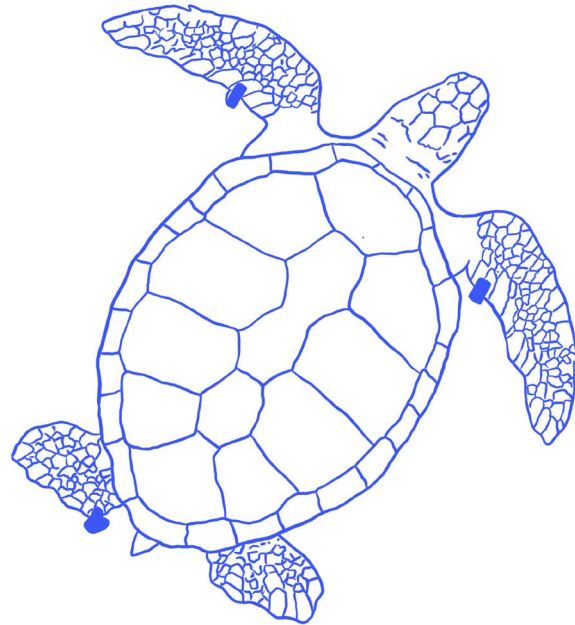


Figura 16. Sitios corporales donde se aplican las marcas externas

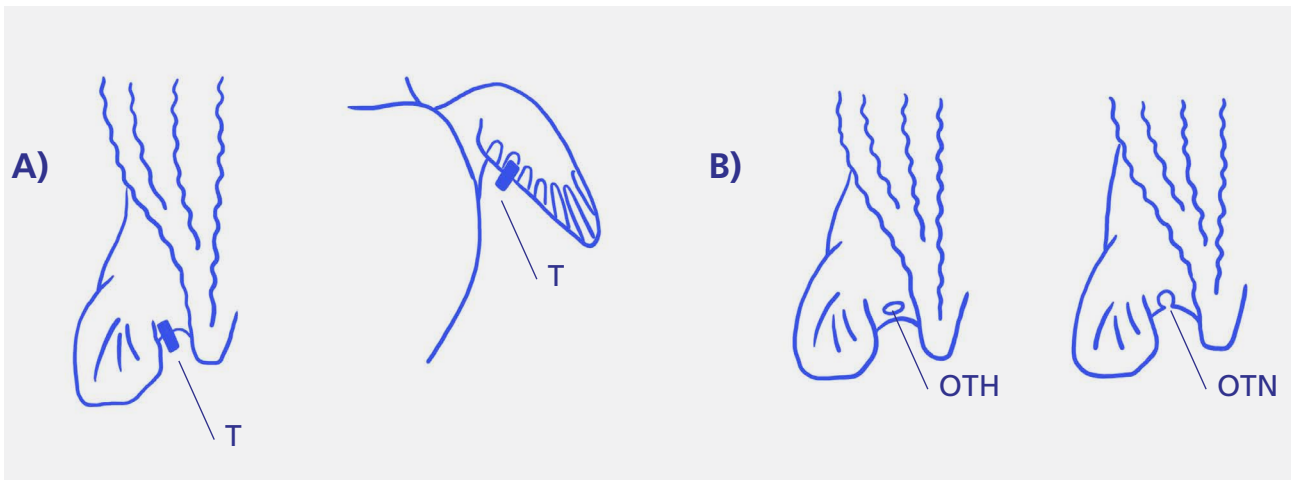


Figura 17. A. T: Colocación correcta de marcas en miembros de la familia Dermochelyidae y Cheloniidae. B. Evidencia previa de marcaje (Barragán, 1998)

5. Pliegue proximal de tejido entre la cola y las aletas traseras.

Las marcas más utilizadas se fabrican de metal como las del ganado. Las marcas Monel o Inconel⁶ con un tamaño desde 2,0 cm. a 4,2 cm, tienen la ventaja de ser rectangulares, que evitan pegarse o enredarse en alguna superficie (Figura 18).

Las marcas metálicas deben de ser limpiadas con agua y jabón, luego secadas y desinfectadas antes de ser enviadas a la playa, debido a que están impregnadas de lubricante, aplicado como protección en su sitio de fabricación y puede ser un agente de infección en el punto de aplicación (Eckert y Begge, 2006). Durante el proceso de aplicación de las marcas metálicas, es inminente indicar que tanto la marca como el sitio de aplicación de ésta, debe ser limpiado profundamente con Vanodine⁷ antes de colocar la marca.



© LAST / Tortuga Verde

Figura 18. Marcas metálicas instaladas en la segunda escama axilar de la aleta delantera.

6. National Band and Tag Co. www.nationalband.com

7. Vanodine: Es un ioduro cuaternario de amplio espectro desinfectante, usado para combatir hongos, bacterias u otros microorganismos. Su acción antiséptica es mejor y más rápida que el alcohol. Se degrada con la exposición a la luz.



Consideraciones en el marcaje



En todos los casos se buscarán indicios de marcajes previos tanto en aletas delanteras como traseras antes de marcar la hembra, anotar información en hoja de registros. Invariablemente, todas las hembras deben ser marcadas externamente cuando están cubriendo el nido después de anidar.



Aclarar al personal que una tortuga SOLO debe de portar un par de marcas.



En todos los casos se colocará la marca con el número menor en la izquierda y el mayor en la derecha (se deben hacer las adaptaciones del caso si anteriormente esto no se ejecutó de esa manera).



Toda marca debe de respetar la distancia entre el borde de la piel y el borde de la marca de modo que pueda haber movimiento sin causar fricción (entre 0,5 – 1 cm).



No menor a 0,5 cm porque por la fricción puede causar infección posteriormente, necrosis y finalmente la pérdida de la marca; tampoco a una distancia mayor a 1 cm ya que aumenta la probabilidad de que algo se enganche en ella.



Todas las marcas deberán ser leídas y dictadas tres veces para su registro.



Para las marcas con series nuevas deberán ser leídas por detrás para anotar la dirección. Todas las marcas que estén colgando en la piel a punto de caerse deberán ser reemplazadas y anotar la información pertinente.



En caso de que remueva o cambie una placa, es importante registrar el evento justificando la causa e indicando cuál fue cambiada, por cuál fue reemplazada y la fecha. Esto para tener la referencia, que de seguro se necesitará en un futuro.

Uso de PIT (*Passive Integrated Transponder Tags*)

Actualmente se utiliza la marca PIT (Figura 19), que es una cápsula de vidrio con un tamaño de 10 mm de largo por 2 mm de diámetro. Esta marca es un dispositivo electromagnético, con un chip integrado. Posee un único número alfanumérico, que es inyectado subcutáneamente dentro de la tortuga, con una retención de un 100 % (McDonald y Dutton, 1994.). Según Vélez (1999), el marcaje se efectúa durante el proceso de ovoposición, después de verificar que la tortuga no está marcada con PIT.

Para que el microchip sea leído se requiere de un lector o escáner a baterías (Figura 19). Los PIT tienen la ventaja de estar protegidos por un cristal y ligados al músculo de la tortuga, razón por la cual la marca no se desgasta, corroe o pierde, proporcionando una retención más confiable para la identificación de los individuos por muchos años, sin afectar a las tortugas, como puede ocurrir con las marcas externas que son más propensas al desgaste y pérdida por necrosis o desgarre y no afectan a la tortuga; por lo que retiene la identificación de las especies por años.

La desventaja del uso de PIT es su alto costo. Cada PIT cuesta entre USD 4 y 10 y el lector o escáner tiene un costo de USD 300 a 1500 cada uno. Por ser una marca interna de alto costo, muchas playas de anidación importantes no cuentan con esta tecnología o solo se colocan en una de las aletas. Se recomienda que durante el rastreo previo a aplicar el PIT se rastren ambas aletas y cuello de los individuos.



Figura 19. Diferentes tipos de lector de PIT y su jeringa de aplicación.

Consideraciones



El PIT se debe aplicar en el hombro derecho (Figura 20).



Si aplica un segundo PIT debe ser en el hombro izquierdo. No necesariamente debe aplicarse un segundo PIT.



La aplicación del PIT se debe dar solo cuando la tortuga ha iniciado la postura de los huevos, después del huevo número 10.



Nunca se aplica el PIT cuando ya terminó la anidación y la tortuga ya se encuentra en movimiento.



Los riesgos de hacer daño a la tortuga o a la persona misma (p. ej. quebrando la aguja dentro del espécimen o incrustándola en la persona), son altos al hacerlo fuera del lapso correcto.

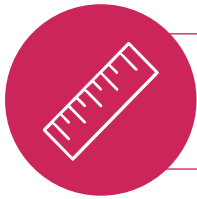


Figura 20. Revisión de la presencia del PIT en el hombro derecho de una tortuga baula. (Chacón et al. 2007)

Revisar periódicamente la batería del escáner para evitar la pérdida de lecturas de PIT.



Las series de los PIT instalados deben reportarse en los informes de cada temporada que se presentan a las respectivas áreas de conservación.



Biometría

Medir y pesar a las tortugas tiene repercusiones de interés científico. Para lo primero se utilizan cintas métricas flexibles⁸ y calibradores. Para lo segundo se emplean pesolas o balanzas digitales (neonatos), así como básculas de resorte (adultos).

Eckert (2000) recomienda las siguientes medidas estándar para tortugas marinas, en las modalidades curva y recta (Figura 21 y 22).

8. Recuerde que las cintas métricas son fabricadas de fibra de vidrio y tienden a estirar con el uso, verifique su longitud anualmente y deseche las que muestran daños o inexactitud.

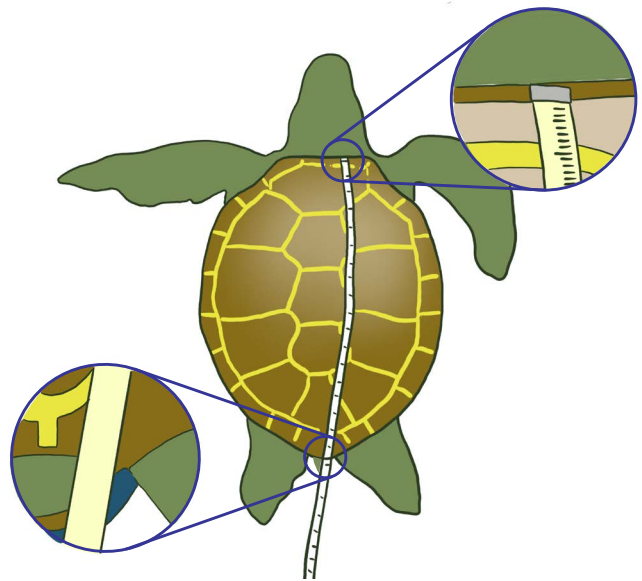
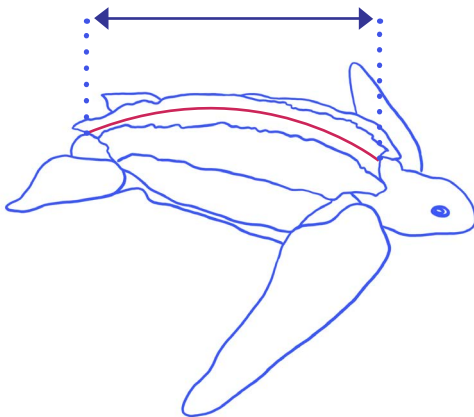


Figura 21. Posición correcta de la cinta métrica al medir el LCC. (Chacón et al. 2007)

Longitud estándar del caparazón (LEC): se toma del escudo precentral al centro del carapacho al margen posterior de las postcentrales (Figura 22). Se debe utilizar invariablemente la longitud estándar o la máxima, pero esto debe quedar indicado.

Longitud curva del caparazón (LCC)



Longitud linear del caparazón (LRC)

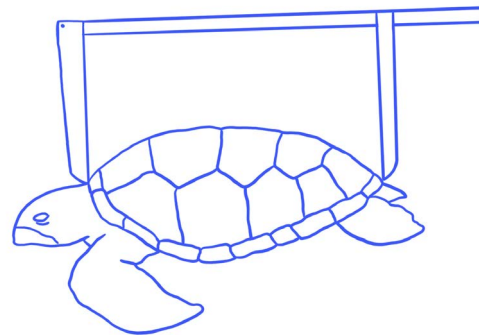
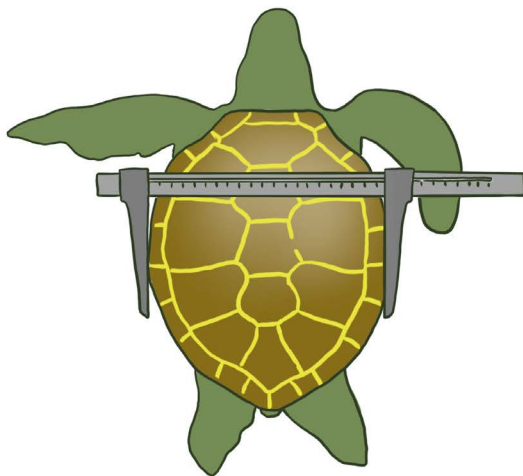


Figura 22. Recolección de longitudes curvas y rectas en tortugas marinas miembros de las familias *Dermochelyidae* y *Cheloniidae*. (Chacón et al. 2007)

Ancho estándar del caparazón (AEC): es la distancia a través de la parte más ancha de éste, perpendicular al eje longitudinal del cuerpo (Figura 23).

Ancho recto del caparazón (ARC)



Ancho curvo del caparazón (ACC)

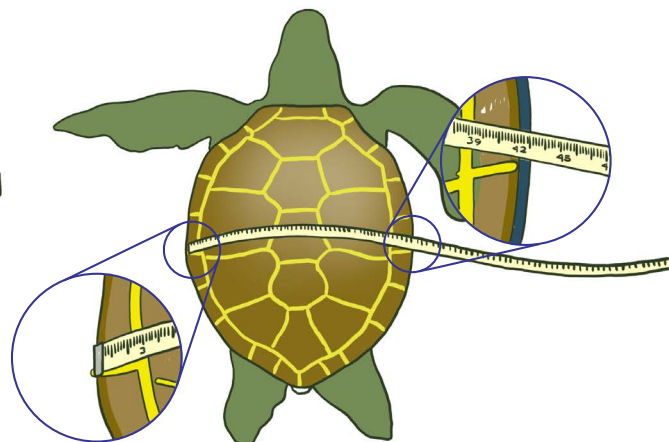


Figura 23. Recolección de longitudes curvas y rectas en tortugas marinas. (Chacón et al. 2007)



El momento recomendado para medir las tortugas es justo cuando han terminado de depositar los huevos (Figura 24). Deben usarse instrumentos calibrados, ya que la medida es milimétrica, siendo cinta métrica para las longitudes curvas y calibrador para rectas. Cada medición debe hacerse tres veces y registrarse en registros de papel o medios electrónicos.



Figura 24. Toma de datos de biometría en tortugas marina. En ese caso, el largo curvo del caparazón (LCC). (Fuente: LAST 2024).



Protección de nidos

Para el caso de las playas de Costa Rica donde los principales problemas son la recolección ilegal de huevos, depredadores humanos, nativos y exógenos, la erosión y el calentamiento de las playas, las medidas de conservación probadas son remover los nidos de zonas de alto riesgo a sitios seguros en la playa misma o dentro de un vivero.

