

Factores a Considerar en el Mercado de Tortugas Marinas

George H. Balazs

National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Science Center, Honolulu Laboratory,

2570 Dole Street, Honolulu, Hawaii 96822-2396 USA; Tel: +1 (808) 983-5733;

Fax: +1 (808) 983-2902; email: gbalazs@honlab.nmfs.hawaii.edu

Introducción

Se marca a las tortugas marinas para lograr el reconocimiento de individuos o cohortes con fines de investigación. El marcado se realiza en la mayoría de los casos para obtener información sobre la biología reproductiva, movimientos, varamientos, distribución y tasas de crecimiento. Este capítulo cubre el uso de marcas externas e internas, excluyendo las técnicas de seguimiento remoto (transmisores sónicos y de radio, ver S. Eckert, este volumen), marcadores genéticos que ocurren de manera natural (ver FitzSimmons *et al.*, este volumen) registradores automático de datos que requieren recuperación electrónica de la información almacenada (ver S. Eckert, este volumen) y la inyección de tetraciclina u otras sustancias para marcar componentes esqueléticos.

El marcado de tortugas marinas, tal y como se define en este capítulo, incluye la aplicación externa, usualmente en las aletas, de una marca de metal o plástico inscrita con números y letras, la inserción en el cuerpo de una marca de alambre o un microprocesador que puede ser detectado con un instrumento electrónico, el marcado del caparazón u otra parte del cuerpo con pintura, o el grabado o cirugía menor para remover o alterar el tejido con el propósito de crear una marca externa reconocible.

Históricamente, el marcado ha sido la actividad más valiosa en el avance de nuestro conocimiento sobre las tortugas marinas y sus necesidades de conservación en relación con su complejo ciclo de vida, migraciones reproductivas, lentas tasas de crecimiento (para algunas especies) y madurez sexual tardía. En muchos casos, un compromiso para llevar a cabo el marcado sistemáticamente durante varios años puede ser necesario para lograr ciertos objetivos. Sin em-

bargo, en algunas instancias aún el marcado de unas pocas tortugas, particularmente en playas de anidación donde nunca se ha realizado marcado, puede proporcionar conocimiento valioso sobre las migraciones y localización de zonas de alimentación.

Desafortunadamente, la tecnología actual y técnicas para marcar efectivamente a las tortugas marinas no son perfectas. El grado de éxito en el marcado, en términos de retención de la marca y reconocimiento de la tortuga, puede ser altamente variable debido a múltiples factores que pueden incluir los siguientes: tipo de marca usado y cuándo y cómo se aplica a la tortuga; la especie de la tortuga y su intervalo de talla; la localidad geográfica y las características del ambiente marino; la habilidad de la persona que realiza el marcado; la condición del equipo de marcado; y el número de marcas aplicadas a cada tortuga.

Sólo algunos de estos elementos han sido estudiados y cuantificados cuidadosamente. En consecuencia, el investigador que inicia un programa de marcado debe tomar decisiones basadas en información incierta y frecuentemente confusa, tomando en cuenta que podrá tardar años o aún décadas en obtener resultados robustos. Un objetivo importante de este capítulo es proveer al lector con conocimiento básico de los factores que deben ser considerados, y las opciones disponibles para optimizar el éxito de un programa de marcado en términos de los objetivos requeridos.

El tiempo que se espera que la marca permanezca en la tortuga de manera que se cumplan los objetivos del programa es una consideración fundamental. Mientras más largo sea el tiempo deseado, más incierto será el resultado. Por tanto, la primer meta de un programa de marcado debe ser minimizar la pérdida

de marcas para asegurar el reconocimiento de los individuos, sin causar ningún daño permanente a la tortuga debido al proceso de marcado. La segunda meta crítica es medir la tasa de pérdida de marcas de manera que se interpreten correctamente los datos obtenidos y, con base en éstos, ajustar las técnicas de marcado de modo correspondiente.

La consideración de los factores y limitaciones mencionadas arriba, es esencial para un nuevo programa de marcado o el mejoramiento de uno existente. Los métodos que pueden ser exitosos en una localidad, bajo un cierto conjunto de circunstancias, pueden ser inadecuados en otros sitios. En resumen, en la actualidad el marcado de tortugas marinas puede considerarse parte ciencia, parte arte y parte adivinación. Con esta advertencia, existe sin embargo un conjunto de lineamientos y opciones que sirven de apoyo para conducir un programa de marcado eficiente y productivo.

Marcas Aplicadas Externamente

Las marcas más comúnmente usadas en tortugas marinas están hechas de metal o plástico, y se aplican en los bordes posteriores de las aletas. Algunos investigadores han desarrollado marcas que se aseguran al borde del caparazón, pero la información detallada sobre su nivel de éxito aun no está disponible.

Marcas Plásticas

Las marcas plásticas más frecuentemente usadas en tortugas marinas consisten en dos piezas que requieren un aplicador o pinza especial para embonar ambos lados. Una vez colocadas, no pueden separarse sin destruir la marca. Una herramienta adicional, como un punzón para cuero u otro objeto puntiagudo, es usualmente necesaria para perforar la aleta antes de usar la pinza. La marca cerrada consiste en dos placas paralelas giratorias, unidas por el extremo donde la marca pasa a través de la aleta.

