

Protocolos operativos estándar para apoyar la conservación, la salud y el bienestar de los animales y el éxito de la judicialización de los delitos contra la vida silvestre.

Parte II: Investigación de la escena del crimen relacionado con el tráfico de vida silvestre



Desarrollado por Lucy Ogg Keatts*, Anne-Lise Chaber** y Wayne Boardman**, gracias al generoso apoyo del proyecto financiado por la Oficina de Asuntos Internacionales de Narcóticos y Aplicación de la Ley (INL) del Departamento de Estado de Estados Unidos: "Confiscación y gestión de la fauna silvestre viva como prueba: Promover la conservación, la salud, el bienestar y el éxito del enjuiciamiento". * Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS), ** Universidad de Adelaida

Fotos en el sentido de las agujas del reloj, desde la parte superior izquierda: Julie Larsen-Maher/ WCS; Musuk Nolte/ WCS; WCS Viet Nam; Lucie Escoufflaire

Las medidas adoptadas al principio de una investigación en el lugar de los delitos contra la fauna silvestre pueden desempeñar un papel fundamental en la resolución de un caso y en la judicialización satisfactorio de los responsables (infractores). Una investigación cuidadosa y minuciosa es fundamental para garantizar que las posibles evidencias físicas no se contaminen, pierdan o destruyan, ni se pasen por alto posibles testigos. Muchos organismos tienen poca experiencia en la lucha contra el comercio ilegal de especies silvestres y en la investigación del lugar del delito para apoyar el proceso judicial de los delitos contra la vida silvestre.

La judicialización de los presuntos autores de delitos contra la vida silvestres suele ser infructuoso o fallido debido a múltiples problemas, entre ellos:

- Diferentes legislaciones, normativas técnicas y responsabilidades
- Desconocimiento de las autoridades legales sobre los aspectos biológicos esenciales
- Los fiscales desconocen los aspectos legales de los delitos contra la vida silvestre y las amenazas que suponen para la conservación, la salud humana y del ganado (pecuaria), el comercio internacional, las economías y la seguridad
- Inadecuada investigación de la escena del crimen, manipulación, almacenamiento y transporte de muestras
- Falta de enfoques sistemáticos y exhaustivos en: la investigación de la escena del crimen, la recolección, la manipulación, el almacenamiento, el transporte de las muestras y la cadena de custodia
- Investigadores, fiscales y suficientes laboratorios con recursos y capacidades para la atención de los delitos contra la vida silvestre y el empleo de métodos de investigación pertinentes
- Técnicas de investigación auxiliares no disponibles
- Testimonio vago debido a la escasa formación en delitos contra la fauna silvestre de los fiscales y a la falta de pruebas de apoyo

La obtención de evidencias para apoyar el procesamiento judicial de los delitos contra la vida silvestre y el refuerzo de las directrices para la imposición de penas requiere métodos y procedimientos estandarizados y una comprensión más profunda de las múltiples amenazas que plantean los delitos contra la vida silvestre. Estos Protocolos Operativos Estándar se han elaborado para ayudar a los organismos a investigar y judicializar los delitos contra la vida silvestre.

Estos protocolos operativos estándar son un método para promover la calidad de la investigación en el lugar del delito. El tipo y el alcance de la investigación en el lugar del delito varían de un caso a otro. Las jurisdicciones querrán considerar cuidadosamente los procedimientos de esta guía y su aplicabilidad a los organismos y circunstancias locales.

Esta guía sigue las recomendaciones articuladas de forma similar a la *Crime Scene Investigation, A Guide for Law Enforcement* (Departamento de Justicia 2000) elaborada por representantes

estadounidenses de las fuerzas del orden, la fiscalía, la defensa y los científicos forenses. Esta guía se ha adaptado para ser utilizada durante la investigación de los delitos contra la vida silvestre y se ha adaptado a los funcionarios de primera línea.

Este documento no pretende crear, no crea y no puede ser invocado para crear ningún derecho, sustantivo o procesal, ejecutable como ley por cualquier parte en cualquier asunto civil o penal.

Las opiniones o puntos de vista expresados en este documento son un consenso de los autores y no reflejan necesariamente la posición oficial del Departamento de Justicia correspondiente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción	5
Referencias	6
I. ¿Cómo asegurar (conservar) y registrar las pruebas durante las investigaciones de delitos contra la vida silvestre?	7
1. Antes de llegar a la escena del crimen	7
1.1 Recopilación de información	7
1.1.1 Tipos de inteligencia/Información	7
1.1.2 Fuentes de información	9
1.1.3 Análisis y uso de la Inteligencia	10
1.2 Consideraciones legales en la escena del crimen	10
1.3 Preparación	11
2. Llegada al lugar de los hechos	12
2.1 Límites	12
2.2 Precauciones de seguridad	13
2.3 Asegurar y proteger la escena	14
2.4 Recorrido inicial y registro/búsqueda de la escena	14
2.5 Registro de las pruebas	16
2.5.1 Toma de notas	17
2.5.2 Fotografía	18
2.5.3 Base de datos	19
2.6 Recopilación de pruebas	20
2.6.1 Precauciones de salud y seguridad	20
2.6.2 Identificación y etiquetado	21
2.6.3 Transporte y almacenamiento	22
3. Referencias del capítulo	23
II. ¿Cómo identificar las especies durante las investigaciones sobre delitos/comercio contra la vida silvestre?	24
1. Detalles/historia del desplazamiento	24
2. Diferenciación entre taxones	25
3. Identificación de peces	26
4. Identificación de anfibios	30
5. Identificación de reptiles	34
6. Identificación de aves	38
7. Identificación de mamíferos	42
8. Pruebas de ADN: Nota breve	45
9. Recomendaciones	45

10. Referencias del capítulo	47
III. Toma de muestras para el análisis de ADN para la identificación de especies	49
Características del laboratorio	50
1. Tipos de evidencias biológicas para los análisis de ADN para la identificación de especies	51
2. Isótopos estables	54
3. Análisis fecal	54
4. Referencias del capítulo	54
IV. ¿Los animales son de criadero o se capturan en la naturaleza?	56
1. Evaluación del vendedor	56
1.1. Instalaciones y equipamiento	56
1.2. Información del vendedor	57
2. Examen de los animales	59
2.1. Especies	59
2.2. Edad	60
2.3. Género	60
2.4. Marcado/coloreado	60
2.5. Comportamiento	61
2.6. Condición corporal	61
2.7. Identificación de los animales en las instalaciones de cría	63
3. Referencias del capítulo	63
V. Apéndices	64
Anexo I	64
Referencias del capítulo	68
Anexo II	69
VI. Agradecimiento	70

Introducción

El comercio de fauna silvestre se define como la venta o el intercambio de animales silvestres o de productos elaborados a partir de ellos en todo el mundo. Es legal comercializar con determinados animales a nivel nacional e internacional con las licencias y permisos adecuados (Departamento de Agricultura, Agua y Medio Ambiente 2021; CITES 2019). El comercio ilegal de especies silvestres se define como todas las actividades ilegales relacionadas con la explotación comercial y el comercio de especímenes de especies silvestres (organismos vivos o partes extraídas de ellos) (t'Sas Rolfes et al 2019).

El comercio ilegal de vida silvestre ocupa el cuarto lugar a nivel mundial de la delincuencia organizada, siguiendo de cerca el tráfico de estupefacientes, personas y drogas. Debido a su carácter ilegítimo, la importancia y los ingresos generados por el tráfico ilegal de especies silvestres siguen siendo poco conocidos. El comercio ilegal de especies silvestres a nivel mundial supone una gran amenaza para la biodiversidad del medio ambiente, la bioseguridad, la iniciativa "One Health", y amenaza directamente a muchas especies animales. Si el comercio ilegal de vida silvestre se mantiene en su trayectoria actual, la sobreexplotación, extracción y caza insostenible de especies silvestres seguirán impulsando la extinción de la biodiversidad mundial (Tow, Symes y Carrasco 2021).

Esta guía está destinada a las fuerzas del orden y a otros agentes de primera línea que tienen la responsabilidad de detectar el comercio ilegal de especies silvestres y de gestionar la escena del crimen, preservando las evidencias físicas y recolectando y presentando las evidencias para su examen científico. Las evidencias físicas tienen el potencial de desempeñar un papel fundamental en la investigación general y la resolución de un presunto acto ilegal y/o delictivo. La materialización de este potencial depende de las medidas que se tomen en el lugar de los hechos en una fase temprana de la investigación. La evolución de la tecnología y las mejoras en el análisis y la interpretación de las evidencias físicas recuperadas en el lugar del delito darán aún más importancia a las pruebas debidamente documentadas y conservadas. Un factor importante que influye en la importancia jurídica final de estas pruebas científicas, es que los investigadores sigan un enfoque objetivo, reflexivo y exhaustivo. El objetivo del investigador es reconocer y preservar las evidencias físicas que aporten información fiable para ayudar en la investigación.

Los investigadores deben abordar la investigación del lugar del delito como si fuera su única oportunidad de conservar y recuperar estos indicios físicos. En su evaluación objetiva del lugar de los hechos deben tener en cuenta otros datos del caso o las declaraciones de los testigos o sospechosos. La investigación puede cambiar de rumbo varias veces durante la misma y los indicios físicos, que en un principio se consideraban irrelevantes, pueden llegar a ser cruciales para la resolución del caso.