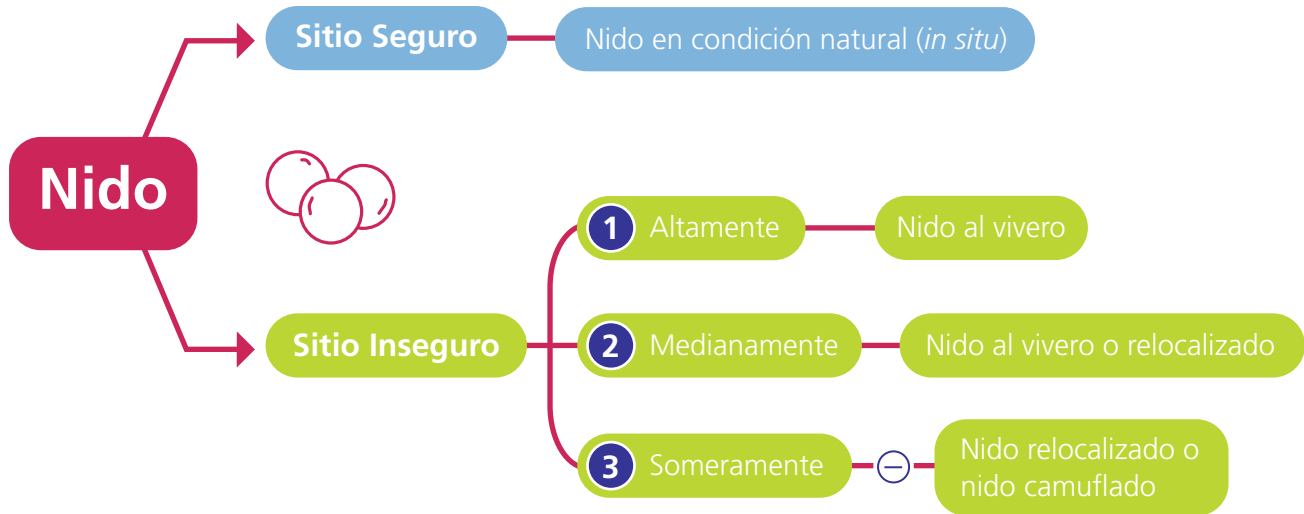
¿Cuándo relocalizar?

Debe dejarse claro que la relocalización se puede hacer hacia viveros o hacia sitios seguros en la playa, en el primero de los casos se procede únicamente cuando la presencia humana, la inundación, la erosión o la depredación humana es intensiva lo que no permite estar seguro de las intenciones de los visitantes o ambulantes en la zona. Los viveros solamente estarán en operación hasta el último día de la temporada establecida por cada proyecto, de manera que los huevos incluidos en él se puedan incubar hasta la semana cuando terminen sus actividades. Esto podría cambiar si los recursos permiten el desarrollo de proyectos de conservación hasta los ocho meses de operación.

Es importante estudiar atentamente la Figura 25 para apoyarse en el proceso de decisión. Con cautela se debe estimar todos los procedimientos pertinentes para el trabajo en viveros, esta opción no debe sobrepasar un máximo del 40 % (este porcentaje debe quedar a juicio de las personas operadoras según los antecedentes de la playa, aspecto que debe estar claramente definido en el plan de manejo y autorizado por el Estado). El éxito de eclosión en el vivero al trasladar los nidos de alto riesgo debe garantizar un porcentaje similar al obtenido en condiciones naturales. Lo ideal es que aumente este porcentaje.



Condición final del nido



1. Alta probabilidad de ser depredado, erosionado, inundado por situaciones antrópicas o naturales.

2. Probabilidad media de que el nido sea destruido, ubicados a distancias cortas de desembocaduras de ríos, márgenes de lagunas, sitios de alta visitación, contaminación sónica y lumínica, accesos vehiculares y otras situaciones que antes o por análisis lógico puedan provocar la pérdida del nido el 50 % de las veces al menos.

3. Baja probabilidad (30 % o menos) que sean destruidos por la marea, escorrentía, oleaje, apelmazamiento de la arena y otras razones tanto naturales como antrópicas.

Figura 25. Criterios que se deben tener en cuenta para decidir la relocalización de un nido.

Relocalización en playa

La relocalización en playa se practica a lo largo de la temporada e incluye entre el 30 y 50 % de los nidos (Este porcentaje debe quedar a juicio de las personas operadoras según los antecedentes de la playa, aspecto que debe estar claramente definido en la solicitud de permiso de investigación y/o en el plan de manejo del proyecto de conservación, autorizado por las

herramientas de gestión del ASP si está adentro de esta y autorizado por el Estado). Se ha demostrado que esta técnica es altamente efectiva contra algunos impactos ambientales reconocidos actualmente (Tiwari et al., 2011). Los sitios escogidos para realizar esta medida deben cumplir los siguientes requisitos:



No posean basura de deriva (como madera o plásticos).



No estén cerca de las desembocaduras de los cauces de ríos permanentes o temporales.



No se encuentren cerca de las raíces de las plantas rastreras de la playa.



No se encuentren en los “trillos o caminos” sobre la playa.



No se encuentren cerca de las casas en la costa.



No se encuentren cerca de los humedales o zonas inundables.



No se encuentren en zonas de riesgo por erosión, depredación o impactadas por el oleaje, la luz artificial, exceso de sonido o de fácil acceso para depredadores humanos.

Relocalización en vivero

Para recolectar los huevos desde un nido natural y relocalizarlos hacia uno artificial se debe proceder de la siguiente manera:



Medir profundidad y ancho del nido natural, si es imposible usar los valores promedio del nido natural para la especie respectiva. Estos valores existen en Chacón et al. (2007).



En el caso de la tortuga o hembra anidadora, esperar que la hembra se detenga de construir el nido y muestre el comportamiento de cubrir la boca del hueco con una de sus aletas traseras, para lentamente colocar la bolsa dentro del hueco o cámara de incubación. Antes de poner la bolsa se debe sacar arena suficiente de la boca del nido (parte trasera) para que la bolsa tenga el espacio suficiente para salir al final de la postura (Figura 26).



Cuando los últimos huevos comienzan a salir y cuando la hembra retire su aleta trasera para iniciar la cobertura de los huevos con arena, es tiempo de sacar la bolsa. Si se hace imposible sacar la bolsa se debe proceder a rápidamente cerrarla y amarrarle una cinta, mecate, piola, lo suficientemente larga para que quede expuesta en la superficie mientras la tortuga cubre y camufla el nido, de esta forma se marca la posición exacta del nido, siempre sujetando el otro extremo de la cinta con la mano o una estaca.

Figura 26. Tortuga baula cubriendo el nido. (Fuente: Chacón et al. 2007)



Cuando la hembra se mueva hacia otro sitio de la playa, se procede a escarbar y sacar la bolsa cuidadosamente. Cuando no se recolecten los huevos con bolsa, se marca el lugar exacto donde la tortuga está ovopositando, con una cinta que se sujetará del otro extremo, hasta que la tortuga termine el proceso, para retirar los huevos, depositándolos en una bolsa.



Cuando se tengan los huevos en la bolsa se debe mantener SIEMPRE la boca de la bolsa cerrada, mientras se inicia la relocalización, preferiblemente en un radio no menor de 50 metros alrededor del nido. El transporte de los huevos debe ser extremadamente cuidadoso, no se deben mover en forma de péndulo, abrazar la bolsa o agitarlos demasiado. El hueco para ubicar los huevos debe tener la forma correcta con la profundidad, y anchos establecidos. Una vez construido se procede a dejar los huevos en el orden en que los puso la tortuga, para lograr esto se coloca la bolsa un poco inclinada sobre la playa y se sacan uno a uno de abajo hacia arriba. Nunca se debe permitir el contacto de la arena seca y caliente con los huevos. El nido se cubre con la misma arena húmeda que se sacó al momento de construir el mismo, todo el procedimiento de colocación de huevos se debe hacer invariablemente con el uso de guantes de látex.



Se debe borrar toda evidencia de remoción de arena o señales que indique la posición del nido, especialmente en playas con problemas de saqueo ilegal. En ningún momento se usará luz. Cuando sea estrictamente necesaria la luz (que debe ser roja), siempre se debe proyectar contra la playa y no horizontalmente.

La operación de los viveros

Es ampliamente conocido que la dinámica poblacional de las tortugas marinas denota altos niveles de mortalidad en sus estadios tempranos. Como respuesta a este fenómeno estos reptiles tienen un esquema reproductivo que les garantiza grandes cantidades de huevos lo que permite una significativa producción de neonatos. Los estudios de mortalidad mencionan que la proporción de sobrevivencia de estas especies es de un adulto por cada 1000 neonatos que alcanzaron el agua (1:1000). Debido a razones muy particulares como concentración de depredadores, fenómenos naturales, cambio climático, contaminación y otras causas humanas esta proporción algunas veces es de 1:10,000 huevos.

Teóricamente, las poblaciones naturales poseen proporciones equivalentes de machos y hembras en razones de 1:1 (Ackerman, 1997), esta es una condición que obliga a determinar que toda acción de conservación y/o manejo invariablemente debe garantizar la producción de machos y hembras bajo las condiciones naturales sin manipulación. De otra manera se estaría monosexando la población y causando daños en su capacidad de perpetuación. Situación que actualmente acontece en algunas playas con el aumento de la temperatura promedio y la feminización de los neonatos.

Como se mencionó anteriormente, en su ciclo de vida las tortugas marinas han determinado un proceso de suma importancia para la perpetuación de su especie: la impronta. En este proceso el neonato imprime los parámetros necesarios para remigrar a su playa natal cuando sea el momento de la reproducción.

Este fenómeno se ve influenciado por la práctica de dejar cantidades de neonatos en estanques o piletas con fines muy variados que distan desde actividades educativas hasta atracciones turísticas. Estas actividades usualmente "educativas" incluyen: carreras, liberación durante el día, manipulación por visitantes, liberación directamente en el agua, entre otras.

Rara vez las entidades que operan sitios con tanques para tortugas evalúan la presencia y propagación de patógenos, medicina preventiva, hábitat de calidad para las tortugas, dieta balanceada y una manipulación sanitaria correcta. Todo ello está en detrimento de la sobrevivencia de los neonatos, más aún cuando no se tienen criterios sobre la densidad (neonato por metro cúbico de agua) que deben idealmente mantenerse en estos sistemas cerrados con pobres sistemas de filtrado de agua.



© LAST. Vivero.

La liberación de las tortugas contagiadas con agentes patógenos puede ser asintomáticas, la liberación de éstas puede significar la propagación de estos agentes en la población silvestre y generar un desastre biológico. Es necesaria la presencia de veterinarios especialistas de vida silvestre en los viveros del país si estos manejan la retención de los neonatos. Más aún preocupa el consumo de energía del vitelino, mientras se encuentran en espacios encerrados esperando su liberación. Esta fuente de energía ya no la tendrán para alcanzar las zonas de corrientes marinas fuera de la zona costera.

La tenencia de neonatos y/o juveniles de tortuga marina en ambientes artificiales y de pobre calidad ha sido ampliamente criticado y más aún cuando después del periodo de cautiverio las tortugas son liberadas haciendo alarde de actividades poco practicadas por ellas. El único sitio en Costa Rica con condiciones ideales para recuperar y rehabilitar tortugas marinas es el Parque Marino en Puntarenas, pues posee sistemas de filtración de agua pertinentes.

Costa Rica muestra un intensivo esfuerzo de conservación de huevos por medio de viveros, algunos operan como fin y no como herramienta más de la conservación. Estos se caracterizan por:



No están basados en un análisis de criticidad de la población. Son más un modelo que corresponde a decisiones aparentemente antojadizas o como mecanismos de utilización de voluntarios, generación de actividades para el turismo o incluso actividades supuestamente educativas.



No se siguen totalmente los parámetros estatales para normar los procedimientos de operación correctos de los viveros. No se usan metodologías estándar, ni renovación de los conocimientos.



La situación revela que no existen normas para regular la manipulación de los huevos, el manejo de los neonatos y la operación integral del vivero.



En apariencia los viveros están reflejando acciones que favorecen la comodidad de quienes los operan (p. ej. cerca de los sitios de hospedaje, fácil alcance, fácil operación, etc), más no corresponden a duplicar las condiciones naturales que las tortugas requieren.



Las personas operadoras de los viveros están dejando de lado información vital relacionada al sexo de los neonatos, los impactos ambientales, el análisis de variables clave como la temperatura pivotal y su relación con la operación del vivero,



Existe una renuencia y hasta resistencia a admitir que la operación de los viveros debe modificarse en busca de ser una mejor herramienta de conservación que asegure la factibilidad de la inversión realizada.

“Hay que recordar que, en la playa, sin la presencia del ser humano las tortugas sin viveros, techo, cercas y personas cuidando sus nidos, se reprodujeron exitosamente por millones de años”.

¿Qué es un vivero?

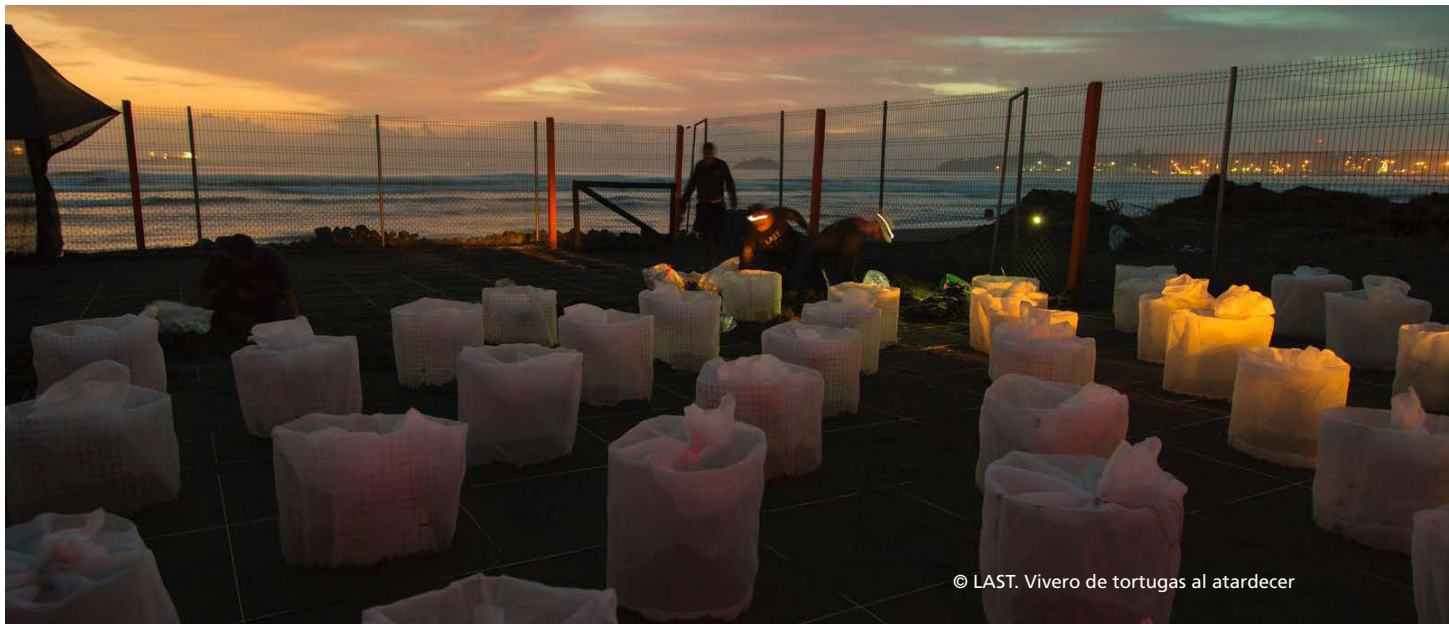
Un vivero es un área delimitada de la playa para reubicar nidadas que son recolectadas en la misma y que están bajo modalidad rancheo (recolecta de huevos para repoblación). Allí se incuban huevos de tortugas marinas y se liberan neonatos (recién nacidos) al mar, con la finalidad de proveer una mejor probabilidad de sobrevivencia a los huevos y atenuar el impacto de la recolección intensiva entre otros impactos, como es la erosión o el aumento desmedido de la temperatura. El tamaño del vivero deberá estar en relación directa a la cantidad de nidadas depositadas por las diferentes especies durante la temporada. Se debe calcular un área suficiente que respete la densidad no menor a 1 nido/m² para baulas y que pueda almacenar al menos el 50 % de las nidadas totales (este porcentaje debe quedar a juicio de las personas operadoras según los antecedentes de la playa, aspecto que debe estar claramente definido en el plan de manejo del proyecto y autorizado por el Estado, aun cuando este se encuentre dentro de un ASP). Si la anidación es dispersa se evalúa la posibilidad de construir uno o más viveros.