Las marcas plásticas, tales como las “Jumbo Tags” (45 x 17 x 10 mm) elaboradas por Dalton Supplies Ltd., Inglaterra (fax 44-1491-641-310) pueden surtirse en diferentes colores, con letras y números grabados en las superficies interna y externa de las placas de la marca.

Como con todas las marcas aplicadas a tortugas marinas, los investigadores de diferentes áreas han reportado diferentes niveles de éxito con el uso de marcas plásticas. El plástico puede ser susceptible a un mayor o menor desgaste, fragilidad y quebradura

dependiendo del tipo de plástico, el comportamiento de la tortuga y las características del hábitat marino donde el marcado se llevará al cabo. Asimismo, a diferencia del diseño completamente cerrado de las marcas metálicas después de su aplicación, la forma abierta de la mayoría de las marcas plásticas las hace susceptibles de enredarse en redes agalleras. Esto, a su vez, puede resultar en un aumento en el riesgo de mortandad de las tortugas debido a la submersión forzada y/o en un aumento de la pérdida de marcas por desgarre.

Algunos fabricantes de marcas plásticas han hecho afirmaciones respecto a la naturaleza superior de su producto para el uso en tortugas marinas. Antes de adquirir cualquier marca, es recomendable que el investigador complemente la información proporcionada por la compañía con averiguaciones independientes, de manera que se obtenga un punto de vista balanceado.

Marcas Metálicas

Las marcas metálicas más comúnmente usadas en tortugas marinas están hechas de titanio puro (Stockbrands Company, Mt. Hawthorn, Australia, fax 619-444-0619) o mezclas de metales conocidas como aleaciones, que han mejorado sus características físicas. Monel 400 e Inconel 625, marcas registradas por la International Nickel Company, son dos aleaciones usadas para fabricar marcas para uso en tortugas marinas por la National Band and Tag Company (NBTC) de Newport, Kentucky, USA (fax 1-606-261-8247).

Las marcas metálicas requieren una pinza especial para su aplicación correcta. Sin embargo, excepto para las duras aletas delanteras de la tortuga laúd, la perforación previa no se requiere normalmente debido al diseño auto-perforante de la marca. Cuando se presiona la pinza, la punta afilada de la marca perfora a través de la aleta y pasa por un orificio en el extremo opuesto de la marca, donde se dobla y engancha. La forma de la marca cerrada es rectangular u oval sin partes que puedan quedar atrapadas en una red. Este mecanismo simplificado de cierre existe en el modelo de marcas de la NBTC número 681C (25 x 8 x 9 mm) y 1005-1 (8 x 2.5 x 2.5 mm). El modelo 1005-1 es suficientemente pequeño para ser usado en algunas crías pero solamente está disponible en Monel. Las marcas modelo 681C se producen en Inconel o (como modelo 1005-681) en Monel. La NBTC también ofrece el modelo 1005-49 (40 x 10 x 11 mm)

únicamente en Monel, pero el mecanismo de cierre es más complicado, involucrando un puente interno por el cual se dobla la punta. En algunos casos, este mecanismo sirve como sitio de corrosión acelerada cuando estas marcas se usan en tortugas marinas.

Las marcas de titanio de Stockbrand (40 x 11 x 10 mm y 17.5 x 6 x 4-6 mm rematadas en punta) también cuentan con el mecanismo simple de cierre con la punta cerrando en un orificio. [La última medida de cada tamaño de marca corresponde a la apertura dentro de la marca después de aplicada.]

Algunas veces se tienen dificultades en la aplicación de marcas metálicas, que pueden ser un cierre incompleto de la punta, o ésta doblándose prematuramente antes de pasar a través del orificio. Algunos investigadores que usan marcas de titanio han encontrado necesario el revisar y doblar ligeramente cada marca antes de su aplicación, para asegurarse que la punta se alinea con el orificio. Problemas similares con marcas Inconel y Monel se relacionan frecuentemente con el modo como la marca se coloca en la pinza. La NBTC ha actualizado recientemente sus instructivos en un esfuerzo para minimizar este problema.

Problemas en la aplicación de las marcas metálicas también pueden resultar por el uso de pinzas oxidadas, cubiertas de arena u otros desperdicios, o gastadas por el uso intensivo. Todas las pinzas deben inspeccionarse y limpiarse rutinariamente, y deben desecharse cuando dejan de funcionar apropiadamente. El reemplazo oportuno de pinzas gastadas es parte esencial de cualquier programa de marcado. Las pinzas de acero inoxidable proporcionadas por Stockbrand para marcas de titanio son más resistentes al desgaste que contribuye a la mala colocación de las marcas.

Algunos problemas en el funcionamiento de marcas Inconel y Monel pueden resultar también por pequeñas diferencias en el proceso de fabricación. Debe pedirse a cada compañía que pruebe cada pinza adquirida con cada orden de marcas para asegurar que cerrarán apropiadamente. De manera adicional, las pinzas que funcionan bien con un lote de marcas pueden no siempre hacerlo con marcas ordenadas posteriormente. La prueba repetida de pinzas y marcas previo a su uso en el campo es absolutamente necesaria.