La ciencia forense se está convirtiendo rápidamente en un firme aliado en la lucha contra el tráfico ilegal de vida silvestre en todo el mundo. Sin embargo, las investigaciones siguen siendo infructuosas debido a la falta de comprensión, formación, apoyo, financiación y manejo inadecuado de evidencias que son cruciales para la condena de los autores. Si se gestiona y organiza adecuadamente, la ciencia forense proporcionará la clave para construir casos sólidos que puedan resistir el escrutinio en los tribunales y llevar a los culpables ante la justicia. Como dice el Principio de Intercambio de Locard, "*todo contacto deja un rastro*"; por lo tanto, nos corresponde registrar, recoger y analizar las pruebas adecuadamente (Sanctuary Asia 2021).

Referencias

CITES 2019, 'Las especies de la CITES', *CITES*, visto el 14 de junio de 2022 < <https://cites.org/eng/disc/species.php>>

Departamento de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. 2021. 'Wildlife trade and the law', *The Australian Government*, consultado el 18 de junio de 2022, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8457769/>

Santuario Asia. 2021. 'Crimen forense contra la vida silvestre: A battle that must be won', *Sanctuary Nature Foundation*, visto el 14 de junio de 2022, <<https://sanctuarynaturefoundation.org/article/forensics-vs.-wildlife-crime%3A-a-battle-that-must-be-won>>.

Tow, J., Symes, W., Carrasco, L. 2021. Economic value of illegal wildlife trade entering the USA', *PLoS ONE*, vol. 16, no. 10.

't Sas-Rolfes, M., Challender, D.W., Hinsley, A., Veríssimo, D. y Milner-Gulland, E.J., 2019. Comercio ilegal de vida silvestre: Escala, procesos y gobernanza. *Annual Review of Environment and Resources*, 44, pp.201-228.

I. ¿Cómo asegurar (conservar) y registrar las pruebas durante las investigaciones de delitos contra la vida silvestre?

El objetivo de este capítulo es exponer en detalle los pasos cronológicos que deben seguirse para construir un caso sólido, legítimo y exhaustivo de tráfico ilegal de especies silvestres. Esto incluye las medidas necesarias antes de llegar al lugar del delito, cómo acercarse a él y cómo registrar con precisión y asegurar todas las pruebas.

1. Antes de llegar a la escena del crimen

1.1 Recopilación de información

En la medida de lo posible, el primer paso de una investigación sobre delitos contra la fauna silvestre tiene lugar mucho antes de llegar al lugar de los hechos. La recopilación de información es vital para determinar cómo se llevará a cabo la búsqueda. Datos como la ubicación, la especie animal y el número aproximado de animales ayudan a planificar y organizar los recursos y el equipo necesarios. La mayoría de las operaciones exitosas contra los delitos contra la fauna silvestre dependen de los avisos/denuncias (aproximadamente el 70%) (Anagnostou et al. 2020). Se ha demostrado que las investigaciones basadas en la información son más eficaces que las investigaciones reactivas, aunque en algunos casos la respuesta reactiva inmediata de los funcionarios de aplicación de la ley, por supuesto, es necesaria y la única opción.

1.1.1 Tipos de inteligencia/Información

Los tipos de información que deben reunirse pueden simplificarse en seis amplias categorías conocidas como el marco de las 5WH (por sus siglas en inglés): quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo (Wildlife Justice Commission 2022). En el recuadro A se pueden encontrar más detalles.

Recuadro A: El marco de inteligencia de las 5WH.

¿Quién? Las organizaciones delincuenciales contra la vida silvestre están formadas por una compleja red de individuos, incluyendo proveedores, transportadores, gestores/agentes, empacadores, procesadores, cazadores furtivos, productores y financiadores. Sin embargo, sólo los cazadores furtivos y los transportadores son los que más se detienen por los delitos de comercio de especies silvestres, ya que

son los individuos más expuestos a la aplicación de la ley. La eliminación de estos individuos de la operación tiene poco impacto en el funcionamiento de la red criminal, ya que pueden ser fácilmente reemplazados. Lo ideal es apuntar a los individuos más poderosos, por ejemplo, los organizadores/agentes y financiadores, ya que su eliminación provocará el colapso de la red (Wildlife Justice Commission 2022).

La identificación de patrones comunes entre distintos cargamentos puede permitir vincularlos a determinadas redes delictivas. En algunas circunstancias, cuando la legislación lo autorice y conforme a los procedimientos requeridos para emplearlas, se puede recurrir a las entregas controladas (en caso de que aplique), en las que se permite transportar en condiciones controladas un cargamento que se sabe o se sospecha que contiene especies silvestres ilegales, con el fin de identificar a las personas relacionadas con el cargamento y reunir pruebas contra ellas (UNODC 2019).

Nota: *Bolivia: No aplica: art. 283 del código de procedimiento penal, solo aplica para “sustancias controladas” no para el IWT establecido en el art. 111 de la Ley 1333.*

Colombia: Procedimiento especial de autorización temporal al fiscal para hacerlo. Art. 242 del Código Penal.)

- ¿Qué?** La identificación de la especie con la que se comercia es importante por varias razones, entre ellas la de confirmar que el comercio de esa especie en concreto es realmente ilegal.
- ¿Dónde?** Es esencial determinar dónde se produce la actividad comercial ilegal. Hay que analizar las rutas comerciales habituales y examinar por qué se han elegido. Normalmente, una ruta no se elige por su rapidez o eficacia, sino para evadir los esfuerzos de las autoridades. Los puestos de control a lo largo de las principales rutas de transporte y en los puertos, aeropuertos y puntos de entrada clave a los parques nacionales pueden ayudar a prevenir el movimiento de especies silvestres y proporcionar más información (Wildlife Justice Commission 2022).
- ¿Por qué?** Está claro que existe una gran demanda de especies silvestres comercializadas y, por lo tanto, hay potencial para obtener beneficios sustanciales, ya que el comercio de especies silvestres es el cuarto delito transfronterizo más rentable del mundo (Tow, Symes y Carrasco 2021). El comercio de especies silvestres se percibe como un delito de bajo riesgo y alta recompensa, ya que los esfuerzos de cumplimiento de la ley han contado históricamente con menos recursos para esta forma de delito y, en consecuencia, la aprehensión de individuos de alto nivel dentro de las redes

	de delitos contra la vida silvestre es poco frecuente (Wildlife Justice Commission 2022).
¿Cómo?	El método de transporte, la forma en que se ocultó la fauna silvestre y el material con el que se empacó pueden proporcionar información importante sobre su procedencia y, potencialmente, sobre quiénes han estado implicados (Wildlife Justice Commission 2022).
¿Cuándo?	Es importante obtener información sobre el calendario de la actividad ilegal. ¿Cuándo se prevé que se produzca, o ya se ha producido? La puntualidad en la recopilación y difusión de la información es vital para el éxito de la investigación. Es importante encontrar un equilibrio entre dedicar tiempo a recopilar la mayor cantidad de información posible antes de iniciar la búsqueda y actuar con rapidez para evitar la pérdida de pruebas o la desaparición de la actividad ilegal. La información actualizada y oportuna es importante para fundamentar las decisiones y mantener el impulso en una investigación (Wildlife Justice Commission 2022; Cooper & Cooper 2013).

1.1.2 Fuentes de información

La información puede obtenerse de diversas fuentes. Una fuente de información clave es la colaboración con organizaciones no gubernamentales (ONG). Las consultas con los funcionarios forestales y de fauna silvestre locales y los miembros de la comunidad también pueden ser valiosas para obtener información. Los estudios han revelado que los guardabosques locales que son capaces de crear confianza con las comunidades tienen más probabilidades de acceder a la información, ya que las redes criminales suelen contratar a personas locales o necesitan alojamiento en la zona. La población local puede ser más propensa a denunciar actividades ilegales si el responsable no es miembro de su comunidad por miedo a las represalias de sus compañeros, o si sienten que su acceso a los recursos locales está amenazado (Anagnostou et al. 2020). Se puede consultar a expertos, como biólogos, naturalistas, zoólogos y veterinarios, que pueden aportar valiosos conocimientos. El seguimiento de los rastros de papel, como la correspondencia u otros documentos, es otra fuente de inteligencia útil (Cooper y Cooper 2013). Se puede recurrir a las operaciones encubiertas o de incógnito, pero generalmente requieren una amplia autorización legal y la mayoría de las regiones tienen requisitos y condiciones estrictas (UNODC 2019). Sin embargo, pueden ser útiles en casos en los que otras formas de inteligencia son limitadas.

La organización internacional de policía criminal (INTERPOL) está disponible para proporcionar colaboración, apoyo técnico, apoyo operativo e información. Disponen de un sistema central de notificación llamado Ecomensaje, formulario en el que se pueden enviar las denuncias de delitos contra la vida silvestre de los organismos policiales nacionales (Cooper y Cooper 2013).

1.1.3 Análisis y uso de la Inteligencia

Dependiendo de la fuente, la inteligencia varía en fiabilidad, por lo que es necesario verificarla y luego analizarla. Para ello existen programas informáticos de análisis de información (inteligencia). Los programas informáticos y los sistemas de aprendizaje automático se utilizan cada vez más para investigar y analizar el comercio ilegal de especies silvestres en línea. El análisis de inteligencia tiene como objetivo comprender el funcionamiento de las redes de delincuencia organizada contra la vida silvestre (Cooper & Cooper 2013; Di Minin et al. 2019).