Razones por las cuales se necesita el vivero

Las tortugas marinas tal y como las conocemos ahora están hace 150 millones de años sobre la superficie de la Tierra, su ciclo de vida y los mecanismos de reproducción son altamente exitosos y efectivos (Seminoff et al., 2012; Witherington y Witherington, 2015). Es, cuando el hombre causa desbalances en la naturaleza que comienzan a tener problemas estas especies silvestres.

Cuando la recolección de huevos es tan intensiva que alcanza el 100 % de las nidadas, cuando los actos depredadores derivados de humanos y animales domésticos son altamente frecuentes y cuando existen amagos de violencia contra los que desean realizar actividades de conservación, cuando los nidos son colocados por la hembra son alcanzados por las olas, la marea o afectados por las altas temperaturas, son desovados cerca de accesos, frente a edificaciones entre otros, se justifica el uso de un vivero como una herramienta de conservación.

Se debe promover la conservación *in situ*, esto es que los huevos queden en su nido natural. Las implicaciones de la relocalización de ellos son varias y de diferente grado de impacto, incluyendo la pérdida de su viabilidad o sesgos en la proporción sexual de los neonatos. Toda acción de conservación debe invariablemente seguir al lado del proceso natural, así es como se recomienda que para el uso del vivero se sigan todas las recomendaciones establecidas en este manual, así como la aplicación del principio precautorio a favor de la especie y los procesos naturales.



© LAST. Vivero de tortugas al atardecer



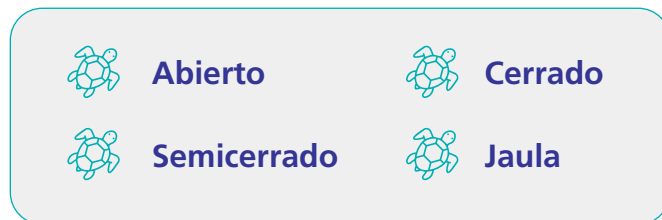
Modelos de viveros

El modelo más recomendable para la operación de un vivero es que este sea solamente parte de toda una serie de actividades de conservación, lo que implica que haya actividades que apoyen la protección de nidos en playa mayormente y la movilización de estos hacia el vivero solo cuando sea necesario. Existen varios modelos de viveros y estos responden a condiciones particulares que existen en la playa. Dos cualidades son comunes a todos los modelos que se explicarán y estas son:

-El vivero es una estructura temporal, ambulatoria y en precario, construida de materiales movilizables, nunca block, concreto o estructuras de techo sólido.

-La defensa (cerca, muro, valla, pared) del vivero debe permitir la circulación de aire y la caída libre de la lluvia.

En Costa Rica, se han probado EXCLUSIVAMENTE y se posee información técnica de cuatro tipos de viveros, clasificados así por el tipo de cercado, pero todos son *in situ* en la playa:



Ninguna otra forma de vivero o mecanismo de incubación está aprobado por el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE).

Lamentablemente no hay información sobre las variables de humedad, temperatura, fuente de radiación o calor, cantidades de irrigación de agua, todas variables que se necesitan responder antes de emprender el uso de otros tipos de vivero, que responden a variables como la pérdida de playa o la recolecta ilegal intensiva.

Vivero abierto

Es aquella área de la playa que se demarca con cuerdas, se colocan los nidos, pero no se construyen defensas o barreras fuertes. Este vivero se utiliza mayormente en zonas donde la erosión por el mar es el problema primordial, donde el hombre no es el depredador más significativo. Este tipo de vivero requiere de vigilancia y rotulación (Figura 27).

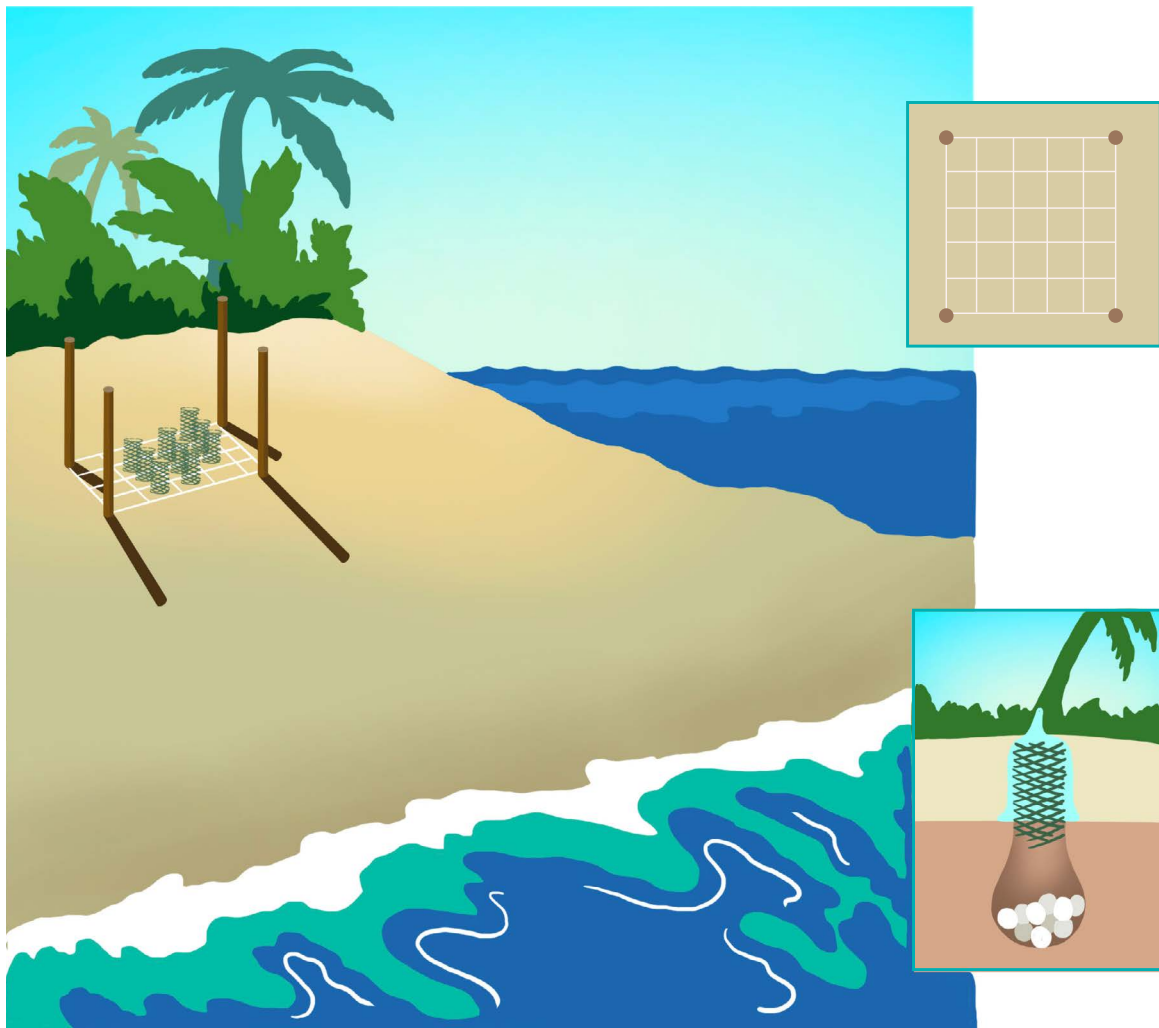


Figura 27. Diagrama de un vivero abierto. (Chacón et al. 2007)



Vivero semicerrado

Es aquella estructura que tiene solo tres costados de la defensa, el costado frente al mar se elimina. Este modelo es muy utilizado especialmente en playas donde el turismo masivo es el problema principal por el alto tránsito, la colocación de estructuras temporales (por ejemplo, muebles), lo que provoca el apelmazamiento de la arena. La razón de no tener el costado frente al mar es permitir que los neonatos al emerger corran libres hacia el agua. Este tipo de vivero requiere de vigilancia parcial y rotulación.

El alto tránsito de personas, la alta compactación de la arena y la posibilidad de que la gente común desee "ayudar" teniendo contacto con los huevos son parte de las situaciones a resolver. Por ello, los nidos se acomodan en un sitio semiprotegido donde con un público educado o que recibe indicaciones mediante señalización, el impacto humano es mínimo (Figura 28).



Figura 28. Diagrama de un vivero semicerrado. (Chacón et al. 2007)

Vivero cerrado

Es aquel donde se usan las defensas en los cuatro costados para impedir el ingreso de humanos y animales. En este modelo como en el anterior la altura de las defensas no debe ser menor a 1,2 m sobre la superficie de la arena y debe estar al menos 30 cm por debajo de la arena.

El material común para construir las defensas es malla, cedazo o malla ciclón. Todas de material galvanizado o de aluminio que impida su corrosión en el corto plazo (Figura 29).



Figura 29. Diagrama de un vivero cerrado. (Chacón et al. 2007)

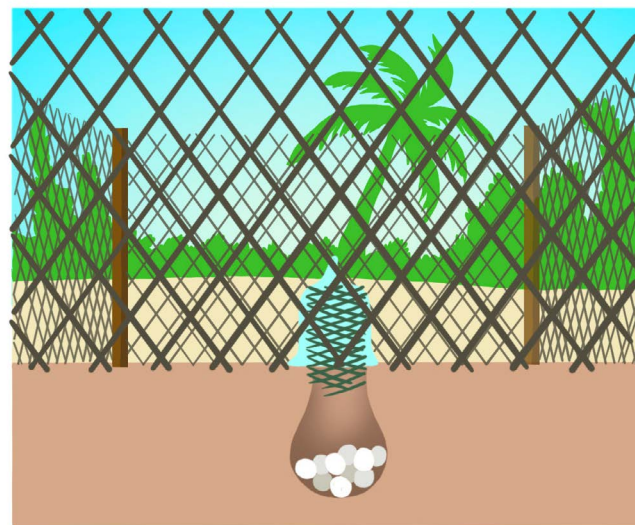


Figura 30. Incubadora ex situ. (Chacón et al. 2007)

Este modelo de vivero es el más común y requiere de una vigilancia las 24 horas no solo para persuadir a los depredadores y visitantes indeseados, sino también para liberar las crías. Requiere de especial atención durante la época de eclosión para atender a los neonatos que emergen y recopilar la información relativa al éxito de eclosión y emergencia.



Ventajas de los viveros



Se reconocen las siguientes ventajas de los viveros:



Una proporción significativa de los huevos desovados son resguardados de cualquier impacto, facilitando la protección.



Se logra documentar el éxito de eclosión, la fecundidad, el éxito de emergencia, así como conocer la influencia de factores como la humedad, la temperatura y la manipulación.



La producción de neonatos y el seguimiento del periodo de incubación pueden ayudar a generar conocimiento técnico, así como hacer conciencia pública.



En algunos casos con buen manejo iguala y/o supera los porcentajes de rendimiento de nidos naturales en la playa.



Permite aplicar índices de rendimiento para el proyecto.



El sitio del vivero puede funcionar como un espacio para coordinar acciones de conservación en la playa, como sitio para el control de acceso a la playa y como área demostrativa especialmente para evidenciar la inversión financiera en la conservación.



Sirve como "área demostrativa".



Se involucran varias clases de público y personal lo que permite hacer educación e información pública, esto sin involucrar los neonatos mediante liberaciones a horas no aptas.



Desventajas de los viveros

Se reconocen las siguientes desventajas de los viveros:



Es un método relativamente caro por los costos de materiales y personal para vigilancia.



Es un procedimiento de alto riesgo porque en muchas ocasiones las olas, la marea y las tormentas alcanzan el vivero dañándolo o hasta destruyéndolo.



Los viveros requieren de personal entrenado para el registro, todo el procedimiento de colocación de huevos (siembra), seguimiento y protección de los nidos.



Según el trabajo, muchos viveros muestran porcentajes de éxito más bajos que el natural.



La ausencia de metodologías, tipos de vivero probados o el seguimiento erróneo podrían incrementar la mortalidad de la especie en esa playa.



Todos los nidos se someten a un tratamiento ambiental similar impactando sobre la proporción de sexos en los neonatos.



Los nidos están propensos a la infección de bacterias, hongos, insectos entre otros, lo que requiere de intensos procesos sanitarios.



Con la operación del vivero se incrementa la compactación de la arena reduciendo la disponibilidad de oxígeno para los neonatos, provocando deformidades y dificultando la salida instintiva de los mismos.



Los viveros requieren el tratamiento de la arena cada temporada (arena tratada o renovada) lo que significa inversiones substantivas en términos de recursos humanos y financieros.



La operación de viveros induce en muchas ocasiones a los proyectos y comunidades al proteccionismo absoluto.



Selección del sitio

Todas las especies de tortugas marinas han seleccionado un segmento particular de la playa para anidar, este segmento generalmente no está al alcance de las altas mareas, las raíces de la vegetación, la erosión de los ríos entre otros factores (Figura 31). Esto ha cambiado gradualmente ante los efectos del cambio climático.

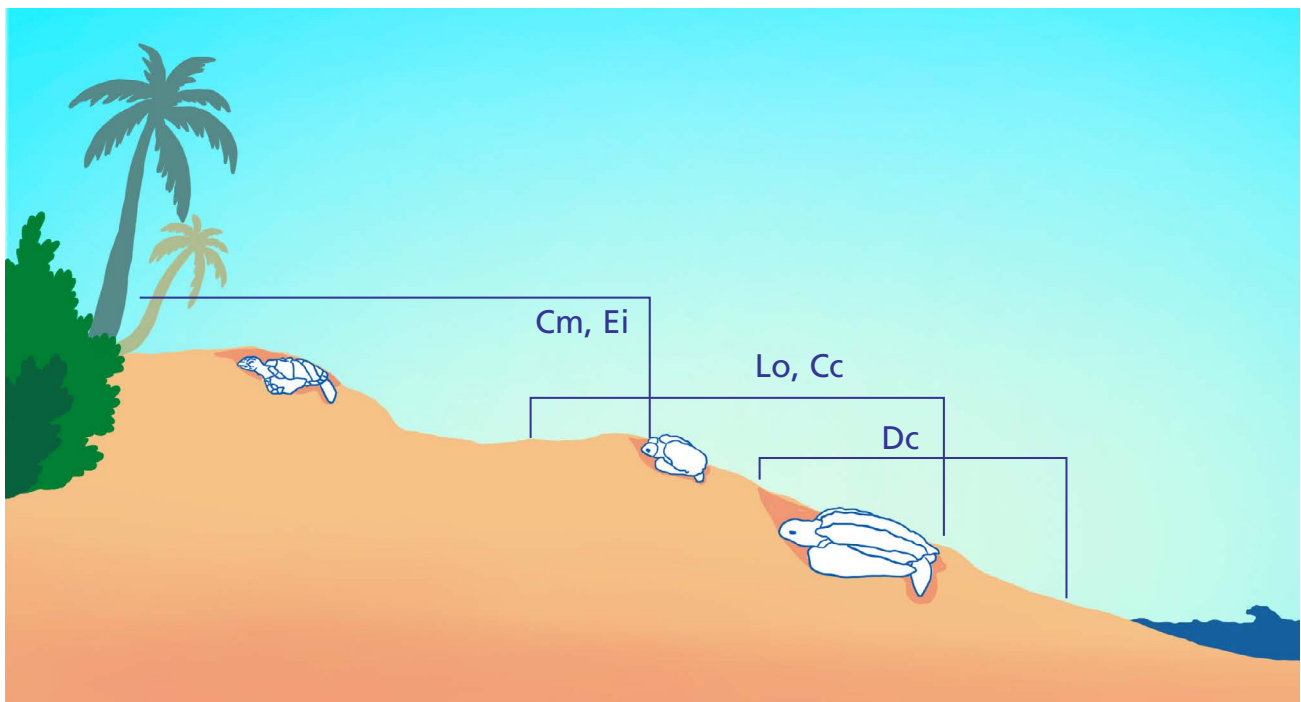


Figura 31. Sitios de anidación seleccionados por las diferentes especies de tortugas marinas (Cm: *C. mydas*, Ei: *E. imbricata*; Lo: *L. olivacea*, Cc: *C. caretta*; Dc: *D. coriacea*) (Chacón et al. 2007)

Una zona con estas características debe ser el lugar donde el vivero debe colocarse. Debe además seleccionarse un sitio que permita reducir las distancias y los tiempos de relocalización disminuyendo el riesgo de pérdida e incrementando el porcentaje de éxito en los huevos. Así la selección del sitio necesitará del estudio concienzudo de la distribución espacial de los nidos, para ello debe haber una base de antecedentes de la playa, como, por ejemplo: el comportamiento de mareas, dinámica de desembocaduras y drenajes naturales, impacto de la erosión, distribuciones de anidación pasadas durante las lluvias.