Todos los metales se corroen en el agua salada, pero su tasa de corrosión es el factor que debe preocupar a los investigadores de tortugas marinas.

Desde el inicio de los 60's, previo a la disponibilidad de marcas de Inconel y titanio producidas a fines de los 70's, las marcas más comúnmente usadas en tortugas marinas fueron las Monel. Estas marcas exhiben tasas de corrosión altamente variables, tanto en diferentes localidades geográficas como en diferentes individuos marcados en la misma área de estudio. Por ejemplo, marcas Monel aplicadas a tortugas verdes en Hawaii, y recapturadas 2-4 años más tarde, se encontraron llenas de hoyos y deterioradas por la corrosión. Se estimó que la pérdida de marcas por este único factor fue de al menos 90%. En contraste, algunas de las marcas Monel han sido recapturadas en excelentes condiciones 20 o más años más tarde. Variaciones impredecibles en la calidad del Monel usado para producir diferentes lotes de marcas también puede ser un factor en la tasa diferencial de corrosión.

El titanio e Inconel son equivalentes en su resistencia superior a la corrosión en agua salada. Las marcas para tortugas marinas fabricadas con estos metales son recomendables, a menos que uno pueda estar absolutamente seguro de que el Monel no se corroerá a una tasa inaceptable para el propósito de investigación en el sitio donde el estudio se llevará al cabo. Por ejemplo, las marcas Inconel no han mostrado signos visibles de corrosión después de 21 años de aplicadas a tortugas verdes adultas en cautiverio en el Sea Life Park de Hawaii.

Tamaño de las Marcas

Tanto marcas plásticas como metálicas pueden adquirirse en diferentes tamaños. El tamaño de marca seleccionado para su uso en un intervalo de talla específico en tortugas marinas se deja a criterio del investigador. No existe información suficiente para ofrecer una guía clara al respecto.

El tamaño de marca usado debe parecer apropiado para el tamaño de la tortuga, teniendo en cuenta que las marcas colocadas a individuos juveniles debe tener suficiente espacio para permitir el crecimiento. Sin embargo, este asunto se complica por el hecho de que la posición de la marca en la aleta puede alterarse con el tiempo conforme crece la tortuga. Este cambio puede ocasionar que el sitio donde se coloca la marca acabe demasiado cerca del borde posterior de la aleta, haciéndola más susceptible a desgarre y pérdida. O, si el sitio de marcado termina en un punto más anterior (alejándose del borde poste-

rior), la marca puede encarnarse o el espacio dentro de la marca puede aglomerarse de tejido. Este último problema no se presenta con las marcas plásticas, que tienen extremos abiertos y dos placas que giran libremente.

Lo ideal, por supuesto, al marcar tortugas inmaduras es que el sitio de punción y la marca permanezcan en la misma posición relativa en la aleta conforme crece a tamaño adulto. Sin embargo, esto es difícil de lograr.

Número y Texto en las Marcas

Las marcas plásticas y metálicas aplicadas externamente pueden ser grabadas por el fabricante con una dirección u otro mensaje visible, así como con números y letras para la identificación. El tamaño de la marca usada dictará la longitud de estos dos componentes. Algunas compañías pueden imprimir caracteres muy pequeños que permiten incluir mayor información. Los manuales de los fabricantes no siempre indican esta opción, así que es una buena idea hacer contacto personalmente con un representante de la compañía para discutir necesidades específicas.

En las marcas metálicas, los números y letras se forman por un proceso de estampado de alta presión. Debe instruirse al fabricante sobre no estampar cerca o directamente sobre las partes de la marca donde el metal debe doblarse para ser aplicado en la tortuga. Estas áreas pueden debilitarse con el estampado y, para ciertas aleaciones como el Monel, pueden causar un incremento en la corrosión y pérdida de marca. En marcas de titanio, las fisuras y rupturas pueden ser atribuidas más probablemente a la naturaleza quebradiza de este metal.

Debe pensarse cuidadosamente sobre el texto que se usará en la marca. Es altamente recomendable usar una dirección postal concisa, u otra forma práctica y segura de notificación, que permanezca válida indefinidamente o al menos por el lapso de vida del proyecto. Para textos escritos en español, la inclusión de términos como “notificar” o “informar a” pueden ayudar a cualquier persona a decidir qué acción tomar cuando encuentra una tortuga marcada. En contraste, el uso de palabras como “devolver” o “enviar” puede causar que una marca sea removida de una tortuga para enviarse al domicilio especificado.

También debe tomarse la decisión sobre ofrecer o no una recompensa por informar acerca de la recuperación de una marca, y si ese mensaje debe aparecer en la marca como un incentivo para su

notificación. Si se ofrece una recompensa monetaria, la futura disponibilidad de fondos debe asegurarse o al menos considerarse. Algunos investigadores sienten que ofrecer o anunciar una recompensa motivaría a los pescadores a capturar tortugas que ya se encuentran amenazadas por sobreexplotación u otras razones. Otros investigadores opinan que este factor es de menor importancia y que los beneficios de la información obtenida valen el riesgo. Si se considera necesaria una recompensa, compensaciones como camisetas, gorras o carteles con diseños sobre tortugas marinas pueden ofrecerse como alternativa al dinero.