Posteriormente, es necesario que le sea transferida la información obtenida para planificar y ejecutar las búsquedas. Existen varias herramientas para facilitar este intercambio, como INTERPOL, o el Intercambio de Información sobre el Comercio de Especies Silvestres de la Unión Europea (EU-TWIX), que es una base de datos que ayuda a la detección, el análisis y el seguimiento de las actividades ilegales relacionadas con la fauna y la flora silvestres (UNODC 2019).

Una vez que se está preparado para utilizar la inteligencia para comenzar a planificar un registro, es vital obtener primero una orden judicial que sea válida en la región. Por lo general, para recibir una orden judicial, debe haber una sospecha razonable de que se está produciendo una actividad ilegal, lo que se demuestra utilizando la inteligencia (Nijman et al. 2019; UNODC 2019).

1.2 Consideraciones legales en la escena del crimen

Los gobiernos deben implementar acuerdos institucionales para hacer responsables a todas las personas de sus acciones. Esto incluye a los que participan en el tráfico ilegal de fauna silvestre, así como a los organismos que confiscan y aseguran/retienen los especímenes comercializados ilegalmente (UNODC 2020; OCDE 2022).

La legislación se aplica a nivel internacional, regional, nacional y local. Está cubierta en gran medida por tratados y convenios internacionales que obligan a los países a rendir cuentas de los esfuerzos realizados para seguir el comercio de animales vivos en todo el mundo. Hay una serie de tratados y convenios internacionales que conforman el marco jurídico internacional de los delitos contra la vida silvestre. Entre ellos se encuentran:

- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES)
- Convención de las Naciones Unidas contra la Delincuencia Organizada Transnacional de 2000 (UNTOC)
- Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción (UNCAC) de 2003. (CITES 2022)

A su vez, los niveles locales cuentan con entidades, como los concejos distritales y municipales, que establecen las leyes, las costumbres y las tradiciones de una localidad concreta (OCDE 2022).

Sin embargo, los animales siguen cayendo en el olvido. Las convenciones internacionales como la CITES, la UNTOC y la UNCAC son jurídicamente vinculantes, lo que significa que los países que las firman deben adoptar sus normas en su marco jurídico nacional. Sin embargo, esto no garantiza que las sanciones de los delitos se impongan efectivamente. Cada caso debe ser detectado, investigado y procesado para que los delincuentes sean acusados y para que la disuasión sea efectiva. Otro problema al que se enfrenta el cumplimiento de la ley es el de los sobornos y la corrupción de los funcionarios para permitir el tráfico (Thailand NACC 2018). Todo esto hace que el tráfico ilegal de especies silvestres a través de las regiones y las fronteras internacionales sea un asunto complicado para la policía (OCDE 2022).

Para iniciar una operación de confiscación las autoridades de gobierno pueden solicitar, la colaboración de las ONG para reunir pruebas y construir un caso contra un grupo de explotación/comercio de animales vivos, rutas de envío específicas y contenedores. En todo caso, es responsabilidad de la agencia del Estado el desarrollo de las funciones públicas asociadas al control del comercio ilícito de vida silvestre y el inicio de los procedimientos legales correspondientes.

1.3 Preparación

Los fundamentos para asegurar y llevar a cabo una investigación de la escena del crimen satisfactoria desde el punto de vista probatorio dependen en gran medida de una preparación adecuada y de la rápida conservación del lugar (Cooper et al. 2009; FWG 2014). El objetivo es maximizar la cantidad de pruebas viables recolectadas perturbando lo menos posible la escena del crimen. La preparación no solo implica garantizar que se dispone de todo el equipo necesario para asegurar y tomar muestras de las pruebas, sino también del personal adecuado, la hora del día y la información sobre el potencial del delito (UNODC 2012). La recopilación de información es un aspecto fundamental de la preparación antes de llegar a la escena del crimen para asegurarse de que se entiende la escena del crimen que se está investigando (Cooper y Cooper 2013). Este aspecto de la preparación se ha descrito anteriormente en este informe. Antes de llegar al lugar de los hechos se debe informar al personal sobre la ubicación del lugar, los parámetros, las coordenadas GPS y el clima. Esto garantizará que esté preparado con el equipo adecuado para la escena del delito específica.

La vinculación de personal suficiente y cualificado que haya sido informado detalladamente sobre el delito es esencial para llevar a cabo una investigación completa. El equipo debe estar formado por un mínimo de ocho personas, compuesto por un investigador principal, dos fotógrafos, de dos a cuatro buscadores y dos registradores y medidores. Las tareas exactas de las que es responsable cada agente deben definirse antes de llegar al lugar de los hechos (recuadro B) y todos los miembros del equipo deben informar al investigador principal (Cooper y Cooper 2013).

Recuadro B: Resumen de las responsabilidades del equipo de investigación en el lugar del delito.

1. Investigador principal
 - a. Delegar funciones a los miembros del equipo
 - b. Asegurarse de que se toman registros exhaustivos y precisos
 - c. Coordinarse con los medios de comunicación o con la fiscalía para proporcionar información actualizada sobre el caso
2. Fotógrafos
 - a. Documentar la escena tal y como se encontró y contribuir a la recopilación de evidencias
 - b. Asegurarse de que todas las fotografías estén etiquetadas y registradas (más detalles a continuación)
3. Buscadores
 - a. Rastrear la escena en un patrón específico (se discute más adelante)
 - b. Alertar a los fotógrafos y a los encargados de las grabaciones sobre las posibles pruebas
4. Registradores y medidores
 - a. Crear un dibujo de la escena
 - b. Registrar, embolsar y etiquetar todas las pruebas recogidas

Nota: Se recomienda la participación de 4 personas, algunas de las actividades pueden ser realizadas por la misma persona teniendo en cuenta que se encuentre capacitada para realizarlo, debe haber una persona encargada de garantizar el adecuado manejo de la escena del crimen que esté al tanto de la investigación general, en la división de responsabilidades se recomienda definir previamente los responsables de realizar los documentos de recolección de información y evidencias y firmarán, el tipo de investigadores depende de las autoridades encargadas de cada país, se recomienda la comunicación clara antes de realizar cada actividad.

2. Llegada al lugar de los hechos

2.1 Límites

Las escenas del delito en las que pueden ocurrir las investigaciones pueden variar enormemente, dependiendo de la fase del comercio de especies silvestres que se esté interceptando, lo que supone un reto para la preservación de la escena del crimen (UNODC 2012). Los principios de investigación deben adaptarse al entorno específico en el que se encuentre y debe adoptarse un enfoque sistemático de la investigación en el lugar del delito, independientemente del tamaño y la ubicación de la escena.

Los límites iniciales de la escena del crimen se establecen en función de la información (inteligencia) recibida sobre el posible crimen que se está produciendo. Resulta ventajoso que la escena del crimen se encuentre en un lugar cerrado, ya que así la escena está contenida dentro de barreras físicas, lo que define el área para su investigación. Las escenas del crimen al aire libre plantean retos más difíciles, ya que los límites deben formarse sobre la base de su percepción del crimen (Cooper 2009). Siempre existe la posibilidad de reducir el tamaño de la escena del crimen principal, pero situar los límites demasiado cerca de las pruebas principales puede provocar la alteración de las pruebas más importantes.

El examen de una escena del crimen requiere el uso del modelo científico para realizar una evaluación sistemática de la escena, recoger y preservar las evidencias físicas que puedan reconstruir los hechos e identificar y relacionar a uno o varios sospechosos con los animales y la escena del crimen con el fin de resolver el crimen. Este método científico se basa en la formulación de una hipótesis, la comprobación de la misma y la validación o el rechazo de la hipótesis mediante un razonamiento deductivo e inductivo (Crispino 2008; Bevel 2001). Para comenzar la investigación de la escena del delito contra la vida silvestre, el investigador principal puede plantear algunas preguntas que se han descrito en el recuadro C.

Recuadro C: Método científico a seguir para la investigación de la escena del crimen contra la fauna silvestre

1. ¿Se ha cometido aquí un acto delictivo?
2. ¿Es el animal, la parte o producto de una especie protegida?
3. ¿Existen evidencias físicas que sugieran una actividad potencialmente ilegal relacionada con la vida silvestre?
4. Desarrollar una hipótesis basada en las primeras observaciones de campo
5. Buscar pruebas que apoyen o invaliden la hipótesis
6. Recoger y documentar las evidencias para su posterior análisis y para la documentación requerida durante un proceso judicial

Nota: Describir que parte del animal o producto es e indicar si pertenece a una especie CITES

2.2 Precauciones de seguridad

La seguridad para usted y su equipo es de suma importancia en todas las investigaciones de la escena del crimen, pero aún más en el caso de la fauna silvestre, ya que las evidencias pueden ser animales vivos, estos pueden ser peligrosos, las evidencias pueden ser biológicas, y a veces incluyen agentes patógenos o químicos asociados. A veces, la seguridad puede pasarse por alto cuando la atención se centra en la propia investigación, lo que aumenta la susceptibilidad de los

miembros del equipo a posibles peligros, por lo que es importante dedicar tiempo a considerar y aplicar las precauciones de seguridad. Los efectos adversos de los peligros pueden no ser aparentes en un principio (por ejemplo, el retraso en la aparición de los síntomas de una infección o toxicidad (Intoxicación)); si se producen, hay que buscar asesoramiento médico inmediatamente. Los peligros también pueden estar relacionados con el entorno y el clima que se experimenta, ya que las condiciones meteorológicas extremas o el terreno accidentado provocan riesgos de resbalones y tropiezos (Archer 2003). También es importante tener cuidado con las trampas tendidas por los supuestos delincuentes.