Nunca la selección del sitio debe responder a las facilidades para los operarios, a las facilidades en vigilancia o a lo cercano de los servicios básicos. El vivero es una herramienta para apoyar la conservación de los huevos mejorando sus posibilidades de sobrevivencia y no para dar solución a las limitaciones logísticas de quienes lo operan.

Las grandes distancias, largos periodos hasta la ubicación en el vivero y sitios erróneos (p. ej. con mucha influencia terrestre) son algunos de los factores que hacen fracasar los viveros. Es importante evitar áreas con grandes cargas de material orgánico.

Los sitios que **no deben** ser escogidos para la ubicación de viveros son:

- Cerca de canales.
- Cerca de las mareas.
- Cerca de la desembocadura de ríos y lagunas.
- Cerca de áreas industriales propensas a liberar desechos al mar.
- Cerca de zonas altamente iluminadas.
- Cerca de áreas altamente transitadas.
- Áreas propensas a la erosión.
- Cerca de construcciones.
- Cerca de pozos sépticos o drenajes.
- Cerca de fuentes de luz.
- Cerca de áreas de alto tránsito humano.

Tratamiento de la arena



Todo vivero debe usar un sitio diferente en cada temporada, solo se regresan al mismo en un tiempo idealmente no inferior a dos años. Si esto es un impedimento debe considerarse la utilización de un sitio lo suficientemente grande para ser "rotado" cada dos años. Debido a que el medio de incubación es la arena, deben seguirse las recomendaciones con rigurosidad.



Cuando los neonatos abren la cáscara del huevo una cantidad significativa del líquido amniótico se derrama en la arena. Este fluido es un medio excelente de cultivo para el desarrollo de microorganismos como hongos y bacterias, pero además es un medio de atracción de invertebrados como moscas saprófagas, hormigas y cucarachas entre otros (Gautreau, 2007). Aun cuando todas las cáscaras sean retiradas los fluidos se filtran a través de la arena quedando impregnados dentro del área de trabajo del vivero.

Por esta razón, no es recomendable usar el mismo sitio continuamente debido a la pérdida de la calidad sanitaria de la arena. Hay que recordar que en playas de anidación solitaria (baja densidad por metro cuadrado) la posibilidad de que una tortuga anide en el mismo sitio donde otra lo hizo meses atrás es realmente baja. Esta es una condición que no muestran los viveros.

En los casos en que existen limitaciones realmente insalvables (ausencia de más de un sitio apto para la construcción del vivero, poco ancho de la playa, alta erosión, entre otros) y el vivero no puede ser rotado de sitio, la arena debe ser tratada física y químicamente. Una capa de al menos 100 cm de la superficie hacia abajo debe ser tamizada (pasada por un cedazo 5 mm), revuelta constantemente y expuesta al sol. De ser posible debe ser tratada con cloro –hipoclorito de sodio⁹ - para eliminar cualquier vestigio de microorganismos (Chacón y Machado, 2006). Idealmente, al menos 30 días antes de que la temporada de anidación haya comenzado, la curación de la arena debe haber terminado y estar lista para la colocación de los huevos.

Procedimiento para el tratamiento de la arena

Primero se debe marcar la zona de construcción del vivero, y una vez marcada se tamiza (colar) la arena de esta misma zona marcada hasta 1 m de profundidad. Si se trata de anidación de baulas, la arena colada se debe colocar sobre el plástico al lado de la zona de construcción del vivero. Después de colarla se irriga con la solución de cloro. Se debe medir el pH con papel colorimétrico, se toman tres porciones de arena (del tamaño de una cucharada grande o 100 g), se ponen en 100 ml de agua dulce destilada y se sumerge el papel colorimétrico por término de un minuto (el pH debe ser básico en este momento, mostrando valores siempre superiores a 7.0). La arena irrigada se tapa con plástico negro (de construcción) durante el día y se destapa durante la noche.

9. Para preparar un galón (*) al 3 %: agregue 1000 ml de cloro al 10 % a 2500 cc de agua.

Para preparar un galón (*) al 5 %: agregue 1000 ml de cloro al 10 % a 1000 cc de agua. (*): 1 galón: 3,78 litros.

Después de 72 h de haberle aplicado la solución clorada abundantemente, la arena tamizada y tratada se deja a la luz por 48 h. Se puede usar un rastrillo de plástico u otro material no corrosivo para remover y mezclar la arena.

El pH debe medirse cada 12 h para evaluar la degradación del cloro. Cuando el pH regrese a 7,0 entonces se coloca la arena en el espacio del vivero para compactarla correctamente (con medios mecánicos, saltando, corriendo sobre el área correspondiente o en último caso con agua dulce y limpia). En este momento el sitio está listo para que se le construyan las defensas y otras secciones vitales que requiere el vivero, como son las paredes, cuadrículas, y barrera de sacos, entre otras. En el Cuadro 7 se resume el procedimiento.

Cuadro 7. Resumen del procedimiento de preparación de la arena en el vivero

Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5	Paso 6
MARCAJE	TAMIZAJE	TRATAMIENTO	SOLARIZACIÓN Y MEZCLA	COMPACTACIÓN	CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS Y BARRERAS
Marcar la zona elegida para la construcción del vivero	Tamizar la arena hasta 1 m de profundidad	Irrigar con la solución con cloro, medir el pH y tapar con plástico negro por 72 horas (tapando durante el día y destapando durante la noche).	La arena se deja expuesta a la luz solar por 48 horas, en este lapso se debe remover y revolver con un rastrillo. Medir el pH cada 12 horas.	Cuando el pH marque 7, se compacta la arena en el sitio, saltando o utilizando agua dulce.	Después de compactar, el sitio está listo para que se le construyan las defensas y otras secciones vitales (paredes, cuadrículas, y barrera de sacos).

Si estas acciones no son posibles, se debe eliminar la arena del año pasado hasta un metro de profundidad en todo el perímetro del vivero y se reemplaza por arena de la zona intermareal previamente tamizada. Esta arena deberá ser tratada o reemplazada anualmente. La Figura 32 muestra el tratamiento de la arena para el vivero.



Figura 32. Tratamiento de arena: A) Remoción de la arena destinada para el vivero B) Tamizando la arena C) Arena tamizada, tratada y lista para llenar el espacio destinado al vivero. (Fuente: Chacón et al. 2007).












Construcción y materiales

Primordialmente la madera de deriva (madera que llega con la marea) es una buena materia prima. El bambú es otra buena fuente de material para la estructura del vivero. En la actualidad también la madera de plástico reciclado es una buena fuente para la estructura del vivero.

Hay que recordar que el modelo recomendado de vivero es una estructura temporal así que la madera, el tubo plástico o cualquier otro material barato puede usarse. La malla de la defensa suele ser malla de metal galvanizado o no corrosivo y con la fortaleza de detener animales domésticos, animales silvestres y a veces personas. Todo vivero debe tener señalización en indicaciones claras y visibles.

En la actualidad por las temperaturas que alcanza la costa se recomienda el uso de sarán de al menos 80 % sobre techo y paredes del vivero, esta cobertura deberá ser demostrada según la zona del país y el área de la playa usada (zona con o sin vegetación). Otros sistemas de seguridad podrán ser instalados como alambrado eléctrico, alarmas sonoras o luces de movimiento contra visitantes indeseables.

El vivero debe de poseer una caseta o infraestructura para la administración de este recinto. Toda caseta deberá tener entre otras cosas:

-  Varios lápices.
-  Un mapa del piso del vivero (nidos/ no nidos).
-  Bolsas plásticas limpias.
-  Guantes de látex, mínimo cinco pares limpios todo el tiempo.
-  Cinta métrica.
-  Tablas con hojas de datos y materiales para el correcto registro (al menos cinco hojas básicas de datos).
-  Bolsa o recipiente para la disposición de basura.
-  Tecnología para el registro de la temperatura de los nidos y lector (revisar una vez al mes el estado de las baterías y el lector).
-  Canastas en abundancia (revisar la cantidad una vez a la semana).
-  Etiquetas para los nidos "naturales" (cinta topográfica y marcadores UV, revisar cantidad una vez a la semana).
-  Insumos para construir un vivero.



Lista de materiales de construcción

- Cedazo para perímetro.
- Madera para postes (uno cada 1,2 m).
- Madera para horizontales de la cerca.
- Cedazo para canastas de nidos.
- Cedazo para cobertores de las canastas.
- Mecate para la matriz del piso del vivero.
- Números y letras para líneas del vivero.
- Láminas de techo para caseta.
- Madera para la caseta.
- Postes para el sarán.
- Sarán 80 %.
- Cinta de demarcación para nidadas.
- Hojas de datos para nidadas, nacimientos y exhumaciones.



El éxito de un vivero depende en gran parte de su manera de construirse, por lo tanto, es imprescindible seguir las recomendaciones y no operar de manera imprevista. En un vivero no se debe hacer:

- Con defensas de block o concreto que impiden la circulación del aire.
- Con techos sólidos o parcialmente cubiertos sin tener las pruebas científicas que la sombra es necesaria.
- Ubicados en el mismo sitio cada temporada sin dar tratamiento a la arena.
- Con procesos de irrigación de agua salada o dulce sin un estudio claro de la humedad que es necesaria.

Matriz de ordenamiento y densidad

Existen dos métodos para el ordenamiento de los nidos sobre el piso del vivero, el primero de ellos es el método de matriz (columnas y líneas), estas se construyen sobre el piso del vivero con cuerda o mecate preferiblemente de color claro y plástico resistente a la luz ultravioleta.

Cada línea de cuerda se extiende en espacios de 50 cm, mientras que cada columna se cruza sobre las líneas dejando la misma distancia, al final lo que se observa es un cuadrículado con espacios disponibles para los nidos. Las nidadas se colocan dejando un espacio vacío entre ellas, para que no se provoquen cambios de temperatura a los nidos "vecinos". La densidad máxima recomendada de nidos es de dos nidos/m² para la familia Cheloniidae y un nido/m² para *D. coriacea*. De ser posible en cuanto a espacio y recursos, se recomienda que después de cada dos filas de nidos, se deje una fila "vacía" (sin nidadas) para que permita el tránsito de las personas operadoras del vivero. Esta distribución de nidos se puede observar en la Figura 33.

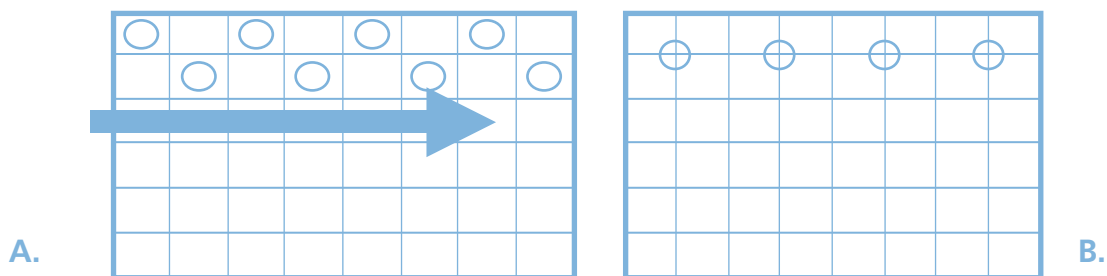


Figura 33 A) Modelo de distribución de nidadas para la familia Cheloniidae, dejando cada tercera línea un pasillo libre de nidos si el espacio permite. B) Modelo de distribución de nidadas de *Dermochelys*.

A las líneas se les coloca una letra mientras que a las columnas un número o viceversa, de modo que cada espacio tiene un código constituido por la combinación de una letra con un número. Al asignársele un código a cada nido este se copia en la bitácora o libro del vivero sin la necesidad de colocar esta información en cada nido.

El segundo método es el de elaborar una estaca o pedazo de madera que se coloca sobre la arena adyacente en el espacio del nido. En este pedazo de madera se escribe el número o código del nido, número que corresponde a los datos que se anotan en el libro de vivero.



Nunca se deben colocar las estacas exactamente sobre los huevos, ya que alguien podría hundirlas y dañarlos. Se debe preferir estacas de materiales inertes que no mantengan microorganismos, liberen sustancias o se pudran en las zonas de los nidos. También se debe evitar usar maderas de árboles que son tóxicos.

Los datos mínimos que deben de tomarse de cada nido son:

- Número de nidada.
- Especie.
- Número de marca de la hembra.
- Número de huevos sembrados.
- Fecha de siembra.
- Fecha probable de eclosión.

Todos los huevos comenzarán a ser colocados desde la primera fila hacia atrás, los nidos de tortuga Carey (*E. imbricata*) y de tortuga Verde (*C. mydas*) deberán ser colocados en la línea trasera del vivero, más cerca de la vegetación- Esta colocación responde a que esa zona presenta las condiciones más cercanas a las naturales, para la anidación de esas especies.

Manejo de nidadas

Comportamiento frente a la tortuga

Las personas investigadoras que trabajen con tortugas anidadoras, toda vez que recolecten los huevos directamente, se deben seguir las siguientes normas de comportamiento para no alterar la anidación:



Usar ropa oscura.











No permitir ningún instrumento que emita luz blanca solo luz led roja (focos, linternas, cámaras, etc).



Permanecer a una distancia prudente en la parte trasera de la tortuga.



Promover la circulación de personas en la parte baja de la playa (zona entre mareas).

-  Observar la anidación en silencio.
-  Prohibir las fogatas o cualquier otra fuente de humo y calor, así como prohibir el fumado entre los observadores de las hembras y la anidación.
-  Procurar no salir al paso de las hembras que arriban o salen de la playa.
-  No aceptar y desestimular la manipulación de huevos y tortuguitas por parte de visitantes o cualquier otra persona no capacitada previamente.
-  No promover el contacto físico con las tortugas.
-  Evitar las fuentes de contaminación sónica (grabadoras, radios y otros).
-  Bloquear e impedir el tránsito de cualquier tipo de vehículo sobre la playa, así como desestimular el paso de bestias (vacas, cabras, caballos y cerdos) sobre la zona de anidación.
-  Desestimular el uso de repelentes, perfumes y sustancias similares.

Recolecta y manipulación de huevos

Es importante dejar claro que la distancia entre el sitio de anidación y el vivero es determinante para el éxito de eclosión¹⁰; además del tiempo transcurrido entre la extracción de los huevos y su colocación en el sitio de incubación. Ambas variables deben ser manejadas con mucha atención.

Nidadas completas es la norma para seguir, cada nidada es una camada de huevos que necesita desarrollarse junta, ellos al ir incubándose generan calor (temperatura nidal) lo que induce a un microambiente particularmente cómodo para los embriones. Este medio no existe si lo que se tiene son fracciones del nido.