Debe ponerse especial atención a los números de identificación ordenados a los fabricantes de marcas externas. El uso del mismo número de serie por una compañía puede ocurrir cuando se surten pedidos de diferentes investigadores (o aún del mismo investigador). No debe esperarse que la compañía lleve registros y notifique al investigador sobre cuáles marcas se han ordenado con un número de serie que ya ha sido producido previamente. Un nuevo programa de marcado tiene la responsabilidad de averiguar cuáles números de serie se han usado y están siendo usados en la región de manera que se disminuyan las probabilidades de duplicación. La duplicación de números de serie no es problema cuando se usan transmisores integrados pasivos, también llamados “marcas PIT” (por sus siglas en inglés para “passive integrated transponder”). No es posible ordenar un número de serie específico para marcas PIT, ya que un número único de identificación con 10 elementos alfanuméricos es codificado en cada marca, sin duplicación entre fabricantes.

Los números se estampan normalmente en las marcas de metal o plástico de modo consecutivo. No se considera necesario o recomendable ordenar números duplicados de dos o más marcas, de manera que todas las marcas que se usen en una tortuga tengan el mismo número. Los números de marca duplicados incrementan la posibilidad de que diferentes tortugas sean marcadas accidentalmente con el mismo número de marca.

Puntos de Marcado

Las marcas externas usadas en aletas anteriores deben siempre colocarse en una posición proximal, donde los movimientos al nadar causen mínimo desplazamiento de la marca, pero evitando causar daño al cuerpo por fricción. La Figura 1 ilustra el punto proximal preferido y usado por muchos investigadores

para el marcado en aletas anteriores. Las marcas también se han aplicado con éxito en las aletas posteriores de tortugas inmaduras y hembras anidadoras (especialmente en tortuga laúd), en el sitio mostrado en la Figura 2.

Algunos investigadores usan sitios de marcado adicionales o alternativos que se encuentran entre las escamas grandes de los bordes posteriores de las aletas anteriores, o directamente sobre la escama. Debe tenerse siempre cuidado en asegurar que el espacio interno de la marca es más ancho que el grosor de la aleta donde se colocará la marca.

Las marcas metálicas, con su diseño cerrado, nunca deben colocarse muy adentro de la aleta, de manera que inhiba la gama completa de movimientos del tejido dentro de la aleta. Por ejemplo, el movimiento que tiene lugar cuando ambas aletas anteriores se estiran hacia adelante al excavar la cama y durante el proceso de cobertura del nido. Para reducir lesiones por abrasión, las marcas metálicas usadas en las aletas anteriores de la tortuga laúd deben aplicarse de manera que la punta que cierra la marca se encuentre en la superficie dorsal de la aleta (preferentemente en aletas posteriores en las tortugas laúd- N. del T.).

Deterioro de las Marcas

Percebes, algas y otros organismos pueden crecer en marcas metálicas o plásticas aplicadas a tortugas que viven en ciertos ambientes marinos. Las algas son inofensivas excepto por la necesidad de removerlas para leer la inscripción en la marca. Sin embargo, si los percebes crecen en exceso, producirán fricción y desgarramiento que contribuye a la pérdida de marcas. La cicatriz de marca que resulta de este tipo de pérdida frecuentemente tiene la forma de una hendidura o muesca en “v”. Sin embargo, no existe la certeza de que se formará una cicatriz de marca detectable después de la pérdida de la marca por cualquier causa.

Reducción de Problemas

Las siguientes sugerencias adicionales pueden ayudar a minimizar dificultades en el uso de marcas metálicas:

1. Marcar una de las quijadas de la pinza con pintura de color como recordatorio del modo correcto de inserción de la marca.
2. Usar cinta adhesiva durable para prevenir que las marcas se salgan de la tira de cartón o plástico en que se sujetan cuando son entregadas por la fábrica. También pueden mantenerse grupos de

marcas unidos de modo consecutivo con hilo de monofilamento para pescar, facilitando un uso conveniente en el campo y para prevenir pérdidas.

3. Adquirir experiencia en el marcado aplicando marcas a un pedazo de cartón. Se deben probar varias marcas de cada lote nuevo con cada pinza de esta manera. Debe notarse que las marcas metálicas están diseñadas para perforar algo para que cierren apropiadamente. No debe cerrarse una marca para probar su funcionamiento sin aplicarla a una pieza de cartón o material similar.
4. Las marcas que no cierran apropiadamente cuando se aplican a una tortuga son difíciles, frustrantes y frecuentemente imposibles de corregir, aún usando herramientas adicionales. Una marca que no cerró debe ser removida, registrada como destruida y reemplazada con una nueva marca.
5. La aplicación de marcas metálicas requiere la realización de dos movimientos. El primero es apretar la pinza de manera que la punta de la marca perfora la aleta. El segundo paso, un momento después, consiste en aplicar una fuerza substancialmente mayor para hacer pasar la punta a través del orificio y hacer que se doble completamente. Debe sostenerse siempre la pinza firmemente y lo más atrás posible para hacer palanca al máximo. Algunos marcadores encuentran útil usar ambas manos para completar el segundo paso.
6. Después de colocada, debe sentirse la marca con el dedo e inspeccionarse visualmente para asegurarse de que la punta ha cerrado completamente a través del orificio. Las marcas metálicas que no están completamente aseguradas pueden abrirse y perderse.