La recopilación y el almacenamiento de las pruebas biológicas deben realizarse de forma segura y metodológica y permitir un transporte seguro para el personal de laboratorio y el personal de entrega (véanse los apartados 2.6.2 y 2.6.3 sobre el etiquetado y el transporte). Los métodos correctos y el equipo de protección personal (EPP) adecuado para los riesgos específicos se destacan en el Protocolo operativo estandarizado: *"Live Wildlife Handling and Management for Frontline Law Enforcement Officers to Support Conservation, Health, Welfare and Successful Prosecution of Wildlife Crimes"* y en el documento de la ONUDD: *The potential of pathogen exposure from wildlife seizures - Guidance for evaluating and reducing the risks of transmission to frontline enforcement officers* (véase el Apéndice II).

2.3 Asegurar y proteger la escena

La delimitación inicial de la escena del crimen se establece sobre la base de una evaluación preliminar, y por tanto imperfecta, del posible crimen y su entorno. La finalidad del límite es proporcionar una guía visual de las zonas más importantes para minimizar la pérdida de posibles evidencias (UNODC 2012). Es importante que, si el lugar del delito se encuentra en una zona pública, se establezcan los límites adecuados (barreras y desvíos de vehículos) para limitar a los curiosos y el tráfico de vehículos por razones de seguridad, para preservar las evidencias y para mantener la confidencialidad de la investigación (Cooper 2013). El agente encargado debe registrar los datos de cada persona que desee entrar en el lugar de los hechos, incluidos los de los supervisores, el personal directivo, los testigos y las personas de su propio organismo y de otras agencias.

2.4 Recorrido inicial y registro/búsqueda de la escena

El registro del lugar de los hechos puede dividirse en dos etapas principales: el *recorrido inicial* y la *búsqueda formal y sistemática* de evidencias.

El recorrido inicial tiene por objeto evaluar más a fondo el lugar del delito y determinar el equipo y el personal que se necesitarán para la búsqueda exhaustiva; sin embargo, en ese momento no se debe recoger ninguna evidencia, aparte de las fotografías iniciales (Bevel 2001). Hay varias precauciones que deben tenerse en cuenta al realizar el recorrido inicial, que se enumeran en el

recuadro D. Una vez evaluado, se puede reunir el equipo necesario y restablecer los límites de la escena del crimen si es necesario.

Recuadro D: Precauciones para los investigadores que realizan el recorrido inicial

1. Tomar la ruta más directa, aunque no la ruta tomada por el agresor
2. Entrar y salir de la escena del crimen utilizando el mismo camino
3. Tenga cuidado de no perturbar las pruebas pequeñas en el recorrido inicial
 - a. es decir, gotas de sangre, pelo desprendido, escamas o plumas, huellas de pies o de neumáticos
4. Se pueden llevar banderas de pruebas para marcar pequeños objetos para la búsqueda sistemática
5. No recoja evidencias; esto es puramente para la evaluación de la escena

La inspección/registro formal y sistemática en el lugar de los hechos es una investigación minuciosa de la escena del crimen, en la que se registran las evidencias y se toman muestras. El investigador principal dirigirá la búsqueda de forma metódica, eligiendo una de las pautas de búsqueda documentadas que se utilizan habitualmente en las investigaciones del lugar del delito (Recuadro E). Es esencial que la escena no esté contaminada, ya que esto puede dar lugar a falsas hipótesis, a un trabajo de laboratorio innecesario y a preguntas engañosas en los tribunales (Bevel 2001; Cooper y Cooper 2013).

Recuadro E: Patrones de búsqueda/registro en la investigación del lugar del delito

1. Patrón de búsqueda/registro estándar
 - a. Los registradores comenzarán en línea recta, uno al lado del otro, y recorrerán la zona. Deben estar lo suficientemente cerca (al alcance de la mano) para asegurarse de que se registran todas las zonas.
2. Patrón de búsqueda en cuadrícula
 - a. La escena del crimen en sí se divide en una formación de cuadrícula y a los buscadores/registradores se les asigna cada sección de la cuadrícula para examinarla.
 - b. Permite una mejor cartografía/mapeo y documentación de la escena del delito.
3. Patrón de búsqueda en espiral
 - a. Empezando por las evidencias principales (animales, partes o productos) y trabajando hacia fuera o empezando por el perímetro y buscando hacia

dentro.

Nota: Se recomienda emplear como referencia las infografías de la Guía para el Procesamiento del lugar de los hechos de UNODC pág. 7 y ss. Ver:

https://www.unodc.org/documents/ropan/2021/PANZ41/Guia_para_el_Procesamiento_del_lugar_de_los_hechos.pdf

De igual forma tener en cuenta, en caso de que aplique, los manuales de policía judicial de cada país.

La hora del día es importante, ya que la luz natural permite visualizar mejor las pruebas. Por lo tanto, se recomienda que las investigaciones sobre delitos contra la vida silvestre comiencen a primera hora de la mañana, si es posible, para permitir el procesamiento y el movimiento de los animales vivos. Las necesidades de los animales deben ser la máxima prioridad a la hora de procesar la escena para garantizar su bienestar. Debe haber un veterinario en el lugar de los hechos o de guardia cerca para atender cualquier necesidad clínica o de bienestar de los animales vivos implicados. Si el clima es un inconveniente, hay que intentar examinar las pruebas frágiles o poner un cobertizo protector hasta que se pueda continuar la búsqueda. Volver a buscar en la zona después de que el sol haya cambiado de dirección puede permitir a los investigadores tener una perspectiva diferente e identificar más pruebas. En muchos casos, una buena búsqueda producirá más elementos de los necesarios para procesar el caso (Cooper y Cooper 2013).

Los elementos que son potencialmente relevantes para el caso deben ser recogidos y registrados. El investigador principal deberá determinar la relevancia de un elemento, en caso de que se cuestione o no esté seguro, y si se descarta un elemento, deberá registrarse con un razonamiento. Es importante recordar que las pruebas que no se recogen en este momento son pruebas potencialmente perdidas (Blom-Cooper 2006).

2.5 Registro de las pruebas

El registro de las pruebas sobre el terreno debe seguir un conjunto de protocolos operativos estándar (POE) previamente planificados para garantizar que toda la información se registra correctamente. En el recuadro F se describen los pasos que se deben seguir tras la llegada al lugar del delito contra la fauna silvestre para garantizar la recopilación de registros precisos y duraderos.

Recuadro F: Pasos para fotografiar y registrar las pruebas (Cooper & Cooper 2013)

1. Anota la fecha, la hora, el nombre del funcionario y las condiciones climáticas, y haz una foto de ello. Esto marca el inicio de la serie fotográfica de este lugar.
2. Serie fotográfica 1: serie completa de imágenes de la escena tal y como se percibe por primera vez.
3. Deténgase y espere a que el investigador principal procese la escena, por ejemplo, coloque banderas y carteles de evidencia.
4. Serie fotográfica 2: fotografías de las pruebas propiamente dichas. Incluye 2 fotografías por cada prueba: un primer plano que incluye el cartel numerado y un segundo primer plano de la prueba en sí.
5. Las imágenes deben ser clasificadas y archivadas, para que los archivos no puedan ser sobrescritos. NO ELIMINE NINGUNA IMAGEN, porque el sistema de numeración debe tener continuidad para los procedimientos judiciales.
6. Cree un duplicado de todas las fotos en el que se puedan realizar todas las alteraciones de la imagen. El original de cada imagen no puede ser alterado.
7. Si es posible, se debe hacer un mapa de la escena del crimen para proporcionar una guía sobre dónde se encontró todo. Esto puede incluir todos y cada uno de los siguientes elementos: imagen panorámica de toda la escena, boceto o diagrama de la escena del crimen.

2.5.1 Toma de notas

Tomar notas es un componente crucial para construir un caso durante la investigación de la escena del crimen. Las notas deben tomarse desde el momento en que se pone un pie en el lugar del delito y pueden escribirse a mano o en un dispositivo móvil, una tableta o un ordenador. Si hay animales vivos implicados, es especialmente importante prestar atención a las cinco libertades del bienestar animal, que se enumeran en el recuadro G. Los cuadernos de notas para la información escrita son esenciales. Pueden complementarse con una grabadora de voz para dictar notas o sonidos de interés.

Recuadro G: Las cinco libertades del bienestar animal (Cooper & Cooper 2013)

1. Libre de hambre, sed y desnutrición
2. Libre de incomodidades físicas o térmicas
3. Libre de dolores, lesiones o enfermedades

4. Libertad para expresar un comportamiento normal
5. Libre del miedo y la angustia

Los programas informáticos específicos a los que se puede acceder en tabletas y teléfonos inteligentes pueden facilitar la captación de datos; un ejemplo es Epicollect. Una de las ventajas de la recolección de datos en formato digital es que aumenta significativamente la sensibilidad, la especificidad, la puntualidad/rapidez y la representatividad de los datos recogidos y facilita la organización, el uso y el análisis. Permite que los datos recogidos un día anterior se transfieran y almacenen en un dispositivo más grande, y que se recuperen con facilidad cuando se necesiten. La tecnología de la nube ha permitido que también se pueda acceder a los datos en múltiples dispositivos o por varias personas a la vez. Los retos que hay que tener en cuenta son la dependencia de este tipo de recopilación de datos de la disponibilidad de la red y el tiempo de batería de cada dispositivo; sin embargo, esto puede ser ayudado por el uso de generadores portátiles y conmutadores de Internet (Cooper & Cooper 2013).