El juntar fracciones de nidos diferentes tampoco es la mejor decisión debido a que el carácter diferente de cada uno puede implicar huevos infértiles, contaminados o inclusive de especies diferentes lo que implica problemas de manejo y calidad. Lo mejor seguirá siendo que los viveros

10. Entre más distancia el riesgo de "batido" de los huevos aumenta, además el enfriamiento de estos progresa al pasar el tiempo aun cuando se puedan transportar en contenedores térmicos, situaciones que repercuten en aumentar la mortalidad de los huevos y la ineficiencia del esfuerzo.



tengan programas de recolección de nidos completos y los ubiquen en ellos. Nunca deben mezclarse fracciones de nidadas de la misma especie o de diferentes especies.

El ser humano es una entidad adaptada a la presencia de cierta variedad de microorganismos y sustancias en el medio, pero estos mismos microorganismos y sustancias son en realidad dañinos para cierta vida silvestre, en particular las tortugas marinas. Un ejemplo es la acción del repelente contra insectos sobre la piel humana y la acción de este sobre la cáscara del huevo de tortuga. Otro ejemplo es la presencia de estafilococos y estreptococos en las manos del ser humano después de ir al baño y la misma presencia sobre la cáscara del huevo. En otras palabras, las tortugas marinas no tienen defensas particulares para convivir en el medio donde vive el hombre, razón por la cual se deben tomar medidas para evitar epidemias y contagios. La zoonosis también es una situación que debe preverse.

Cuando los huevos son manipulados se recomienda el uso de guantes de látex (se usan una sola vez). Cuando se recopilan los huevos se hace colocando una bolsa en el hueco del nido al momento que la tortuga da señales de estar lista para desovar. La boca de la bolsa debe estar abierta alrededor de la cloaca de la hembra para recoger los huevos. Con este mecanismo nunca los huevos tocarán arena, el mucus que los acompaña está con ellos y juntos podrán mantener el calor nidal.

Si no se puede aplicar este método de ser posible se recogen los huevos antes de caer al nido¹¹. Las bolsas de recolección de huevos NO son bolsas para basura ni podrán tener impregnado ninguna clase de químico o aromatizante. Después de usarse pueden ser reutilizadas lavándolas con agua y cloro, enjuagándolas para luego ponerlas en una solución de cloro (1:1000) por seis horas en la oscuridad (el cloro se degrada en presencia de luz directa), luego un abundante enjuague para ser secadas en un medio donde las moscas y otros insectos no tengan contacto con ellas. Otro químico que puede ser usado para desinfectarlas es el Vanodine.

Los huevos deben colocarse para incubación en el transcurso de 0-5 horas después de haber sido desovados por la hembra. Después de 5 horas, el movimiento del huevo es el principal enemigo para la sobrevivencia del embrión debido a que se pueden romper las membranas internas.

11. De acuerdo con la situación es aceptable sacar los huevos de la cámara de incubación mientras la tortuga desova e incluso tomarlos de un nido recientemente cubierto por la hembra. Deben tomarse en cuenta previsiones para no molestar a la hembra o causar daño a los huevos.

Procedimiento de colocación de huevos en el vivero

Siempre usar guantes de látex (se usan una sola vez) cuando se manipulen los huevos. Los guantes de látex no pueden ser lavados para reutilizarse y, no se recomienda el uso de guantes de tela y cuero, porque en su superficie se impregnan sustancias o microorganismos. Los guantes para lavar ropa pueden ser utilizados y lavados bajo el mismo proceso de las bolsas, pero deben usarse una vez por nido.

Cuando los huevos llegan al vivero, el operario debe abrir el sitio elegido y construir un nido de forma y tamaño similar al natural. No se deben hacer nidos con horas de anticipación.

La profundidad y tamaño de los nidos depende del número de huevos y especie con que se trabaje (Figura 34). Es fundamental medir la profundidad y ancho del nido natural para aplicarlo luego a la construcción del nido artificial. Si es imposible medir, se deben usar los valores promedio del nido natural para la especie respectiva.

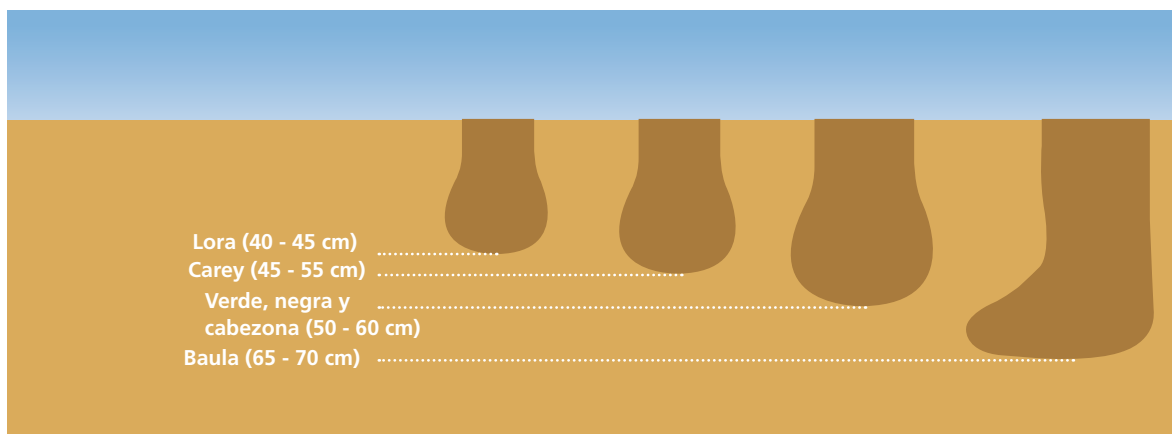


Figura 34. Formas y profundidades de los nidos de las distintas especies, distancia entre la superficie media de la arena y una profundidad promedio. (Fuente: Chacón et al. 2007)





Hay que contar los huevos y apuntar los datos necesarios en la hoja de datos (Anexos). Se debe colocar la bolsa un poco inclinada sobre la playa y sacarlos uno a uno. Nunca debe permitirse el contacto de la arena seca con los huevos. Después de sacar los huevos, el nido se cubre con la misma arena húmeda que se sacó al momento de construirlo. Se recomienda el uso de guantes de látex o al menos lavar las manos antes y después de manipular los huevos. Se debe ser muy cuidadoso con el uso del instrumental del vivero debido a que se pueden propagar enfermedades y microorganismos por usar equipo contaminado.



Procedimiento de colocación de huevos en el vivero con varias horas de desovados

Muchas veces se tiene la oportunidad de recibir huevos que tienen varias horas (más de 5 horas) de haber sido recolectados o se tiene la oportunidad de mover al vivero nidos con varias horas de estar en la playa. Pero además en algunas ocasiones nidos con varias semanas de incubación se necesitan mover de sitio sea hacia el vivero o fuera de este.

Por estas circunstancias es vital que los huevos no se giren, batan o roten bruscamente. Se deben seguir las siguientes recomendaciones en este caso:

-  Marcar la parte superior del huevo con un lápiz, no usar marcadores o algún elemento que libere químicos o solventes.
-  Mantener la marca siempre hacia arriba. No voltear el huevo.
-  Transferir el huevo a un recipiente duro como una cubeta. Nunca utilizar bolsas plásticas o sacos en estos casos.
-  Al momento de colocar los huevos en el nido, hacerlo siempre manteniendo la marca del lápiz hacia arriba.

Si no se tienen estos cuidados, las membranas del embrión se romperán cuando rote el huevo o se sacuda.

Si se transportan los huevos en vehículo, hay que asegurar la cubeta o hielera con unas toallas o trapos para evitar la vibración del vehículo, la arena también funciona. Si el desplazamiento con los huevos es a pie y los lleva en una cubeta o hielera, es muy importante sostenerlos firmemente, tratando de no mover la cubeta al caminar. Se debe evitar el movimiento pendular (Figura 35).



Figura 35. Movimiento indebido (movimiento pendular) cuando se hace el transporte de las nidadas para hacer la relocalización de los huevos. (Fuente: Chacón et al. 2007).

Mecanismos de protección de los huevos

Todo vivero en condiciones casi naturales recibe la visita de depredadores de los huevos y para protegerlos se han ideado una serie de barreras físicas que los mantienen alejados de estos. Para asegurar el éxito de la eclosión, una vez relocalizados los huevos, es muy importante prestar atención al sistema de barreras del vivero.

El primer nivel de defensa es la cerca del vivero, el segundo es un cilindro (canasta) de cedazo galvanizado con un diámetro que va entre 60-70 cm, una altura de 50 a 60 cm, la luz de esta malla será idealmente de 0,5 cm x 0,5 cm, que se coloca directamente sobre el nido, este cilindro está enterrado unos 10 cm dentro de la arena. Una de las principales funciones de este cilindro es poder recoger los neonatos al nacer, lo que permite con toda seguridad hacer un cálculo exacto del porcentaje de avivamiento de la nidada. Además, permite llevar un orden claro de la estadística del vivero.

Una “tapa” en este cilindro puede ayudar mucho para detener el ataque de pequeños ratones, zorros, otros mamíferos y aves. Un mejor sistema de “anclajes” ayudará a detener perros, gatos y algunos mamíferos silvestres.

El tercer nivel de defensa es un forro externo de cedazo fino o antiáfidos (plástico o fibra de vidrio) con una luz de malla de 0,5 mm o menos, este forro se coloca alrededor del cilindro y su función principal es detener el ingreso de moscas saprófagas que se sabe atacan las nidadas en sus primeros días dentro de la arena, atraídas por el mucus o en sus últimos días al salir el líquido neonatal de los huevos. Este mecanismo además puede detener cierto tipo de hormigas, coleópteros, ácaros y cucarachas, entre otros insectos (Figura 36).

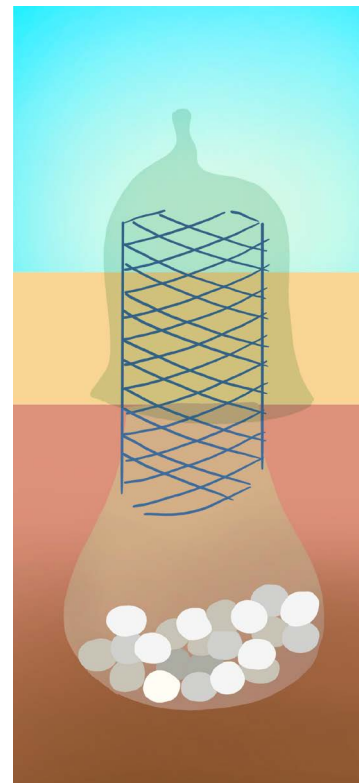


Figura 36. Defensa que se le da a los nidos para evitar la depredación. (Fuente: Chacón et al. 2007).



Un cuarto nivel de protección es el cilindro de canasta, que es un cilindro alto con tapa en la parte inferior, que se entierra en la arena hasta 80 cm (promedio para baula, 75 cm). Este mecanismo es muy efectivo para controlar la depredación por cangrejos.

Otros mecanismos son los dispositivos para ahuyentar fauna depredadora, que van desde globos con ojos holográficos que simulan la presencia de aves rapaces como gavilanes o halcones, hasta cintas de papel plateados que despiden rayos de luz discontinuos al ser balanceados por la brisa (Figura 37). También existen las cercas eléctricas y luces de movimiento, como son parte de otro mecanismo de defensa de los viveros.

Las serpentinas de papel atrapamoscas tendidas en varias zonas internas del vivero, también es un mecanismo de protección en contra de la infección provocada por estos insectos.

La irrigación de sustancias químicas naturales para ahuyentar especialmente hormigas es muy efectiva, emulsiones de aceite de cocina con mezcla de chiles o pimientos son lo más común, aunque nunca se deben de dispersar sobre las nidadas directamente.

Se recomienda previo a la ubicación de las posturas, durante el proceso de limpieza de la arena, varias irrigaciones directas de agua caliente, sobre los hormigueros.

Nunca se deben utilizar agroquímicos o pesticidas para controlar plagas dentro o fuera del vivero, eso podría ser fatal para los huevos y las tortuguitas. Todo vivero debe tener una barrera de sacos de al menos 50 cm de altura sobre la superficie de la arena, esto con la finalidad de proteger este del oleaje y las mareas. Esta barrera se construye en la cara frontal del vivero, cara que ve hacia el mar (Figura 38).



Figura 37. Defensa por simulación que se le da a los viveros para evitar la depredación por algunos vertebrados.



Figura 38. Barrera de sacos que debe tener todo vivero en el frente. (Fuente: Chacón et al. 2007)



© RNVS Camaronal - SINAC.
Cercas eléctricas como mecanismo de defensa en viveros



No es permisible que visitantes u operadores se posen sobre dicha defensa debido a que la debilitan o destruyen. Si el oleaje es fuerte se construye una fosa antes de la barrera de sacos con la finalidad de quitarle velocidad y fuerza a las olas antes de chocar con la barrera de sacos. Para detalles del efecto de la protección física de los nidos y la eficiencia de las mallas y cilindros, se recomienda ver Gautreau (2007).

Humedad de la arena

La humedad en la arena es un factor muy importante, debido a que ésta permite el desarrollo de los embriones, pero si es demasiada permitirá el desarrollo de hongos que infestarán los huevos. Una manera cualitativa (a la vista) de estimar la humedad correcta es tomar un puñado de la arena del vivero, si este se mantiene compacto al abrir la mano, la humedad es correcta, si destila humedad al ser apretada la mano, la humedad es excesiva y si al abrir la mano la arena se desborona, la arena está muy seca. Nunca humedezca la arena echando agua con una cubeta, hágalo de ser necesario usando una regadera de plástico que esté limpia.

Datos de temperatura

En las tortugas marinas, por su naturaleza biológica, el sexo de sus embriones es determinado por la temperatura del medio donde se incuban. Los estudios pertinentes han demostrado la existencia de un punto térmico de equilibrio denominado temperatura pivotal¹². Los embriones en desarrollo al alcanzar su quinta semana de incubación (dependiendo de la especie) se ven influenciados por esta temperatura, así todos aquellos embriones que se desarrollen en un medio con temperatura superior a la pivotal producirán hembras y los embriones que se desarrollen a temperaturas por debajo de la pivotal producirán machos (Figura 39).

12. Es el valor de la temperatura a la cual un número igual de machos y hembras se produce en el nido (Gulko y Eckert 2004).

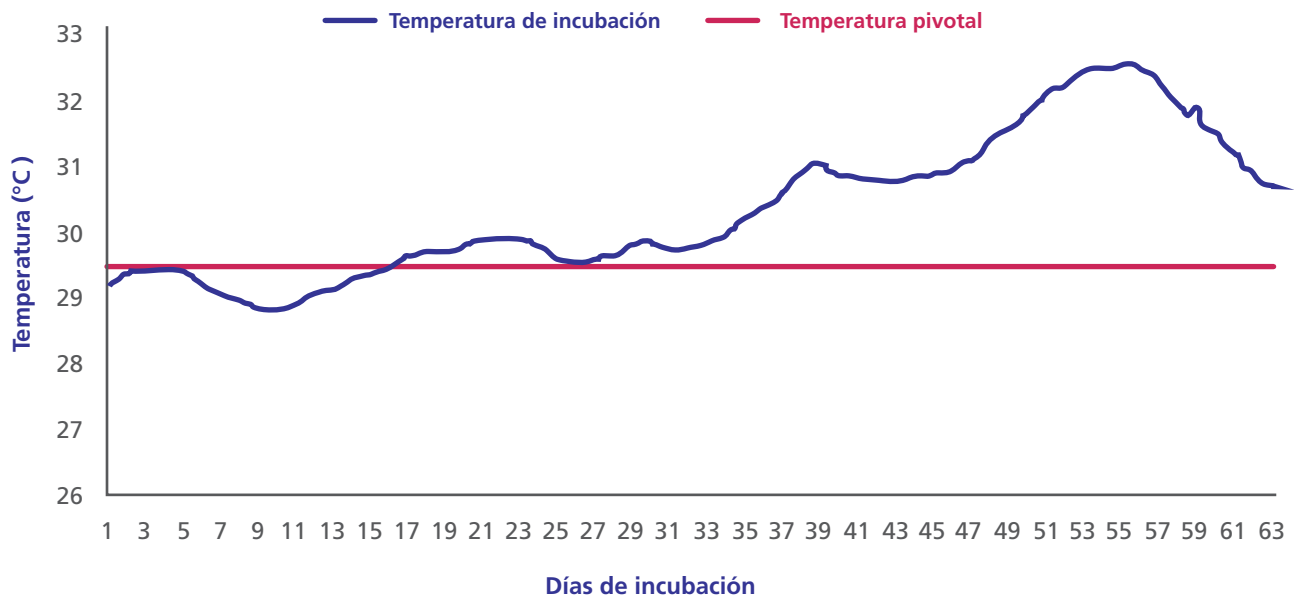


Figura 39. Evolución de la temperatura durante la incubación de una nidada, la línea naranja muestra la temperatura pivotal. (Fuente: LAST 2024).