Transplante de Tejido y otras Marcas Externas

Pueden crearse marcas de pigmentación contrastante por medio del intercambio quirúrgico (o autotransplante) de pequeños fragmentos de tejido entre el caparazón y el plastrón. Estas marcas, llamadas a veces “marcas vivientes”, son retenidas e incrementan su tamaño conforme la cría o juvenil crece a tamaño adulto. Al realizar el transplante en varias escamas, las marcas pueden usarse para identificar cohortes de diferentes temporadas. Las marcas serán evidentes en tortugas adultas en forma de manchas o

estrías, dependiendo del sitio seleccionado para el trasplante. El entendimiento por parte del investigador y el público de que las tortugas se han marcado de esta manera es esencial para el reconocimiento y notificación en el futuro. El procedimiento de trasplante requiere algo de habilidad, paciencia y práctica. Pero una vez dominado, puede llevarse al cabo en crías con mucha rapidez.

La realización de muescas en un escudo marginal o combinación de ellos por medio de cirugía menor, puede usarse asimismo para identificar cohortes de crías. Sin embargo, estas marcas pueden confundirse con lesiones naturales conforme la tortuga crece. Pequeños orificios realizados en varias combinaciones a través de los escudos marginales de tortugas juveniles y adultas son aparentemente retenidos por muchos años y pueden ser usados también con fines de identificación.

Cualquier procedimiento de marcado que involucre cortar tejido, como se describe anteriormente, debe contemplar una consulta con veterinarios y el ejercicio de las precauciones necesarias para prevenir la transmisión de enfermedades.

Puede usarse pintura y otras sustancias, incluyendo resinas de dos partes, para formar caracteres de identificación sobre el caparazón. Estas marcas son frecuentemente de corta duración debido a la abrasión y al proceso natural de despojo y nuevo crecimiento celular. Números u otra clase de marcas que permanezcan legibles a lo largo de la temporada de anidación pueden emplearse en hembras adultas. Esto puede realizarse por medio del grabado ligero de una escama usando una herramienta portátil de grabado Dremel Mototool, con una fresa del número 131, y luego aplicando pintura a las ranuras.

Marcas Internas

Marcas de Alambre

Pequeñas marcas de alambre de 2 mm, fabricadas por Northwest Marine Technology (Shaw Island, Washington USA, fax 1-360-468-3844) pueden insertarse en las aletas

de crías o tortugas más grandes para identificar clases de edad. Estas marcas pueden magnetizarse pasando un imán sobre ellas antes o después de ser implantadas, si se usa un magnetómetro para su detección. Puede usarse un equipo de rayos X para detectar estas

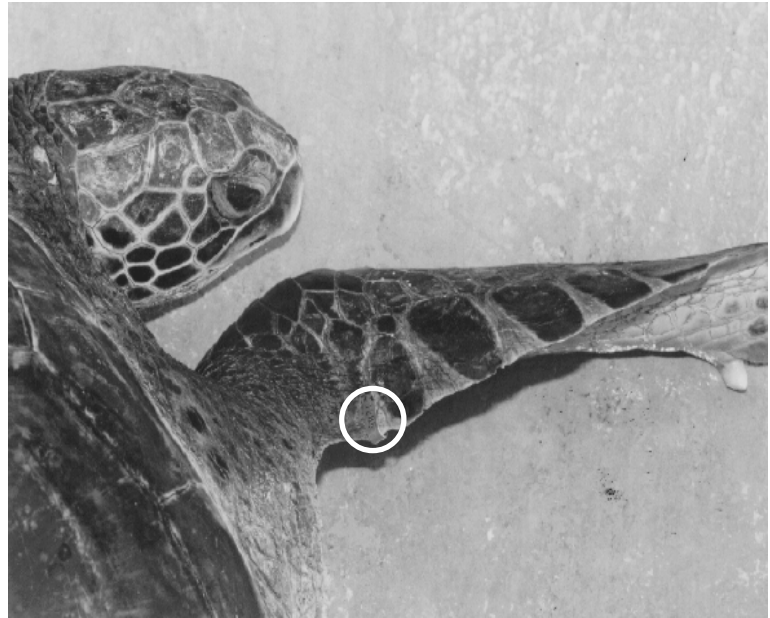


Figura 1. Marca Inconel Modelo 681C aplicada al sitio de marcado proximal en la aleta anterior, usado por muchos investigadores. El sitio de punción de la marca es proximal y adyacente a la primera escama grande del borde posterior de la aleta



Figura 2. Marca Inconel Modelo 681C aplicada a la aleta posterior de una tortuga verde juvenil. El sitio de punción de la marca es proximal y adyacente a la primera escama grande. Este sitio de marcado parece funcionar bien en hembras anidadoras. El malestar para la tortuga debido a la aplicación de la marca es mucho menor que cuando se aplica a la aleta anterior.

marcas, ya sea que estén magnetizadas o no. Magnetómetros portátiles se encuentran disponibles para su uso en campo. Sin embargo, algunos investigadores han señalado la posibilidad de perjudicar la habilidad de la tortuga para orientarse, si se usan marcas magnetizadas.