Nota: Se recomienda identificar en el país, la disponibilidad de programas, aplicaciones, herramientas y /u otros medios de captación y registro de datos. Según el tipo de actores involucrados, y en caso de que haya colaboración de guardaparques, revisar posible el uso de SMART.

2.5.2 Fotografía

La toma de fotografías de las pruebas es otro aspecto importante de la investigación del lugar del delito para documentarlas y ayudar a la reconstrucción y explicación de los hechos. Es imperativo que se tomen fotografías antes de cualquier interacción con el área de la escena del crimen. Lo mejor es tomar las fotografías en formato digital y pasarlas por programas informáticos como Adobe Photoshop o GIMP para garantizar una calidad adecuada. Estos programas tienen la capacidad de, por ejemplo, ajustar el contraste y el color de una imagen en caso de mala visibilidad/luz solar en el lugar de los hechos (Cooper y Cooper 2013). La fotografía no sólo es un componente vital del registro de pruebas, sino que también es fácilmente accesible y factible para los equipos que sufren limitaciones financieras o restricciones en el número de personal. Como complemento a la fotografía y a la toma de notas de observación, la grabación en vídeo es otra herramienta valiosa para recopilar información en el lugar del delito. En el recuadro H se detallan las directrices para la fotografía de la escena del crimen de la fauna silvestre.

Recuadro H: Directrices para la fotografía de la escena del crimen de la fauna silvestre (Cooper & Cooper 2013).

1. Todas las fotografías deben ser tomadas por alguien con formación en fotografía forense o alguien competente en técnicas fotográficas y manejo de cámaras
2. La cámara puede tener el flash activado o desactivado cuando sea necesario
3. Todas las fotografías están marcadas con la fecha y la hora exactas
4. Asegúrese de que el fotógrafo tenga acceso a un kit de fotografía del lugar del delito, que incluya un objetivo normal, un objetivo gran angular, un objetivo de primer plano, filtros, un trípode, medios de grabación adicionales, baterías adicionales, reglas de diferentes colores, incluida una regla de 18% de gris para la recopilación de colores después del procesamiento, linternas, carteles de localización y banderas de pruebas que se colocarán en el campo de visión
5. Cubrir las evidencias o el objetivo de la cámara en caso de calor extremo, luz solar, lluvia o agua.

2.5.3 Base de datos

Cada evidencia individual debe ser identificada en la escena del crimen mediante una etiqueta, y registrada en una base de datos. Los registros deben incluir:

- Número de identificación
- Lugar de dónde proceden las pruebas (es decir, país/región/zoocriadero)
- su ubicación en la escena del crimen
- dónde se envía y cuándo (por ejemplo, los animales vivos van a ser trasladados, por lo que debe registrarse a dónde se trasladan y cuándo; las muestras (por ejemplo, sangre, hisopos, escamas, plumas, etc.) pueden ir a un laboratorio para su análisis o a una comisaría para su almacenamiento, por lo que debe seguirse dónde y cuándo se trasladan)
- cualquier tratamiento futuro que requiera la muestra (por ejemplo, laboratorio de diagnóstico, centro de examen externo, autopsia, etc.).

Además, cada prueba debe estar claramente etiquetada con cualquier instrucción de almacenamiento que sea crucial para mantener su integridad (es decir, rango de temperatura, no exposición a la luz solar, etc.) (Cooper & Cooper 2013).

2.6 Recopilación de pruebas

2.6.1 Precauciones de salud y seguridad

Para la identificación precisa de las especies, en la actualidad, las pruebas de ADN de las muestras de los animales confiscados son los métodos de identificación de especies disponibles más confiables, precisos y ampliamente aplicables. Durante las investigaciones sobre delitos contra la fauna silvestre, se deben obtener diversas muestras biológicas, tanto de animales vivos como de animales muertos y del medio ambiente, para utilizarlas como pruebas (véase el apartado 3 sobre la toma de muestras para pruebas de ADN y el apéndice 1 sobre la toma de muestras adicionales para análisis de patógenos). Antes de recoger cualquier muestra, deben tenerse en cuenta las precauciones sanitarias y de seguridad para evitar la contaminación de las pruebas y para proteger al personal de los peligros (véase el recuadro I).

Recuadro I: Precauciones de salud y seguridad a seguir durante la recolección de muestras para minimizar los riesgos y la contaminación de las mismas (Cooper & Cooper 2013; FWG 2014).

1. Utilice siempre el equipo de protección personal adecuado (por ejemplo, guantes desechables y mascarilla) cuando manipule las muestras. Una persona debe manipular las muestras y permanecer "limpia" (es decir, no tocar el equipo no esterilizado) mientras otra persona etiqueta y registra las pruebas.
2. No coma, ni fume, ni beba, ni se toque la cara cuando manipule las muestras, o hasta que se haya lavado las manos después de manipularlas.
3. Utilice artículos y equipos desechables de un solo uso siempre que sea posible para la recolección de muestras.
4. Para el equipo no desechable, asegúrese de que se ha esterilizado antes de su uso. El equipo utilizado para recoger el ADN debe limpiarse con lejía antes de la toma de la muestra para eliminar cualquier rastro anterior de ADN.
5. Manipule y guarde con cuidado los objetos punzantes, y deseche cualquier objeto punzante de un solo uso en un contenedor de objetos punzantes de riesgo biológico.
6. Almacenar las muestras individuales en recipientes separados, incluso si se han tomado de la misma fuente.

Nota: Tener en cuenta todo el equipo de protección personal y en el manejo de animales vivos de acuerdo a la especie, incluido en “Parte I: Manipulación y manejo de animales vivos confiscados”.

2.6.2 Identificación y etiquetado

Cada elemento de prueba debe ser debidamente identificado y registrado para su seguimiento.

La identificación de los animales vivos puede lograrse marcando las orejas, las aletas o las alas, anillando a las aves o implantando microchips en cualquier especie. El microchip es el método preferido para una identificación permanente y segura. El microchip es un dispositivo de identificación por radiofrecuencia (RFID) con un número de identificación único de 15 dígitos (Cooper & Cooper 2013). El microchip se implanta bajo la piel con una aguja hipodérmica de calibre ancho y se lee con un lector manual (Cooper & Cooper 2013). Las etiquetas de transpondedor integrado pasivo (PIT) pueden utilizarse de forma similar, ya que tienen un microchip interno que se activa cuando pasa cerca de una antena especial.

Nota: Identificar la accesibilidad a estos elementos en cada país, y sugerir la mejor opción disponible.

El correcto etiquetado de las muestras probatorias, incluidas las recolectadas de animales vivos o muertos y del lugar del crimen, es de crucial importancia. Para identificar el contenido, se debe inscribir un identificador único en el envase en un lugar destacado con un rotulador permanente. Evite, por ejemplo, colocar el identificador únicamente en la tapa de un envase, ya que una vez abierta la tapa, el contenido del envase no es identificable.

Las etiquetas deben incluir lo siguiente (Palmbach 2016):

- número de investigación o de caso
- Fecha y hora de la incautación/recolección
- Ubicación
- Descripción de la muestra
- Número de identificación (es decir, número de microchip) del animal muestreado
- Iniciales/firma del funcionario que realiza la incautación

Cada muestra debe colocarse en su propio dispositivo de recolección (tal como se describe en la Tabla 2), y a continuación introducirse en una bolsa de plástico transparente. Dentro de la bolsa debe incluirse una etiqueta que pueda verse fácilmente cuando la bolsa esté sellada. La bolsa de plástico debe estar sellada (con lazos o cinta adhesiva a prueba de manipulaciones) y se recomienda que el recolector escriba sus iniciales, la fecha y la hora sobre el sello. También existe una cinta adhesiva "antimanipulación" que se rompe cuando se intenta quitarla. El exterior de la bolsa debe estar etiquetado con los mismos datos de identificación (Cooper & Cooper 2007). Las etiquetas no deben poder retirarse fácilmente, o su remoción debe mostrar daños evidentes para evitar la manipulación de las evidencias. Sin embargo, las etiquetas no deben dañar las propias evidencias. Se debe utilizar tinta impermeable e imposible de borrar en las etiquetas a prueba de congelación disponibles en el mercado. Se recomienda fotografiar el paquete final con el sello y el etiquetado visibles. Si hay que volver a abrir el paquete, hay que evitar, siempre

que sea posible, destruir el sello original y abrir el paquete desde otro lugar. Al volver a sellar, el empaque debe etiquetarse de la misma manera que se ha mencionado anteriormente.

2.6.3 Transporte y almacenamiento

Siempre que sea posible, el transporte debe ser realizado por las autoridades. Nunca se debe asignar a personas privadas (por ejemplo, miembros de ONG) el transporte o el almacenamiento de cualquier prueba, ya que esto puede dar lugar a problemas relacionados con la cadena de custodia (véase más adelante) y, por tanto, con la admisibilidad del elemento respectivo en los tribunales.

Tras su recolección, las muestras de pruebas biológicas deben enviarse rápidamente a un laboratorio para su investigación forense. Las muestras frescas deben transportarse refrigeradas a 4° C y pueden estar refrigeradas hasta 7 días; después, congeladas. Las muestras que vayan a utilizarse para el análisis de ADN deben fijarse en etanol, no en formol (Cooper y Cooper 2013). Si el equipo recolector tiene dudas sobre los métodos apropiados para la recolección, el transporte o el almacenamiento de muestras para pruebas específicas, debe consultar con el laboratorio respectivo.