Note que después de la segunda tercera parte del proceso de incubación, la temperatura de la nidada supera la temperatura pivotal, sesgando la producción de hembras. El valor de la temperatura pivotal está intrínsecamente relacionado con la profundidad del nido, la humedad, la presencia o ausencia de sombra, materia orgánica, al tipo y grano de arena, así como a la estructura y medida del nido (Mortimer, 1995; Ackerman, 1997; Godfrey y Mrosovsky, 2000; Gulko y Eckert, 2004). Además, existen temperaturas “umbral” con valores mínimos y máximos que detienen el desarrollo de los huevos hasta producir la muerte. Estas temperaturas están definidas entre 24 y 34 °C (SINAC, 2016) (Figura 40).



Figura 40. Ámbito de variación de la temperatura de incubación de nidadas de tortuga marina (SINAC, 2016).



Si los valores de temperatura son inferiores a 26 °C la medida de mitigación es eliminar sombra. Por el contrario, si los valores se acercan al 33 °C se debe evaluar el colocar sombra. Es prioritario anotar las observaciones de las condiciones del clima cada vez que se lean los sensores de temperatura.

El monitoreo de la temperatura en el vivero deberá ser realizada con tecnología apropiada, para lo cual deben hacerse lecturas cada 6 horas, con lectores en zonas frente, media y trasera del vivero. Además, deben colocarse lectores en nidos naturales, nidos relocados y en varias zonas de la playa, pero sin nidos como anotaciones control. Cada medida y zona monitoreada debe hacerse por triplicado. Los valores anotados se presentan con promedios y desviaciones estándar.

Todos los instrumentos de medida de temperatura deben ser desinfectados antes de ser puestos en contacto con los huevos y se les debe realizar mantenimiento para su buen funcionamiento. Algunos de los instrumentos tecnológicos usados son (Figura 41) termopares o termocoplas, *datalogger* de varias marcas e incluso *dataloggers* con la capacidad de la lectura de la temperatura, la humedad y con conectividad inalámbrica.



Figura 41. Termocoplas y *datalogger* para el monitoreo térmico de anidaciones de tortugas marinas. (Fuente: Didiher Chacón).

En el vivero además se instala un pluviómetro que se revisa cada 24 horas y los valores se anotan en el libro de datos respectivo para su posterior análisis (Figura 42). Estos datos también pueden ser tomados de estaciones climatológicas cercanas.

Tratamiento con sombra

Es coincidente que durante el verano las temperaturas en la playa alcanzan el umbral para los neonatos provocando altas mortalidades, esta es la razón por la cual la anidación llevada a viveros puede ser protegida con la instalación de una sombra artificial (sarán).

Toda playa tiene un ángulo con respecto a las emisiones solares y en alguna parte del día la sombra de la vegetación costera alcanza la playa, pero en las zonas donde la deforestación ha alcanzado la vegetación de la costa esta sombra no existe. Es aquí cuando debe hacerse un análisis concienzudo de cuál es el porcentaje concreto de sombra que es necesario para no provocar el nacimiento de tortugas con un solo sexo.

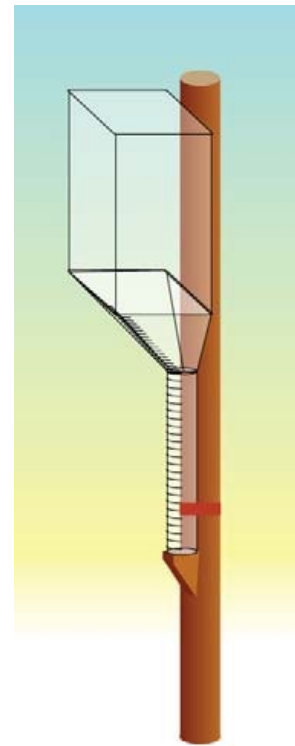


Figura 42. Pluviómetro usado en los proyectos de conservación y protección de tortugas marinas. (Fuente: Chacón *et al.* 2007).

Se podrá colocar sobre el vivero una sombra artificial si existe el problema de altas temperaturas, esta sombra se establece con el tendido de un “pañó” de sarán con una luz de malla que puede ir de 50 a 80 % para ser eficiente en mantener la temperatura baja. Esta estructura “suaviza” el aumento o la caída de la temperatura. Con el monitoreo diario es pertinente evaluar que esta sombra no causa el monosexado de los embriones.

Se recomienda manejar un vivero con el 50 % del área sombreada y el 50 % sin sombra (Figura 43), aunque la tendencia más actualizada con el cambio climático es mantener los viveros 100 % sombreados. En zonas con alta desecación y temperaturas con niveles mortales, muchas veces provocado por la rampante desertificación, se puede hacer irrigación del piso del vivero aplicando 3 galones de agua dulce por m² cada 24 horas, máximo tres veces por semana, para lo que debe usar aspersores o irrigadores, no se usan chorros directos o de un solo punto.

Información pertinente al uso de la sombra puede ser encontrada en Chacón y Machado (2005, 2006).



© LAST

Figura 43. Sombra que se usa en algunos viveros donde la temperatura es elevada

Manipulación y liberación de neonatos



En la naturaleza normalmente los neonatos nacen en las primeras horas de oscuridad, así al amanecer han recorrido bastante distancia lejos de la costa, antes de ser vistos por muchos depredadores. Los neonatos deben ser liberados inmediatamente después de su nacimiento y esta liberación debe ocurrir preferiblemente de noche, cuando las temperaturas son bajas y no hay presencia de aves u otros depredadores.

Debe recordarse que el factor que “dispara” la salida de las tortuguitas es la baja temperatura, la cual en el vivero puede ocasionar nacimientos de día. Si los neonatos nacen de día deben mantenerse en un recipiente con entrada de aire, con arena húmeda para mantener la temperatura baja y “tapados” en un lugar oscuro y deben ser liberados inmediatamente cuando se alcancen las condiciones de temperatura y luz adecuadas. Preferiblemente al comenzar a caer la noche cuando los depredadores diurnos son menos. No se deben colocar los neonatos en agua pues van a nadar instintivamente gastando energía.

Cuando los neonatos emergen en el vivero, deben ser contados y manipulados con guantes de látex o en su defecto con las manos lavadas con abundante agua y jabón o desinfectante de manos. Los neonatos se recolectan de la canasta en el vivero a un recipiente limpio, normalmente de plástico y se llevan a sitios lejos del vivero (100-500 m), variando el sitio cada vez y se liberan en grupo siempre y cuando sea de noche. Se debe limpiar diariamente el recipiente para recoger los neonatos.

Es vital recordar la necesidad de la impronta, por lo tanto, los neonatos se liberan arriba en la playa y a no menos de 6 m del borde del agua. Se dejan llegar solos al agua, ya que de esta manera se está asegurando que ellos tienen el tiempo de recolectar los parámetros necesarios para regresar a su playa natal. Toda actividad de liberación directa en el agua afecta esta capacidad de retorno.

Solo los viveros que formen parte de un proyecto de investigación y conservación con un plan de educación ambiental podrán liberar en presencia de estudiantes un máximo del 20 % de las nidadas nacidas ese día. Esta liberación deberá suceder siempre después de las 5 pm, exclusivamente. Para los fines de la liberación el contacto con las tortuguitas está limitado al personal entrenado y con permiso bajo resolución del SINAC.





Recolecta de datos y análisis

Los datos más comunes y necesarios que deben ser tomados del vivero son:

Libro de datos #1 Datos de vivero

- Fecha
- Hora
- Temperaturas registradas por sitio.
- Valores del pluviómetro (recolector de lluvia).
- Nombre de la persona operadora.

Libro de datos #2 Datos de colocación de huevos en el vivero

- Fecha
- Hora
- Número de marcas de la hembra (Placas PIT)
- Número de huevos
- Código de nido
- Observaciones
- Nombre de la persona operadora

Libro de datos #3 Datos de nacimientos y exhumación

- Fecha
- Hora
- Fecha estimada de eclosión
- Fecha de eclosión
- Número de neonatos nacidos
- Número de cáscaras
- Número de embriones muertos y su estado de desarrollo
- Clima al momento del nacimiento
- Nombre de la persona operadora

La fecha probable de eclosión se calcula de la siguiente forma:

- **Baula:** 60-70 días después de la fecha de la colocación de los huevos

- **Lora, verde, cabezona y negra:** 50-70 días después de la colocación de los huevos

- **Carey:** 50-60 días después de la colocación de los huevos



Libro de datos #4 Resultados

- Porcentaje de éxito (Número de neonatos liberados/número de huevos X 100)
- Porcentaje de eclosión
- Sumatoria de huevos manejados
- Sumatoria de neonatos liberados

Debe elaborarse un informe anual con copias a las entidades responsables de las tortugas marinas en Costa Rica -SINAC y Área de Conservación- (un original y una copia en versión de papel y una copia electrónica versión Word, Excel o Access según amerite). El vivero o sus responsables deben tener copias de respaldo.

Para poder medir la eficacia de un vivero, es decir, para saber si el trabajo que se está haciendo debe continuarse o mejorarse, es necesario calcular el éxito de eclosión de los nidos. Este dato de medición (no depende únicamente de la forma en que se realice el trabajo en el vivero), debe realizarse y compararse con nidos, relocalizados en la playa y los de vivero, porque su análisis puede revelar las características reproductivas de una población de tortugas que anidan en la playa.

El éxito de eclosión es una medida que determina el número de huevos normales que producen neonatos que logran romper el cascarón, en comparación al número total de huevos en la nidada (SINAC, 2016). Este es el producto del proceso de incubación por varias semanas en un medio de incubación que generalmente es una playa arenosa, periodo durante el cual la energía almacenada por las hembras en los huevos es transformada lentamente en tejido embrionario. Este desarrollo del embrión es acompañado en la playa donde se incuba por el intercambio de oxígeno, dióxido de carbono, agua y calor que se requieren para estimular el proceso de transformación de energía. La playa de anidación es la incubadora para el desarrollo embrionario de la tortuga marina y opera para producir el espacio climático que es apropiado para este desarrollo, por lo tanto, la incubación exitosa de los huevos depende de la presencia conveniente de ciertas condiciones en la playa, algunas de ellas son: la humedad, salinidad y los niveles de gases respiratorios. Mientras que el microclima pertinente para la incubación es generado por la interacción entre las características físicas del material que compone la playa, la estructura física de la playa, el clima local y los huevos en la nidada. Este microclima es dinámico y cambia con el estado de la actividad biológica en la nidada y en la playa (Akerman, 1997).

Existen varios índices que pueden ser tomados en cuenta para el análisis de los datos:

Porcentaje de éxito, reclutamiento al mar: Número de neonatos liberados por número de huevos X 100.

Porcentaje de eclosión, avivamiento: Es el total de huevos eclosionados entre el total de huevos X 100.

Porcentaje de emergencia: Total de crías que emergen del nido por sí solas entre el total de huevos sembrados X 100.

Porcentaje de éxito en la puesta o en la ovoposición: Total de nido con nidada entre total de nidos por 100.

Porcentaje de fracaso en la puesta o en la ovoposición: Total de nidos sin nidada (porque la tortuga no desovó) entre el total de nidos X 100

Porcentaje de sobrevivencia: Número de neonatos liberados entre el número de huevos incubados, valor utilizado como indicador de rendimiento para acciones de conservación como viveros o relocalización de nidos.

Otro método es el "éxito de eclosión", el cual se refiere al número de neonatos (tortugas recién nacidas) que nacen en relación con el número de huevos que fueron incubados. Para calcular este dato se excava el nido dos días después de que nacen las tortuguitas y se aplica la siguiente fórmula:

Éxito de eclosión = $(\# C / \#C + \#HS + \#HD + \#Hd) \times 100$ #C = Número de cáscaras vacías (enteras en más del 50 %)

#HS = Número de huevos que no se desarrollaron (sin embrión aparente)

#HD = Número de huevos desarrollados (con embrión, tortugas que empezaron a desarrollarse pero que no nacieron)

#Hd = Número de huevos depredados (cáscaras casi completas que contienen un poco de residuo de embrión o de yema).



Estos cálculos se registran en un cuaderno y antes de hacerlos, siempre debe anotarse el número de nido para identificar el éxito de cada uno. Estos datos le servirán a la persona que entregue los informes de temporada del vivero.

El Cuadro 8 es el modelo para llevar los datos de la temporada. Todos los apuntes deberían estar en un cuaderno, no en hojas sueltas. La persona que hace las anotaciones debe escribir diariamente su nombre al lado de los datos como un mecanismo de registrar el trabajo del monitor u observador.

Cuadro 8. Modelo de libro de datos para la temporada

Libro de datos # 5	Fecha	Dato	Responsable
Número de nido			
Número de huevos colocados			
Fecha de colocación (Fecha Siembra FS)			
Fecha de Eclosión (FE)			
Número de días entre FS y FE			
Número de vivos			
Número de muertos			
Número de huevos depredados (hd)			
Número de huevos sin desarrollo (hs)			
Numero de huevos fértiles que no nacieron (hd)			
Éxito de eclosión			

En la actualidad existe una variedad de aplicaciones y aparatos electrónicos que podrían ser utilizados para el registro de los datos y su almacenamiento en la “nube” o archivo digital. Sin embargo, los temas de humedad y accidentes en el campo podrían disuadir el uso de estas tecnologías, por lo que es recomendable mantener siempre respaldados los apuntes en cuadernos físicos.

Procedimiento para exhumación de nidos



Después de pasado el periodo de incubación y un máximo de tres días posterior a la primera eclosión, el nido se extrae y los restos se analizan. Es importante tener en cuenta la proporción de neonatos emergidos con el total de huevos para asegurarse que es el tiempo apropiado para exhumarlo.

Si la proporción es menor al 50 % antes de los tres primeros días, se debe hacer una excavación para cerciorarse que no hay más neonatos eclosionando y con ello programar entonces la exhumación.

Los huevos se clasifican en:



Cáscaras



Neonatos vivos



Neonatos muertos



Huevos abiertos:

Con tortugas vivas en proceso de salida

Con tortugas muertas



Huevos cerrados::

Sin desarrollo aparente

Con desarrollo aparente





Los huevos con desarrollo aparente se clasifican según la figura 44:

Estadio I: Embrión cubre de 0 a 25 % de la cavidad amniótica del huevo.

Estadio II: Embrión cubre de 26 a 50 % de la cavidad amniótica del huevo.

Estadio III: Embrión cubre del 51 a 75 % de la cavidad amniótica del huevo.

Estadio IV: Embrión cubre del 76 a 100 % de la cavidad amniótica del huevo.