Las marcas de alambre se venden con un código de muescas que permite identificar numerosas clases de edad. Sin embargo, una marca codificada necesita ser removida de la tortuga para su decodificación.

Marcas PIT

Los transmisores pasivos integrados o PIT son pequeños microprocesadores inertes, sellados en un contenedor de vidrio que pueden transmitir un número de identificación único a un lector de mano al momento que éste activa brevemente la marca con una señal de radio de baja frecuencia a corta distancia (10-28 cm). Las marcas PIT usadas en tortugas marinas varían en tamaño de 11.5 x 2.1 mm a 20.0 x 3.2 mm. Se fabrican de tamaños aun mayores para usarse con ganado. Las marcas PIT más grandes pueden leerse a una distancia mayor que las pequeñas.

Las marcas PIT se han inyectado al músculo del hombro de las tortugas marinas, debajo de las escamas o entre los dígitos de las aletas anteriores o posteriores. Los PITs son una innovación relativamente reciente en el mundo de la investigación en tortugas marinas. Las desventajas de las marcas PIT incluyen su alto costo, el costo de los lectores, y la imposibilidad de reconocimiento de una tortuga marcada por alguien que no cuente con un lector. Asimismo, los PITs pueden, en ocasiones, migrar dentro del tejido corporal, haciendo necesaria la revisión de toda el área donde la marca fue implantada. Los PITs tienen la ventaja de estar encapsulados en vidrio y colocados en sitios dentro de la tortuga donde la pérdida o daño por abrasión, ruptura, corrosión o desgarre son virtualmente inexistentes. Por tanto, las marcas PIT ofrecen la promesa de retener confiablemente la identificación de individuos por décadas, algo que no se considera posible con marcas aplicadas externamente. Las marcas PIT pueden ser especialmente valiosas para marcar tortugas laúd, debido a la alta tasa de pérdida de marcas externas encontrada en esta especie.

En tanto la retención a largo plazo de las marcas PIT sea comprobada, es siempre aconsejable a medida de lo posible, aplicar una o más marcas externas a cada tortuga, así como uno o más PITs. El marcado múltiple de esta forma ayudará a reducir la posibilidad

de pérdida de identidad de una tortuga. El uso de dos o más marcas en cada tortuga también provee la base para calcular la probabilidad de pérdida de marcas en un programa de marcado.

Las marcas PIT se encuentran disponibles con varias compañías incluyendo Avid (Norco, California, USA, fax 1-909-737-8967), Destron-Fearing (South St. Paul, Minnesota, USA, fax 1-303-444-1460), y Trovan Ltd. (Koln, Alemania, fax 49-221-395-893).

Los PITs se fabrican con dos frecuencias de transmisión diferentes (125 y 400 khz), pero los lectores que pueden detectar fácilmente 400 khz están siendo retirados del mercado. Asimismo, los lectores fabricados por una compañía no siempre son capaces de detectar las marcas producidas por otra compañía. Los esfuerzos para una mejor estandarización y compatibilidad en la industria están en camino.

Otras Consideraciones Importantes

¿Cuándo Marcar?

La decisión de cuándo marcar se refiere principalmente a hembras anidadoras. En lo posible, debe permitirse a las tortugas anidadoras desovar antes de que el marcado tenga lugar. Algunos investigadores opinan que el mejor tiempo para el marcado es inmediatamente después de la oviposición, cuando la tortuga inicia el llenado de la cámara de incubación con las aletas posteriores. Si el marcado debe ocurrir antes de esta fase, algunas tortugas regresarán prematuramente al mar, pero usualmente saldrán de nuevo para desovar exitosamente en una noche subsecuente.

¿Costo de las Marcas?

El costo de adquisición de las marcas y pinzas y su envío a la zona de estudio es una consideración importante. De nuevo, los objetivos y presupuesto del programa de marcado deben ser factores guía para el investigador. Las marcas que bajo ciertas condiciones son más propensas a pérdida son más baratas que aquellas que pueden tener mayor tiempo de retención. Por ejemplo, las marcas Monel, que son conocidas por su rápida corrosión en algunos casos, cuestan unos US\$300 por millar, mientras que las marcas Inconel y de titanio cuestan US\$750 y US\$2,200 por millar, respectivamente. Las marcas plásticas cuestan US\$400 por millar. Las pinzas para marcas metálicas y plásticas van de US\$15 a \$70 la pieza. Las marcas PIT cuestan US\$4-10 cada una. Las más costosas se

surten esterilizadas en una aguja de inyección desechable. Pueden conseguirse menores precios por unidad al ordenar marcas metálicas, plásticas o PITs en grandes cantidades. Los lectores para PITs cuestan US\$300-1,250 cada uno. Los lectores más caros tienen mayor sensibilidad en la detección de marcas. Los lectores que usan baterías desechables, fáciles de conseguir, se recomiendan sobre los que tienen una batería recargable integrada.

Para muchos proyectos, el costo de las marcas, aún de las más caras, puede terminar siendo solamente un porcentaje pequeño del presupuesto global, tomando en cuenta salario del personal, gastos de transportación, alimentación en la zona de estudio, análisis de los datos, elaboración del informe y publicación. En vista de la gran importancia del marcado para la mayoría de los trabajos con tortugas marinas, es recomendable que el costo de las marcas sea presupuestado primero y con prioridad, en lugar de al último, de manera que se obtenga la “mejor” marca en cantidades suficientes para el proyecto que se lleva al cabo.