3. Referencias del capítulo

- Anagnostou, M, Mwedde, G, Roe, D, Smith, R.J, Travers, H & Baker, J. 2020. Ranger perceptions of the role of local communities in providing actionable information on wildlife crime', *Conservation Science and Practice*, vol. 2, no. 6, pp. 202.
- Archer, M.S. 2004. 'Rainfall and temperature effects on the decomposition rate of exposed neonatal remains', *Science & Justice*, vol. 44, pp. 35-41.
- Bevel, T. 2001. Applying the scientific method to crime scene reconstruction', *Journal of Forensic Identification*, vol. 51, nº 2, pp. 150-162.
- Bezerra-Santos, M.A, Mendoza-Roldan, J.A, Thompson, A, Dantas-Torres, F & Otranto, D 2021, 'Illegal wildlife trade: A gateway to zoonotic infectious diseases', *Trends in Parasitology*, vol. 37, no. 3, pp. 181-184.
- Blom-Cooper, L. 2006. 'Experts in the Civil Courts', *Expert Witness Institute*, Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). 2022. 'How CITES works', *CITES*, consultado el 16 de junio de 2022, < <https://cites.org/eng/disc/how.php>>.
- Cooper, J.E., Cooper, M.E. 2007. Introduction to Veterinary and Comparative Forensic Medicine', Blackwell Publishing
- Cooper, J.E. , Cooper, M.E. , Budgen, P. 2009. 'Wildlife crime scene investigation: Techniques, tools and technology', *Endangered Species Research*, vol. 9, pp. 229-238.
- Cooper, J.E., Cooper, M.E. 2013. 'Wildlife forensic investigation: principles and practice, *CRC press*.
- Crispino, F. 2008. Nature and place of crime scene management within forensic sciences', *Science & Justice*, vol. 48, pp. 24-28.
- Di Minin, E. , Fink, C. , Hiippala, T., Tenkanen, H. 2019. 'A framework for investigating illegal wildlife trade on social media with machine learning', *Conservation Biology*, vol. 33, no. 1, pp. 210.
- Grupo de Trabajo Forense (FWG). 2014. 'Wildlife DNA sampling guide', *Partnership for Action against Wildlife Crime (PAW)*, consultado el 14 de junio de 2022, < https://www.tracenetwork.org/wp-content/uploads/2012/08/Wildlife_DNA_Sampling_Guide_web.pdf>.
- Nijman, V. , Morcatty, T. , Smith, J.H. , Atoussi, S. , Shepherd, C.R. , Siriwat, P. , Nekaris, K.A.I., Bergin, D. 2019. 'Illegal wildlife trade-surveying open animal markets and online platforms to understand the poaching of wild cats', *Biodiversity*, vol. 20, no. 1, pp. 58-61.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). 2022. 'Legal frameworks to deter and combat the illegal wildlife trade in Southeast Asia', *OECD*, viewed 16 June 2022, < <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/bb3eae76-en/index.html?itemId=/content/component/bb3eae76-en>>.
- Palmbach, T.M. 2016. 'Investigación y examen de la escena del crimen: Chain of evidence', en J Payne-James & RW Byard, *Encyclopaedia of Forensic and Legal Medicine*, Elsevier, pp. 679-685.
- NACC de Tailandia. 2018. 'Interview with Thailand National Anti-Corruption Commission', Bangkok, Tailandia.
- Tow, J. , Symes, W., Carrasco, L. 2021. Economic value of illegal wildlife trade entering the USA', *PLoS ONE*, vol. 16, no. 10.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUDD). 2012. Publicación de las Naciones Unidas.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUDD) 2020. 'Informe mundial sobre los delitos contra la vida silvestre: Trafficking in protected species', *Naciones Unidas*, consultado el 15 de junio de 2022, <https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/wildlife/2020/World_Wildlife_Report_2020_9July.pdf>.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUDD). 2019. 'Investigation measures and detection methods', *Criminal Justice Responses to Wildlife Trafficking*, consultado el 15 de junio de 2022, < <https://www.unodc.org/e4j/en/wildlife-crime/module-3/key-issues/investigation-measures-and-detection-methods.html>>.
- Comisión de Justicia de la Fauna. 2022. 'Intelligence analysis', *Wildlife Justice Commission*, visto el 14 de junio de 2022, < <https://wildlifejustice.org/intelligence-analysis/>>.

II. ¿Cómo identificar las especies durante las investigaciones sobre delitos/comercio contra la vida silvestre?

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo internacional entre gobiernos, cuyo objetivo es proteger las especies silvestres, limitando y supervisando su comercio internacional. Más de 37.000 especies de animales y plantas silvestres están catalogadas y protegidas contra el comercio por la CITES (CITES 2019). Los animales confiscados en el comercio ilegal suelen estar mal identificados. Registrar correctamente los taxones comercializados es de vital importancia para obtener datos comerciales precisos y para los esfuerzos de persecución penal. La identificación de la especie es el primer paso para regular el comercio de especies de acuerdo con la CITES. La identificación de especies durante la cadena de comercio es aún más difícil que en cuando se encuentran en su hábitat natural, debido a que a menudo se desconoce la ubicación de origen, el hábitat asociado y las señales de comportamiento que suelen aparecer en las especies silvestres sanas (Linarce 2021). Debido a esto, es esencial una formación adecuada en materia de identificación de especies por parte de las autoridades de que manejan a los animales y de los agentes de en cargados del cumplimiento de la ley. Por otro lado, hay vacíos de información sobre la identificación de especies en el comercio ilegal de especies silvestres, y hay limitados protocolos de identificación establecidos para ser aplicados por los inspectores. Se necesita una metodología estandarizada que facilite la identificación para mejorar la coherencia y la precisión (Departamento de Agricultura, Agua y Medio Ambiente 2021).

En este capítulo se sugieren los pasos cronológicos que deben seguirse para ayudar a identificar las especies vivas en las investigaciones sobre delitos contra la vida silvestre: obtención de detalles/historia de embarque, diferenciación de los animales por clase (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) y diferenciación de las especies dentro de cada clase. Estos pasos utilizan una combinación de clave dicotómica, identificación visual y análisis de ADN para diferenciar las especies animales. Se compararán y evaluarán los métodos de análisis de ADN, se detallarán los requisitos de acreditación de los "expertos" y se formularán recomendaciones para los protocolos de investigación de delitos contra la fauna.

1. Detalles/historia del desplazamiento

Los detalles de los desplazamientos deben examinarse detenidamente. Conocer el punto de origen puede ayudar a reducir la lista de especies a aquellas que son nativas del país o continente de origen. A menudo hay registros que muestran tipos de especies que son más comúnmente traficadas desde ciertos países o continentes. El destino es tan importante como el punto de origen, ya que puede ayudar a trazar las rutas comerciales. A menudo se pueden establecer correlaciones entre el país de origen de una especie silvestre y los países de destino en los que hay una gran demanda de esa especie.

En el caso de los embarques, el conocimiento de embarque es un documento legal que muestra el lugar de origen de un envío, su ruta y su destino, así como el nombre del remitente (Zavagli 2021). Lamentablemente, debido a la naturaleza ilegal del tráfico de especies silvestres, los documentos como

el conocimiento de embarque y los certificados de origen pueden ser falsificados o manipulados (Zavagli 2021), lo que dificulta la determinación de la ruta de envío y el lugar de origen. En los casos en los que se conoce el punto de origen de un cargamento, aún puede haber discrepancias en cuanto a la ubicación de origen de los animales debido a la limitada aplicación de la ley sobre el comercio de especies silvestres y a la escasa seguridad fronteriza en los entornos con menos recursos. El contrabando y el comercio ilegal se producen a menudo a través de múltiples fronteras internacionales. Uganda es un ejemplo de un importante exportador internacional de animales silvestres vivos que a menudo proceden de otros países (Runhovde 2017). Por lo tanto, aunque los detalles de envío que acompañan a la fauna silvestre traficada pueden proporcionar información útil en algunas situaciones y para investigar los delitos, no se puede confiar totalmente en ellos para ayudar a la identificación de las especies.

2. Diferenciación entre taxones

La identificación correcta de las especies es crucial a la hora de investigar el tráfico de especies silvestres y determinar la gravedad del delito. Esto puede resultar una tarea difícil dada la gran cantidad de especies que existen en todo el mundo. Al iniciar el proceso de identificación, es útil conocer las clasificaciones taxonómicas. Todos los animales se clasifican en base a sus características genéticas en un sistema jerárquico, siendo los rangos reino, filo, clase, orden, familia, género y especie (Dewey 2016). Sugerimos determinar primero en qué clase se encuentra el animal, ya que esto reducirá las opciones de especies y dirigirá la investigación hacia el camino correcto.

Hay 5 clases importantes de vertebrados que tratamos en este informe: peces, aves, anfibios, reptiles y mamíferos. Cada una de estas clases tiene sus propias características físicas específicas que hay que registrar para identificar la especie exacta. Definir a qué clase pertenece un animal es un primer paso crucial. A veces esto puede parecer un reto, por ejemplo, a primera vista, una salamandra de la clase de los anfibios puede confundirse con un lagarto de la clase de los reptiles. Sin embargo, si se proporcionan indicaciones para una inspección más minuciosa, la clase puede identificarse fácilmente; por ejemplo, los reptiles tienen escamas con piel seca, mientras que los anfibios tienen piel húmeda sin escamas (Zug 2013). El uso de una clave dicotómica puede ayudar a los inspectores en este proceso inicial, ya que son fáciles de entender y seguir. En la figura 1 se ofrece un ejemplo de clave dicotómica que sería útil en esta situación. Una vez que la especie animal se ha reducido a una clase, el inspector puede seguir las directrices que se ofrecen en este informe para esa clase específica a fin de asegurarse de que ha registrado todas las características definitorias/distintiva.