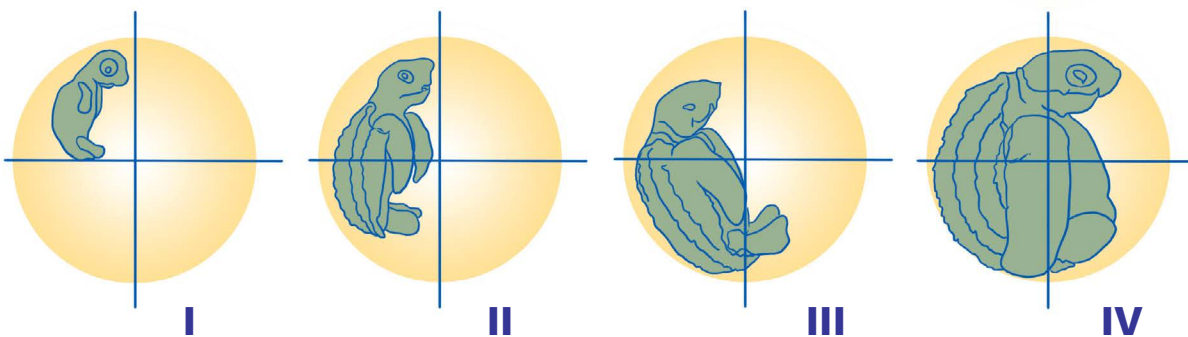


Figura 44. Diferentes estadios de desarrollo de los embriones de tortuga marina durante el proceso de incubación. Chacón *et al.* (2007)

Se hacen igualmente registros de observaciones particulares como presencia de colonias de hongos o bacterias, raíces, hormigas o larvas luego de establecer el estadio correspondiente a cada huevo. Usando los parámetros ambientales anotados (p. ej. temperatura de incubación, lluvia, distancia de recorrido al vivero, etc.), se analizan las razones por las cuales encuentran ciertos resultados determinados en la exhumación (p. ej. altos niveles de embriones en estadio I).

Otros métodos de clasificación de los remanentes de la incubación al exhumar pueden ser usados, pero deben estar plenamente explicados en el plan de manejo presentado a las autoridades del SINAC. Estos informes pueden ayudar al reporte nacional de Costa Rica en la CIT.

Manejo sanitario del vivero



Por el alto tránsito de personas, los viveros tienden a acumular basura, a recibir el desecho de líquidos y toda clase de contaminación. Estas son algunas normas sanitarias para el vivero de tortugas se mantenga libre de enfermedades y residuos:



Todo el equipo usado debe ser lavado o esterilizado diariamente.



El canasto de disposición de basura debe estar lejos del vivero.



Las personas operarias deben ingerir sus alimentos lejos del vivero, el alimento atrae insectos y otros animales.



No se permite fumar o ingerir bebidas alcohólicas en el vivero.



Toda necesidad fisiológica debe hacerse lejos del vivero.



Debe existir señalización de todo tipo para orientar a visitantes.



Si se utiliza agua para irrigar esta debe ser tomada de una fuente no contaminada



Si en el vivero se han manejado problemas de infección o plagas, deben colocarse unas tinas a la entrada del vivero con una solución de Clorexidrina o Vanodine y cada visitante y persona operaria debe posarse dentro de esta tina por al menos 30 segundos de manera que la disolución se impregne en sus zapatos. Estos visitantes y operadores solo deberán moverse por las áreas que para este fin sean designadas.



Otro mecanismo sanitario es poseer al menos seis pares de botas de hule color blanco que estén el 100 % del tiempo posadas en esa solución y que puedan ser utilizadas por las personas que operan el vivero.





La arena de los nidos exhumados debe ser completamente removida y cambiada por arena limpia.



Para el manejo de los desechos de la exhumación existen varias opciones, entre estas están incineradores, fosas, o el uso de sal o cal.



© LAST. Vivero de tortugas con área sombreada

Informe final de vivero para cada temporada



Cada vivero deberá entregar un informe al Área de Conservación respectiva con copia al SINAC que incluya la siguiente información como parte del informe general que toda persona permisionaria de investigación y manejo de tortugas marinas debe de presentar:

INFORME
<p>Nombre de la playa: (indicar si está dentro o fuera de un ASP)</p> <p>_____</p>
<p>Nombre del vivero:</p> <p>_____</p>
<p>Responsable del informe y personal de apoyo:</p> <p>_____</p>
<p>Dirección y teléfono del responsable:</p> <p>_____</p>
<p>No. de permiso de investigación:</p> <p>_____</p>
<p>No. de resolución del permiso de vivero:</p> <p>_____</p>
<p>Fecha de la temporada:</p> <p>_____</p>
<p>Descripción de metodologías:</p> <p>_____</p>





Estadísticas del vivero:

• Total de huevos sembrados		• Total de huevos fértiles que no se desarrollaron	
• Total de neonatos liberados			
• Total de huevos infértiles		• Éxito de eclosión (por nido y el promedio total)	
• Total de huevos depredados,			

Programas ejecutados: educación ambiental, capacitación, etc.

Problemas enfrentados durante la temporada:

Debilidades del vivero:

Conclusiones de la temporada:

Recomendaciones para la siguiente temporada:

Proyecciones del vivero:

Glosario



Anidación: acción y efecto de anidar.

Anidación solitaria: pocas hembras dispersas por la playa en acción de anidar.

Anidar: construir un nido, desove la tortuga o no.

Área de conservación: unidad territorial, regida bajo una misma estrategia de desarrollo.

Baula: uno de los nombres comunes para *Dermochelys coriacea*, conocida como laud, booki, baula, canal, siete filos, pejebaul, tora, trunkfish, trunk turtle, tortueluth, leatherback sea turtle.

Cabezona: uno de los nombres comunes de *Caretta caretta*, conocida como cabezona, jabalina, caovone, lagrit, gawamu, loggerhead, caguama.

Carey: uno de los nombres comunes de *Eretmochelys imbricata*, conocida como carey, concha de carey, oxbull, turtue imbriquee, askbill, gararu, hawkbill.

Cáscaras o cascarones: desechos de los huevos donde la cría alcanzó a salir. Cada cáscara representa un huevo y deben ser igual a la cantidad de crías emergidas o no.

Crías eclosionando: crías que han roto la cáscara del huevo pero que no acabaron de salir del mismo, situación encontrada cuando se “abren” los nidos por asuntos de revisión. Estas crías pueden estar vivas o muertas.

Crías emergidas: toda cría que salió del nido por si sola. Las hay muertas y vivas.

Crías muertas: todas las crías que son encontradas muertas en la cámara del nido, esto cuando se realiza la excavación o exhumación de los nidos.

Desovar, ovopositar, poner: cuando la tortuga pone los huevos en la cámara o hueco que construye en la arena.

Dunas: sección de la playa cerca de la vegetación que posee una relativa altura sobre el nivel promedio de la playa.



Eclosión: acción mediante la cual el neonato ha procedido a abrir la cáscara del huevo y ha salido de ella.

Eclosionar: rompimiento del huevo de forma natural para la salida del neonato.

Estaca: señal dentro del vivero para ubicar un nido.

Evidencia de marca previa: cicatriz hueco o corte en área usualmente delimitados, para marcaje que demuestra que la tortuga portó marcas alguna vez.

Excavación: acción de remover la arena a una profundidad cercana a los huevos, para revisar la condición de los neonatos que se encuentran emergiendo del nido.

Exhumación: acción de abrir el nido para fines de revisión, extracción o limpieza de su contenido. Esto se realiza en un plazo no mayor a una semana después de haber salido la última cría emergida, esta revisión se hace con fines de estudio del contenido del nido, huevos, embriones y crías muertas.

Frecuencia de puesta, reanidación: número de veces que una tortuga pone huevos durante una misma temporada.

Hembra marcada: hembra que porta una o más marcas externas o PITs.

Huella, rastro, media luna, rastro sin cama o sin nido: cuando la tortuga sale a la playa y no hace nido.

Huella simétrica: impresión sobre la superficie de la arena donde ambas hendiduras de las aletas delanteras están al mismo nivel, lo que demuestra que la tortuga se arrastra moviendo ambas al mismo tiempo, alternamente una al lado de la otra.

Huella asimétrica: impresión sobre la superficie de la arena donde las hendiduras de las aletas delanteras están a diferente nivel, lo que demuestra que la tortuga se arrastra moviendo cada aleta a diferente tiempo, con movimientos intercalados.

Huevos sembrados: total de huevos que fueron ubicados en un hueco o cámara de incubación en la arena, independientemente del número de huevos que puso la hembra.

In situ: en el sitio o lugar.

Lora: uno de los nombres comunes de *Lepidochelys olivacea*, conocida como tortuga carpintera, lora, paslama, golfina, olive ridley turtle.

Manejo de nidos: acción de tomar decisiones de mover el nido o dejarlo en la playa naturalmente donde los puso la tortuga.

Negra o prieta: uno de los nombres comunes de *Chelonia mydas agassizii*, conocida como tortuga blanca, gadaru, li, green turtle, verde.

Neonatos: estado de desarrollo asignado al embrión que ya ha salido del huevo y ha emergido a la superficie de la playa. Tortuguita recién eclosionada.

Nidada *in situ*, natural: nidada que permanece en el lugar en que la puso la tortuga, sin ser movida o cambiarla de lugar.

Nidada saqueada: grupo de huevos que han sido tomados (robados), sólo aplicable a humanos.

Nidada trasplantada, reubicada: nidada transportada a un lugar diferente al nido en que la puso la tortuga, con fines de protección. No importa si es un vivero (vivero / corral) o simplemente a otro sitio más seguro.

Nido artificial: nido construido por seres humanos, ya sea en el vivero, en la playa, o en una caja de incubación.

Nido con nidada: nido con huevos. Igual a puesta exitosa.

Nido o cama: lugar que la tortuga construye para construir el nido y poner sus huevos. El nido está constituido por la cama y la cámara. Lo que se ve exteriormente es la cama. Para fines de conteo se considera una cama como un nido, aunque no se compruebe la presencia de huevos en la cámara.

Nido sin nidada: nido sin huevos. No deberá llamarse anidación fracasada ya que la anidación (el proceso de construcción del nido) no fracasó, simplemente la tortuga construyó un nido, pero no puso los huevos. Tampoco debe ser llamado rastro falso.

Ovoposición: proceso de poner huevos en la playa. Sinónimo de desove.

Porcentaje de eclosión: total de huevos eclosionados entre el total de huevos por 100.

Porcentaje de emergencia: total de crías que emergen del nido por sí solas entre el total de huevos sembrados por 100.



Porcentaje de éxito en la puesta o en la ovoposición: total de nidadas entre total de nidos por 100. Porcentaje de nidos en la temporada.

Porcentaje de fracaso en la puesta o en la ovoposición: total de nidos sin nidada (porque la tortuga no desovó) entre el total de nidos por 100. Porcentaje de rayones en la temporada.

Porcentaje de sobrevivencia: número de neonatos liberados entre el número de huevos incubados, valor utilizado como indicador de rendimiento para acciones de conservación como viveros o relocalización de nidos.

Poste o mojón: señal en la playa para ubicar las diferentes secciones de esta y ubicar los nidos. Marcas físicas con una distancia continua que permiten conocer la distribución espacial de la anidación.

Prospección: exploración basada en el examen de los caracteres y condiciones, encaminada a descubrir nuevos indicios.

Puesta exitosa: nido con huevos.

Puesta: nidada, conjunto de huevos.

Rastro: huella, marca que deja la tortuga en la playa cuando asciende y desciende sin importar si desovo o no.

Recaptura: cuando la tortuga encontrada está marcada anidando.

Remarcado: reemplazo de una marca dañada o a punto de caerse.

Remigrante: hembra que está marcada o tiene evidencia de marcas y regresa a anidar en diferentes temporadas.

Temperatura pivotal: valor de temperatura que define la frontera en la incubación de huevos que producirán machos o hembras.

Vivero, corral, tortugario: área de la playa delimitado, para reubicar nidos que son recolectados en la playa y que están bajo un sistema de manejo, para protegerlos hasta la emergencia total de los neonatos.

Zooplankton: conjunto de pequeños organismos animales que se encuentran en las aguas de los mares, lagos y ríos. Aparecen flotantes o en equilibrio en el agua y forman a veces grandes masas.

LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA CONSERVACIÓN



Algunas acciones esenciales que rigen para el planteamiento de futuras actividades de manejo son las siguientes, también se recomienda revisar la Estrategia Nacional de Conservación de Tortugas Marinas (MINAE, 2018):

- Discrimine y diríjase con técnicas correctivas a la raíz de los problemas que están causando el colapso de estas especies en Costa Rica.
- Utilice la información pertinente de las especies, analice el uso extractivo y el impacto de este uso a largo plazo en la sobrevivencia.
- Emplee un sistema de manejo de las poblaciones de tortugas marinas basado en ciencia (social, económica y ambiental), y procure que el uso doméstico no pase a ser perjudicial para las poblaciones en el futuro.
- Aplique el principio precautorio a favor de las especies en busca de minimizar el impacto o daño a las poblaciones y sus ecosistemas.
- Evalúe y aplique la conservación de las especies a lo largo de sus rutas de migración y sus diferentes estadios de desarrollo, lo que implica diferentes ecosistemas en varias regiones y/o en uno o más países.
- Analice periódicamente (incluyendo una revisión de las fuentes anuales) la mortalidad natural e inducida.
- Promueva el control comunal sobre la explotación de los recursos bajo un modelo no extractivo de sostenibilidad, demarcado por acciones comprometidas y éticas, supeditadas en la normativa nacional e internacional.
- Fomente el establecimiento de alternativas de desarrollo en la economía local, en busca de controlar y en lo posible anular la sobre explotación de las tortugas marinas, incluyendo una revisión sistemática de los marcos normativos y los planes de trabajo en sitios donde se desarrolle el uso doméstico de huevos, carne o caparazón, que demuestren su factibilidad económica y los beneficios a largo plazo.





- Promueva un marco sano para la especie cuando la use, la investigue, la conserve y la maneje y no un marco perjudicial para esta y otras especies marinas ni para el ecosistema.
- Promueva la participación de los ciudadanos, con énfasis en los locales, para la resolución de los problemas, haciendo uso de campañas de educación que construyan vínculos correctivos entre los recolectores ilegales y el mercado negro de los subproductos de las tortugas marinas.
- Proteja a los animales de la crueldad y el sufrimiento, evitando además la mortalidad incidental y la pesca fantasma.
- Fomente y facilite el surgimiento de organizaciones locales, como un mecanismo para proteger y estandarizar esfuerzos que buscan conservar los recursos naturales bajo en concepto de integración.



© LAST. Línea de sacos con arena para reducir el impacto del oleaje

ACCIONES EN EL MARCO DE LOS VIVEROS

Acciones correctivas inmediatas:

- Realizar una recopilación de toda la información generada a este respecto, interpretarla y retroalimentar al sector nacional por medio de actividades educativas.
- Analizar el papel de los viveros como una herramienta de conservación y no como un fin, así como su papel dentro de la protección de un estadio de desarrollo. Es importante desarrollar acciones en otros ambientes con otros estadios del ciclo de vida, esto como parte de un modelo integral de conservación (p. ej. TED y su efecto en la sobrevivencia de juveniles y adultos).
- Procurar el uso de técnicas de protección de nidos in situ (en el sitio natural del nido) antes de permitir la manipulación de huevos.
- Dictar bajo normas oficiales los lineamientos para operación de los viveros en Costa Rica.
- Establecer comparaciones claras y precisas entre las diferentes condiciones de manejo de nidos, para evaluar el uso potencial y estricto de herramientas de conservación.
- Desarrollar un estudio sobre el impacto del uso de la sombra sobre la proporción de sexos y el porcentaje de sexos en los neonatos. Deben incluirse otras variables como disponibilidad de aire en la cámara de incubación, intercambio de gases, granulometría y tipo de arena, condición sanitaria, entre otras variables.
- Determinar claramente la condición de las poblaciones de tortugas marinas de Costa Rica, analizar su tendencia y a partir de esto dictar normas que permitan o restrinjan el uso de los huevos.