Almacenamiento de los Datos del Mercado

Inherente a la instrumentación de un programa de marcado en tortugas marinas, es la necesidad de registrar con precisión y almacenar para referencia futura los números de marca, domicilio de devolución, tipo y tamaño de marca, fecha y lugar de marcado y todos los datos colectados de relevancia para el objetivo del marcado. El valor principal del marcado resulta como consecuencia de una recaptura y reconocimiento de una tortuga en fechas posteriores. Debe archiversse toda la información del marcado, con respaldos almacenados en forma separada como protección contra pérdidas catastróficas.

En ocasiones se establecen bases de datos regionales para disponer de un sitio centralizado para el almacenamiento de datos de marcado y recaptura acumulados por múltiples investigadores. Las bases de datos regionales ofrecen numerosas ventajas si se manejan apropiadamente y con apoyo económico a largo plazo. Estas ventajas incluyen el archivamiento preciso de los datos, protección contra pérdidas, recuperación a tiempo de información de las marcas y la capacidad de analizar los datos de manera global en apoyo al manejo regional de poblaciones de tortugas marinas. Las bases de datos regionales proveen algunas veces de marcas con series estandarizadas y equipo para marcado sin costo alguno. Los proyectos de marcado individuales pueden ir y venir, pero el

depositario regional de la información debe tener permanencia a largo plazo.

Una base de datos regional nunca debe iniciarse sin la garantía de longevidad. Antes de contribuir con datos a una entidad regional, el investigador debe determinar y encontrar aceptables las condiciones para la propiedad intelectual de los datos, acuerdos de publicación y otros aspectos, incluyendo las restricciones y obligaciones que puedan existir ahora y posiblemente en el futuro. Todos los acuerdos y condiciones deben ponerse por escrito con la autoridad a cargo.

Recuperación de Marcas

A excepción de ciertos tipos de conteos a corto plazo, una tortuga que es marcada y nunca se vuelve a ver, no aportará todo su potencial para la investigación. Por tanto, las recapturas son un factor vital. Los tres medios para la recaptura de una tortuga marcada incluyen esfuerzos intencionales de captura por parte de los investigadores, captura accidental o intencional por pescadores, y encuentros casuales por el público en general, tales como el descubrimiento fortuito de una tortuga con marca varada en la playa. Los esfuerzos dirigidos pueden planearse cuidadosamente para incrementar la posibilidad de recaptura de las tortugas marcadas. Otros medios son principalmente cuestión de suerte y de voluntad de las personas para informar del hallazgo.

Marcas viejas encontradas en tortugas recapturadas, que sean ilegibles por corrosión o por encontrarse encarnadas, deben ser removidas y reemplazadas con una nueva marca. Si una tortuga con marca de un programa diferente es vuelta a marcar, el marcador original debe ser informado del cambio.

Precauciones contra Enfermedades

Deben tomarse precauciones para evitar la propagación de enfermedades infecciosas durante el proceso de marcado. Las pinzas y equipo de punción, tal como el que se usa con marcas plásticas, debe desinfectarse después de entrar en contacto con sangre u otros fluidos corporales. Se recomienda tener dos juegos completos de equipo de marcado, uno para tortugas evidentemente enfermas y otro para tortugas aparentemente sanas. Nunca debe transferirse equipo de marcado que tenga contacto directo con la tortuga (pinzas o aplicadores de PIT) entre proyectos en diferentes localidades. Deben usarse marcas PIT esterilizadas con inyectores desechables en áreas

donde la transmisión de enfermedades puede ser un problema. Las agujas de inyección de PITs usadas deben colocarse en contenedores de desecho apropiados.

Algunos investigadores aplican desinfectantes tópicos como yodo, alcohol al 70-90%, unguento antibiótico u otros agentes en la aleta donde la piel será perforada por la marca. Las marcas metálicas en particular deben limpiarse antes de su uso, para remover el aceite lubricante u otros residuos resultado del proceso de manufactura. El remojar las marcas en alcohol u otro agente desinfectante como último paso también es aconsejable.

Malestar en las Tortugas

La aplicación de marcas externas o internas producirá algún nivel de dolor a la tortuga. El malestar expresado es usualmente breve y altamente variable entre individuos. La mayoría de las tortugas apenas parece que se dan cuenta, mientras que otras exhiben una reacción fuerte. Antes del marcado, pueden aplicarse anestésicos tópicos, tales como los que se venden para quemaduras de sol en humanos. Esto puede ayudar a demostrar compasión por parte del investigador en sitios donde el público rutinariamente presencia las actividades de marcado.

En algunos casos los extremos de la pinza pueden pellizcar a la tortuga y esto causa tanto malestar como el mismo proceso de perforación. En tales casos, puede ser posible aliviar el problema rebajando ciertas porciones innecesarias de la pinza.

La pequeña herida resultado de una marca apropiadamente colocada en una aleta debe sanar completamente en corto tiempo, de manera similar a cuando se perfora la oreja de una persona para colocar un arete. Sin embargo, la herida puede no cicatrizar si la marca se coloca muy apretadamente, o si se corroe y emana óxidos de cobre y níquel, como ocurre en ocasiones con marcas Monel.