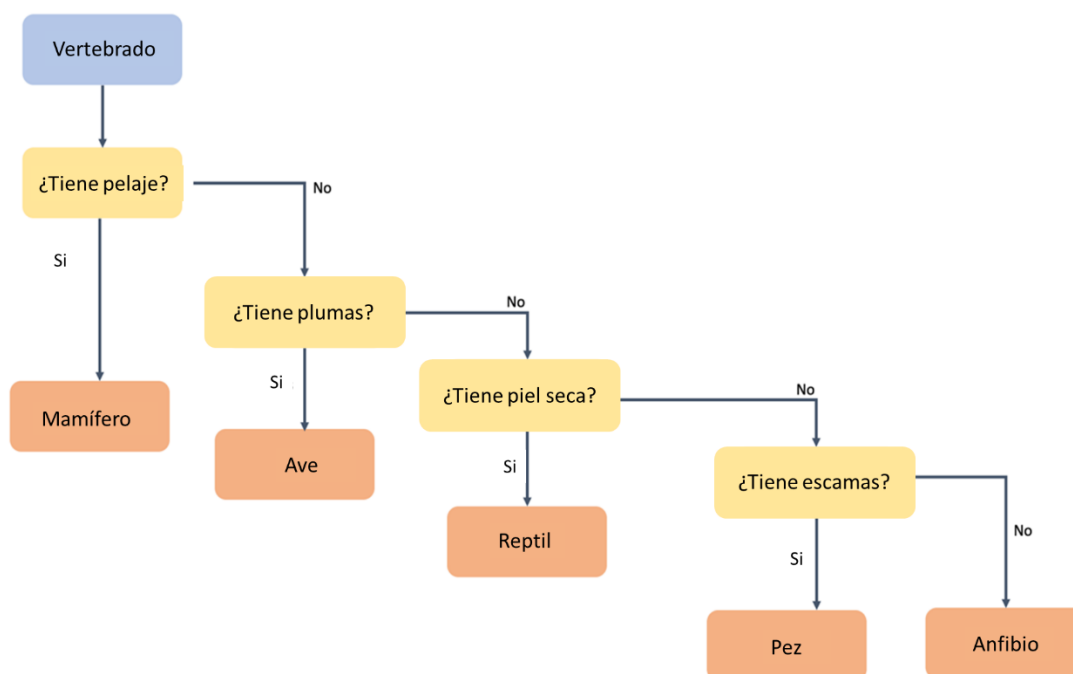


Figura 1. Clave dicotómica para diferenciar las clases de animales.

Nota: se dan algunas excepciones, por ejemplo, el pangolín es un mamífero con escamas.

3. Identificación de peces

Cuando se inspecciona el pez para su importación, es importante determinar con precisión qué especies están presentes. Hay más de 28.000 especies de peces, 154 de las cuales están protegidas por la CITES y, por lo tanto, están sujetas a las regulaciones de la Ley de Protección de la Vida Silvestre (Regulación de las Exportaciones e Importaciones) de 1982 (Weitzman et al. 2021; CITES 2019; Halstead 1994). La identificación basada en las características morfológicas brutas es el método rutinario para la clasificación de las diferentes especies de peces (Departamento de Agricultura, Pesca y Silvicultura 2012; Panprommin et al 2019; Shan et al 2021; Steinke et al 2009). Las siguientes instrucciones describen cómo fotografiar y registrar correctamente los detalles de los especímenes vivos para su identificación.

Paso 1: Registros

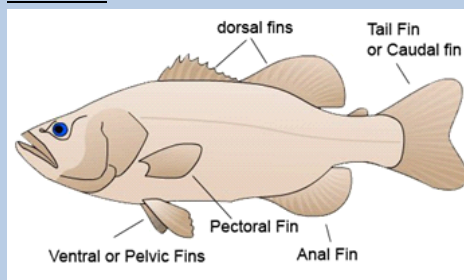
- Registrar del permiso de importación, datos de los remitentes y destinatarios.
- Registrar la identificación del lote y/o el código de barras.
- Registrar la fecha, el peso del lote y cualquier otra característica de identificación.
- Inspeccionar a los animales en 3 ventanas de 10x10cm. Notar el número de peces vivos, peces muertos o cualquier otro espécimen. Use estos números para predecir el número de animales en todo el tanque.
- Esta información acompañará a cualquier evidencia recolectada y es esencial para la trazabilidad.

Paso 2: Cuerpo

- Fotografiar al pez la cara lateral, dorsal y ventral.
- Asegúrese de que todo el pez, desde el hocico hasta la cola, incluidas las aletas, esté en el encuadre.
- El pez debe estar derecho y paralelo a una regla para indicar la escala.



Paso 3:



- Registrar número y localización de las aletas.
- Fotografiar cada juego de aletas.
- Asegurarse que la forma, las espinas de las aletas, los rayos de las aletas y los cierres/clásperos de las aletas pélvicas son aparentes.
anotar la presencia o ausencia de la aleta adiposa (estará situada detrás de las aletas dorsales y no tendrá exoesqueleto, esqueleto dérmico ni musculatura).

Paso 4:

- Tomar fotografía de las branquias
- Las branquias suelen estar situadas en la superficie lateral, aunque en algunas rayas y peces sierra pueden estar en la superficie ventral.
- Si las branquias están cubiertas por piel o por opérculo, doblar suavemente esto hacia atrás.
- Si no es evidente por la fotografía, registrar el número de hendiduras o arcos branquiales.



Paso 5:

- Fotografiar la cabeza del pez asegurándose de incluir los ojos.
- Fotografiar la dentición del pez abriendo la boca.
- Se deben tomar fotografías del perfil lateral y frontal.
- Se puede incluir una regla si no se puede determinar la longitud de la cabeza y el hocico a partir de las fotografías del pez entero.

A pesar de su amplio uso, los estudios han descubierto que la identificación visual de las especies de peces tiene una baja precisión. Las similitudes entre las especies de peces y la morfología variable en las diferentes etapas de la vida pueden dificultar la identificación correcta incluso para los taxónomos expertos (Departamento de Agricultura, Pesca y Silvicultura 2012; Panprommin et al. 2019; Shan et al. 2021; Steinke et al. 2009). Por ello, debe utilizarse un método secundario de identificación de especies para apoyar la clasificación morfológica.

Los peces liberan ADN en su entorno a través de los tejidos y las secreciones, lo que se denomina ADN ambiental (eDNA siglās en inglés). Lo ideal es tomar una muestra de agua para aislar el ADN ambiental y confirmar la clasificación de las especies. El muestreo de ADN ambiental tiene una gran precisión, se puede estandarizar y es especialmente útil cuando hay muchos peces en un solo recipiente de agua, o cuando se trata de etapas del ciclo vital de los juveniles (Panprommin et al. 2019; Shan et al. 2021; Steinke et al. 2009). A continuación, se detallan los pasos para recoger una muestra de ADN ambiental en el agua.

Hay que tener cuidado al conservar la muestra de ADN ambiental para su transporte para evitar su degradación. La adición de tampones seguida de la congelación es el método más utilizado para el almacenamiento de ADN ambiental, aunque un estudio demostró que las muestras conservadas con tampones de lisis pueden durar 2 semanas a temperatura ambiente (Renshaw et al. 2015).

Paso 1: Muestra de agua

- Todo el EPP y el equipo deben estar limpios y se debe tener cuidado para evitar la contaminación de la muestra. Los guantes estériles y los frascos de muestras proporcionados deben utilizarse para todas las muestras de ADN ambiental.
- Usando guantes, recoja entre 20 ml y 2 L en el frasco de muestras estéril.
- Los volúmenes de agua más grandes permiten un mayor rendimiento de ADN, pero no se debe comprometer el bienestar de los peces.

Paso 2: Filtración

- El agua debe pasar directamente del frasco de muestras estéril, a través del dispositivo de filtración, a un frasco de transporte estéril.
- El filtro que se suele utilizar es una malla de fibra de vidrio con una separación de 0,45 μm .
- En los casos de alojamiento de alta densidad, la malla de fibra de vidrio debe cambiarse por un filtro mixto de acetato de celulosa y nitrato.
- Hay que tener cuidado para evitar la contaminación de la muestra en todo momento.

Paso 3: Transporte

- Los tampones de lisis CTAB y Longmire's deben añadirse inmediatamente a la muestra filtrada.
- La muestra puede entonces colocarse en el contenedor de transporte de nitrógeno líquido para congelar.
- El contenedor debe ser etiquetado, clasificado como sensible al tiempo, y enviado dentro del día.
- Si no se dispone de un contenedor de transporte de nitrógeno líquido, la muestra puede colocarse en hielo, pero debe ser clasificada como urgente.

(Artamonova et al 2018; Caraguel 2021; Dutrudi et al 2019; Hoboken 2015; Shan et al 2021)

Otro método para la identificación de especies de peces es el código de barras de ADN (Dutrudi et al. 2019; Steinke et al. 2009). Este método puede emplearse en casos de incertidumbre o cuando se necesitan más pruebas para el procesamiento (Halstead 1994; Steinke et al. 2009). La recuperación de muestras para el código de barras de ADN es invasiva y requiere anestesiarse a los peces. Por ello, normalmente debe ser realizada por un veterinario con licencia para ejercer en el país correspondiente. Sin embargo, el veterinario o el profesional capacitado que realice el muestreo debe ser competente en la anestesia de peces y en el muestreo de aletas (Hoboken 2015).