Referencias

- ADIO, UCR, INCOPECA, RNVSO-ACT/SINAC (2017). Plan Quinquenal de Manejo y Conservación de Tortugas Marinas Lora, consensuado entre los meses de julio y noviembre de 2016. Ostional, Guanacaste. 59 pp.
- Ackerman, R. (1997). The Nest environment and the embryonic development of Sea Turtles. En: Lutz, P y J. Musick (Eds.). *The biology of Sea Turtles*. CRC Marine Science Series. 83- 107.
- Balazs, G. (2000). Factores para considerar en el mercado de tortugas marinas. En: Eckert et al. (Eds.) *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 106-126.
- Barragán, A. (1998). Monitoring Program for the Leatherback sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) at Tortuguero. Costa Rica. Mimeografiado. 30 pp.
- Brothers, J.R. y Lohmann, K.J. (2015). Evidence for geomagnetic imprinting and magnetic navigation in the natal homing of sea turtles. *Current Biology*, 25(3): 392-396.
- Chacón, D. (2004). Nesting of the Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Southern Caribbean of Costa Rica. *Proceeding of the twenty five Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. San José, Costa Rica.
- Chacón, D. y Machado, J. (2005). *Informe de Actividades, temporada 2005*. Programa para la Conservación de las Tortugas Marinas, Caribe Sur, Costa Rica. Asociación ANAI. 50 pp.
- Chacón, D. & Machado, J. (2006). *Informe de Actividades, temporada 2006*. Programa para la Conservación de las Tortugas Marinas, Caribe Sur, Costa Rica. Asociación ANAI. 53 pp.
- Chacón, D. y Eckert, K. (2007). Leatherback Sea Turtle Nesting at Gandoca Beach in Caribbean Costa Rica: Management Recommendations from Fifteen Years of Conservation. *Chelonian Conservation and Biology*, 6(1): 101-110.
- Chacón, D., Sánchez, J., Calvo, J. y Ash, J. (2007). Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica, con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio del Ambiente y Energía. Costa Rica. XX pp.

- Chambault, P., Pinaud, D., Vantrepotte, V., Kelle, L., Entraygues, M., Guinet, C., Brezins, R., Bilo, K., Gaspar, P., Thoisy, B., Maho, Y. y Chavallier, D. (2015). Dispersal and Diving Adjustments of the Green Turtle *Chelonia mydas* in Response to Dynamic Environmental Conditions during Post-Nesting Migration. *Plos One*, 10(9): e0137340. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137340>.
- Chiari, Y., Cahais, V. y Galtier, N. (2012). Phylogenomic analyses support the position of turtles as the sister group of birds and crocodiles (Archosauria). *BMC Biol.*, 10, 65.
- Colman, L.P., Sampaio, C.L.S., Weber, M.I. y Weber, M.I. (2014). Diet of olive ridley sea turtles, *Lepidochelys olivacea*, in the waters of Sergipe, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 13(2): 266-271.
- Cooper, P. D. y Baldwin, J. (2012). Salt and water regulation by the leatherback sea turtle. *Journal of Experimental Biology*, 215(6): 1226-1234. doi:10.1242/jeb.065508
- Eckert, K. y Begge J. (2006). Marine turtle tagging; a manual of recommended practices. *WIDECASST Technical report n° 2*. Revised Edition. Beaufort, North Carolina. 40 pp.
- Eckert, K. (2000). Diseño de un Programa de Conservación. En: Eckert et al. (editores) *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 6-8.
- FitzSimmons, N.N. y Limpus, C.J. (2014). Marine turtle mating systems and sexual dimorphism. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 456: 45-52.
- Fonseca, L. G., Murillo, G. A., Guadamúz, L., Spínola, R. M., & Valverde, R. A. (2015). Conservación y actividad reproductiva de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en Playa Punta Banco, Pacífico Sur de Costa Rica: Recomendaciones de manejo a través de dieciséis años de monitoreo. *Revista de Biología Tropical*, 63(Suppl. 1): 383-394.
- Fonseca, L., Santidrián, P., Villachica, W., Quirós, W., Pesquero, M., Heidemeyer, M., Joyce, F., Plotkin, P., Seminoff, J., Matarrita, E. y R. Valverde. (2018). "Discovery of a Major East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas*) Nesting Population in Northwest Costa Rica. *Chelonian Conservation and Biology*, 17(2): 169-176.
- Fuxjager, M. J., Davidoff, K. R., Goff, C. N., Loftin, C. S. & Lohmann, K. J. (2014). The geomagnetic environment in which sea turtle eggs incubate affects subsequent magnetic navigation behavior of hatchlings. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, 281(1792): 20141218.



- Godfrey, M. y Mrosovsky, N. (2000). Estimación de la proporción sexual en playas de anidación. En: Eckert et al. (Eds.) *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 156-159.
- Gulko, D. y Eckert K. (2004). *Sea Turtles: An ecological guide*. Mutual Publishing, Honolulu, HI. 128 pp.
- Hays, G.C. y Mazaris, A.D. (2022). Role of sexual dimorphism in shaping sea turtle ecology and evolution. *Oecologia*, 199(1): 67-77.
- Heaslip, S.G., Iverson, S.J., Bowen, W.D. y James, M.C. (2012). Jellyfish support high energy intake of Leatherback Sea Turtles (*Dermochelys coriacea*): Video evidence from animal-borne cameras. *PLoS ONE*, 7(3): e33259.
- Hochscheid, S., Bentivegna, F. y Speakman, J. R. (2013). Long-term cold acclimation leads to high Q10 effects on oxygen consumption of loggerhead sea turtles. *Biology Open*, 2(6): 637-642. doi:10.1242/bio.20134557
- Houghton, J., Doyle, T., Davenport, J., Wilson, R. y G. Hays. (2008). The role of infrequent and extraordinary deep dives in leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). *Journal of Experimental Biology*, 211(16): 2566–2575.
- Howell, L. y D. Shaver. (2021). Foraging Habits of Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) in the Northwestern Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 8. DOI 10.3389/fmars.2021.658368
- Lasala, J. A., Hughes, C. R. y Wyneken, J. (2019). Female loggerhead sea turtles (*Caretta caretta* L.) rarely remate during nesting season. *Ecology and Evolution*, 10(1): 163-175.
- López-Castro, M. C. y Koch, V. (2012). Differences in morphology and reproductive parameters of male and female black sea turtles (*Chelonia mydas agassizii*) in Baja California Sur, Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 432-433: 35-41.
- Lutcavage, M E., Plotkin, P., Witherington, B. y Lutz, P.L. (2013). Human impacts on sea turtle survival. In P.L. Lutz, J.A. Musick y J. Wyneken (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*, 3: 225-278.

- McDonald, D.L. y Dutton P.H. (1994). Tags Retention Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) at Sandy Point, ST. Croix. USVI. En: Schoroeder, B.A. y Whiterington, B.E. *Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation NOAA, Technical Memorandum*. 9 pp.
- MINAE (2018). *Estrategia Nacional para la Conservación y Protección de las Tortugas Marinas*. 1 edición. Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 56 pp.
- Mortimer, J.A. (1995). Teaching critical concepts for the conservation of sea turtles. *Marine Turtle Newsletter*, 71(4): 1-4.
- Phillips, K.P., Jorgensen, T.H., Jolliffe, K.G., Richardson, D.S. y Ewen, J. G. (2013). Low frequency of multiple paternity in the critically endangered hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). *Journal of Heredity*, 104(3): 371-378.
- Ponganis, P. J. (2015). Diving physiology of marine mammals and seabirds: implications for sea turtles. *Journal of Experimental Biology*, 218(11): 1834-1845.
- Santos, R.G. y Reis, E.C. (2012). Feeding habits of the loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) and olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) in southeastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(2): 235-243.
- Seminoff, J., Alfaro-Shigueto, J., Amorocho, D., Arauz, R., Baquero, A., Chacón, D., Gaoes, A., Kelez, S., Mangel, J., Urteaga, J. y B. Wallace. (2012). *Biology and Conservation of Sea Turtles in the Eastern Pacific Ocean*. En: *Sea Turtles of the Eastern Pacific Advances in Research and Conservation*. Jeffrey Seminoff and Bryan P. Wallace (Eds.). The University of Arizona Press. 376 pp.
- Southwood, A.L., Reina, R.D., Jones, V.S. y Jones, D.R. (2019). Heart rate, dive duration, and diving behavior of leatherback sea turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 456: 98-106.
- SWOT Scientific Advisory Board (2011). *The State of the World's Sea Turtles (SWOT) Minimum. Data Standards for Nesting Beach Monitoring*. 28 pp.
- Tiwari, M., Dutton, D. y J. Garner. (2011). Nest Relocation: A Necessary Management Tool for Western Pacific Leatherback Nesting Beaches. *Conservation of Pacific Sea Turtles*. En: Dutton et al. (Eds). University of Hawai'i Press. Honolulu. 481 pp.



- Vélez, E. (1999). Guía para marcaje de tortugas baulas (*Dermochelys coriacea*) con la técnica del PIT (Passive Integrated Transponder tags). Memorias III taller regional para la conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. Costa Rica. 61-69.
- Vélez-Espino, A., Pheasey, H., Araújo, A. y Fernández, L.M. (2018). Laying on the edge: demography of green sea turtles (*Chelonia mydas*) nesting on Playa Norte, Tortuguero, Costa Rica. *Marine Biology*, 165(53).
- Weber, S.B., Broderick, A.C., Groothuis, T.G.G. y Godley, B.J. (2012). Sexual size dimorphism and sex-specific growth rates in green turtles (*Chelonia mydas*): Potential adaptive advantages for nesting females. *Marine Ecology Progress Series*, 462: 273-281.
- Wibbels, T. y Bevan, E. (2019). Sex determination and sexual dimorphism in sea turtles. *Current Topics in Developmental Biology*, 132: 307-337.
- Williard, A. S. (2013). *Physiology as integrated systems*. En: J. Wyneken, K. J. Lohmann, & J. A. Musick (Eds.), *The Biology of Sea Turtles Volumen III*. 1-30. CRC Press.
- Witherington, B. y Witherington, D. (2015). *Our Sra Turtles; A practical guide for the Atlantic and Gulf, from Canada to Mexico*. Pineapple Press Inc, Sarasota, Florida. 282 pp.



© LAST / Carey



Anexo 5. . Formato de tarjetas para recolectar información de la tortuga y la nidada que se va a relocalizar, una de estas tarjetas se coloca en la bolsa de huevos que se traslada al vivero.

Datos de nidada para relocalización/ relocation nesting data		
Fecha/Date		
Hora inicial/Start time		
Hora final/Final time		
No. marca derecha/Right tag		
No. marca izquierda/Left tag		
PIT		
Mojón/Wooden marker		
Guía de patrulla/Patrol guide		
Persona voluntaria/Volunteer		



Anexo 7. Formulario de exhumación de nidos (información de colecta, y datos generales: esta información va junta en una misma hoja de registro, se presenta por separado en esta sección con fines de claridad en lectura).

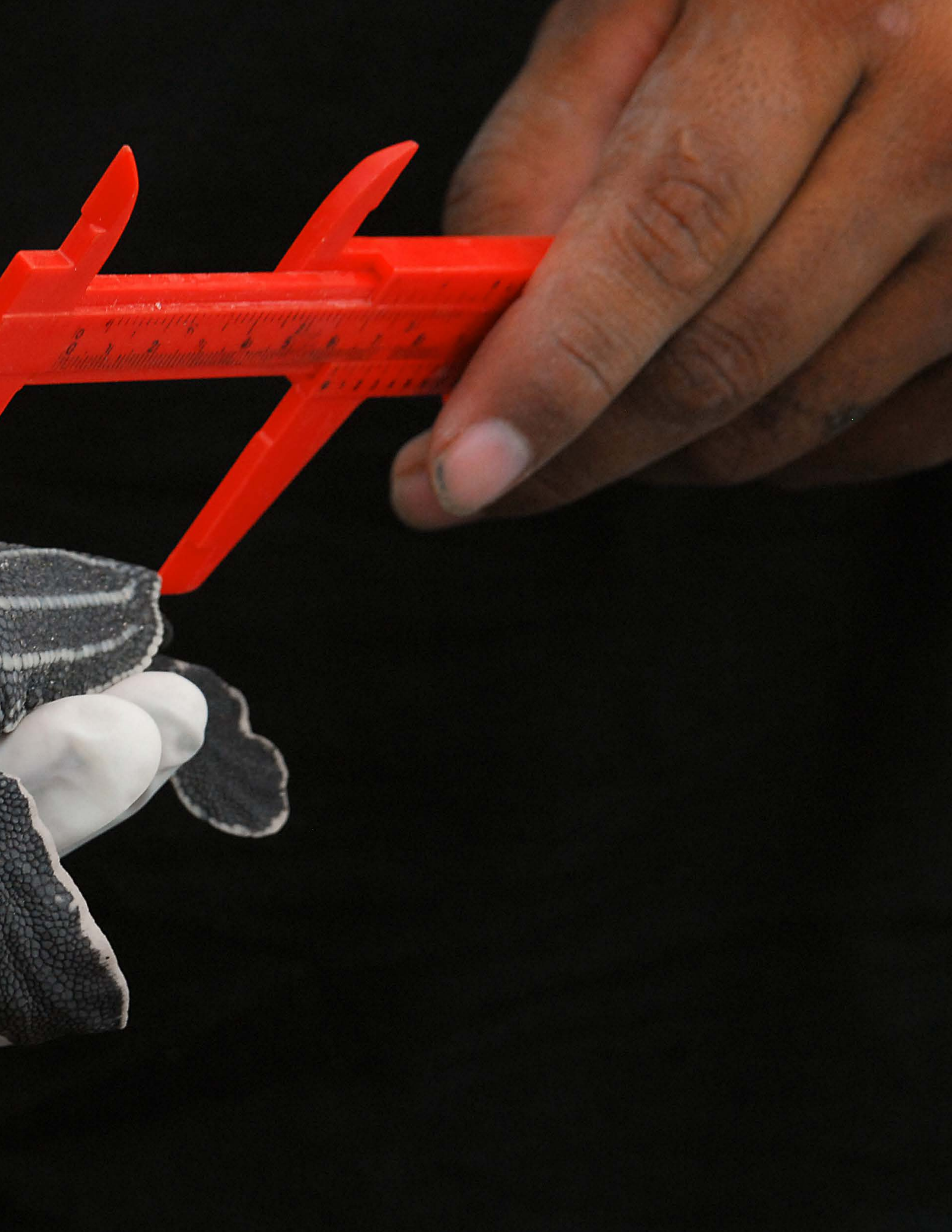
FORMULARIO DE EXHUMACIÓN DE NIDOS

FECHA ANIDACIÓN/ NESTING DATE		FECHA ANIDACIÓN/ NESTING DATE	
FECHA EXHUMACIÓN/ EXHUMATION DATE			
PROFUNDIDAD DEL PRIMER HUEVO/ DEPTH OF FIRST EGG		PROFUNDIDAD DEL ÚLTIMO HUEVO/DEPTH OF FIRST EGG	
MARCA IZQUIERDA/ LEFT TAG		PLACA DERECHA/ RIGH TAG	
PIT			
MOJÓN/ WOODEN MARKER		CÓDIGO DE NIDO/ NEST CODE	
VIVERO / HATCHERY		PERSONA VOLUNTARIA/ VOLUNTEER	
CÁSCARAS SIN LARVAS/SHELLS WITHUOUT LARVAE		CÁSCARAS CON LARVAS/SHELLS WITH LARVAE	



© KUEMAR







SAVE
THE **BLUE**
FIVE

SALVANDO A LOS CINCO AZULES