En el pasado, se ha llamado la atención sobre la posibilidad de efectos adversos debido al marcado, especialmente cuando se marcan hembras en playas de anidación, y esto debe tratarse brevemente aquí. No existe evidencia para creer que la experiencia del marcado o la presencia de marcas causará un daño perdurable o alterará la conducta a largo plazo de una tortuga. Cuando se marcaron las primeras hembras hace unas décadas, algunos investigadores se preocuparon de que esto causara que las tortugas anidaran en otras zonas, debido a que ninguna regresó a anidar al año siguiente de haber sido marcadas. Este

malentendido fue eventualmente aclarado con el conocimiento de que la mayoría de las tortugas marinas tienen ciclos de anidación con duración de varios años.

Riesgos para el Investigador

Existe un elemento de riesgo para el investigador cuando se marcan tortugas de gran tamaño en una playa de anidación. Aletazos poderosos, rápidos e inesperados, pueden asestar golpes dolorosos. Pinzas que no se sostienen firmemente pueden ser transformadas en proyectiles peligrosos como resultado de aletazos violentos. La arena de la playa puede ser arrojada con fuerza increíble, creando un peligro para los ojos del investigador que no toma precauciones al respecto. Se aconseja el uso de zapatos durables como protección contra heridas en los pies, resultado de una tortuga que súbitamente decide moverse cuando está siendo marcada. Algunas tortugas intentan morder cuando se les sujeta durante esfuerzos de captura bajo el agua y cuando se les saca del mar para ser marcadas.

La punta aguda de una marca metálica o la aguja de inyección de un PIT también pueden ser peligrosas y pueden perforar fácilmente un dedo u otra parte del cuerpo si no se tiene cuidado. La enfermedad del movimiento repetitivo pueden afectar la mano y antebrazo del investigador por apretar una pinza múltiples veces cuando se marcan a las tortugas por meses o años.

Agradecimientos

Deseo expresar mi gratitud a los siguientes individuos por sus útiles revisiones, comentarios y asistencia en la preparación de este capítulo: George Antonelis, Karen Bjordal, Alan Bolten, Charles Caillouet, Donna Dutton, Peter Dutton, Karen Eckert, Denise Ellis, Sheryan Epperly, Brendan Godley, Fred Haas, Kevin Haas, Colin Limpus, Joanne Braun McNeill, Jeanne Mortimer, Shawn Murakawa y Laura Sarti.

Lectura Recomendada

Alvarado, J., A. Figueroa, C. Delgado, M. T. Sanchez y E. Lopez. 1993. Differential retention of metal and plastic tags on the black sea turtle (*Chelonia agassizi*). *Herpetological Review* 24:23-24.

Balazs, G. H. 1982. Factors affecting the retention of metal tags on sea turtles. *Marine Turtle Newsletter* 20:11-14.

- Balazs, G. H. 1985. Retention of flipper tags on hatchling sea turtles. *Herpetological Review* 16:43-45.
- Bjorndal, K. A., A. B. Bolten, C. J. Lagueux y A. Chaves. 1996. Probability of tag loss in green turtles nesting at Tortuguero, Costa Rica. *Journal of Herpetology* 30:566-571.
- Eckert, K. L. y S. A. Eckert. 1989. The application of plastic tags to leatherback sea turtles, *Dermochelys coriacea*. *Herpetological Review* 20:89-90.
- Fontaine, C. T., D. B. Revera, T. D. Williams y C. W. Caillouet, Jr. 1993. Detection, verification and decoding of tags and marks in head started Kemp's ridley sea turtles, *Lepidochelys kempii*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-334. U.S. Department of Commerce. 40pp.
- Hendrickson, L. P. y J. R. Hendrickson. 1983. Experimental marking of sea turtles by tissue modification, p.30-31. *In*: D. Owens *et al.* (Editores). Western Gulf of Mexico Sea Turtle Workshop Proceedings. Sea Grant TAMU-SG-84-105.
- Henwood, T. A. 1986. Losses of Monel flipper tags from loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*. *Journal of Herpetology* 20:276-279.
- Higgins, B. M., B. A. Robertson y T. D. Williams. 1997. Manual for mass wire tagging of hatchling sea turtles and the detection of internal wire tags. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-402. U.S. Department of Commerce. 66 pp.
- Limpus, C. J. 1992. Estimating of tag loss in marine turtle research. *Wildlife Research* 19:457-469.
- McDonald, D. L. y P. H. Dutton. 1996. Use of PIT tags and photoidentification to revise remigration estimates of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) nesting in St. Croix, U.S. Virgin Islands, 1979-1995. *Chelonian Conservation and Biology* 2:148-152.
- Pritchard, P., P. Bacon, F. Berry, A. Carr, J. Fletemeyer, R. Gallagher, S. Hopkins, R. Lankford, R. Marques M., L. Ogren, W. Pringle, Jr., H. Reichart y R. Witham. 1983. *In*: K. A. Bjorndal y G. H. Balazs (Editores), *Manual of Sea Turtle Research and Conservation Techniques*, Segunda Edición. Center for Environmental Education, Washington D.C. 121 pp.