4. Identificación de anfibios

La clase Amphibia consta de más de 6.000 especies, y el orden más numeroso, Anura (ranas y sapos), de más de 5.000 especies. Los otros dos órdenes son Caudata (salamandras, tritones, sirenas) y Gymnophiona (cecilias). Cada uno de ellos varía mucho en cuanto a la forma del cuerpo, la presencia de patas, la coloración y la forma de las pupilas. Las cecilias carecen de extremidades y tienen un aspecto más parecido al de los gusanos, mientras que las salamandras se parecen mucho a los lagartos por su forma, pero sin escamas. Las fotografías de alta calidad son fundamentales para identificar las numerosas especies de anfibios, y en el paso 1 se ofrecen instrucciones útiles para conseguirlo. También se ha proporcionado una lista de comprobación para ayudar al inspector a incluir las características específicas de identificación, así como las medidas clave a tomar.

Cuando se manipulen anfibios se debe utilizar un equipo de protección personal (EPP) adecuado, que incluya mascarillas, guantes de nitrilo y gafas de seguridad, ya que algunas especies son venenosas. Las manos con guantes deben humedecerse con agua antes de la manipulación.

Las muestras de ADN son ideales para identificar oficialmente una especie. El método histórico de cortar los dedos de los pies no se recomienda, ya que es doloroso y altamente estresante para el animal. Un método menos invasivo e igualmente suficiente en cuanto al rendimiento de ADN es un hisopado bucal o de piel. Los hisopados bucales se procesan mejor cuando están frescos, aunque se pueden obtener rendimientos de ADN similares cuando las muestras se congelan para su almacenamiento y transporte (Pidancier et al. 2003). Estudios recientes han demostrado que los hisopados de piel de las fases de vida adulta y larvaria proporcionan un amplio ADN para la identificación de especies (Pichlmüller, Straub & Helfer 2013). Este enfoque es atractivo porque es menos invasivo y requiere menos manipulación de los animales.

Paso 1: Fotografías

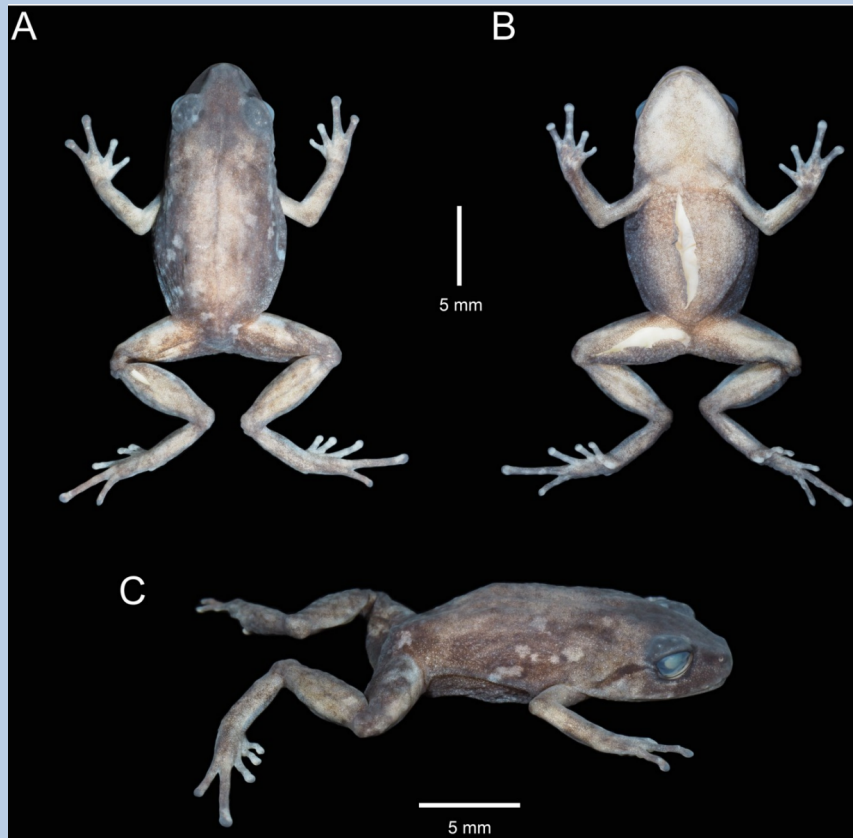
Tome las siguientes fotografías del animal. Incluya una regla en las imágenes cuando sea posible, así como el número de identificación del animal.

-Aspecto lateral de la cabeza



Paso 1: Fotografías, continuación

-Aspecto dorsal (A), ventral (B) y lateral (C)



- Miembros delanteros y traseros



Paso 2: Rellene el siguiente formulario

Nota: Algunas características no están presentes en todas las especies de anfibios

Almohadillas en los dedos ☐ Ausente ☐ Presente ☐ Más ancha que los dedos	Forma de la pupila ☐ Horizontal ☐ Vertical ☐ En forma de cruz	Longitud del hocico-ventilación _____ Dedos de los pies ____ Miembro anterior ____ Miembro posterior
Glándulas parótidas ☐ Ausente/No se distingue ☐ Presente	Tímpano (oído) ☐ Distintivo ☐ No se distingue	
Tubérculo metatarsal ☐ Ausente ☐ Presente ☐ Pigmentado ☐ No Pigmentado	Pliegue dorsolateral ☐ Si ☐ No	
Dedos de los pies palmeados ☐ No/Sólo ligeramente ☐ Si	Espalda ☐ Verrugoso ☐ Suave	

(Michael, D *et al*, 2010, Centro de Investigación de Anfibios, 2013)

Paso 3: Tomar hisopos bucales y de piel para el análisis de ADN



5. Identificación de reptiles

La clase de los reptiles comprende más de 8.000 especies de los órdenes Squamata (lagartos, serpientes), Testudines (tortugas), Crocodilia (cocodrilos, caimanes) y Tuataras (reptiles tipo lagarto endémicos de Nueva Zelanda). Los rasgos característicos, como la forma de la pupila, el color de la lengua y la forma, el color y el patrón de las escamas, pueden ayudar a distinguir una especie de otra. Las fotografías de alta calidad son útiles para captar los diferentes colores y formas del cuerpo, como se indica en el paso 1. En el paso 2 se ofrece un ejemplo de lista de comprobación sistemática para que la utilice un inspector, que incluye recuentos de escamas y descripciones del cuerpo. La figura 2 será un complemento útil de la lista de comprobación para ayudar a los inspectores con los términos anatómicos de los reptiles y la figura 3 es útil para el recuento de escamas dorsales.

Es importante tener en cuenta que algunos reptiles pueden ser agresivos y/o venenosos y suponer una amenaza para la seguridad del personal. Se debe utilizar un equipo de protección personal (EPP) adecuado, que incluya máscaras faciales, guantes de nitrilo o de guante y gafas de seguridad. Un manipulador de serpientes acreditado debe ser responsable de la manipulación de serpientes venenosas.

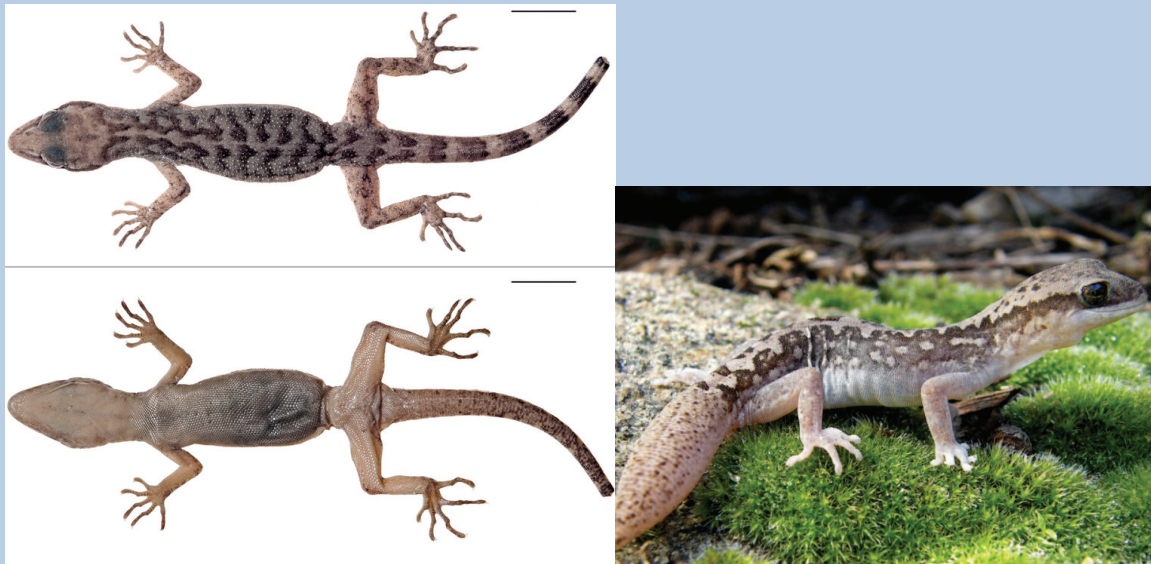
El análisis del ADN es crucial para confirmar la identificación de la especie. Las muestras de ADN pueden tomarse mediante un hisopado de la cavidad bucal y de la cloaca. Anteriormente, las muestras de tejido se tomaban cortando la punta de un dedo del pie o de la cola, pero los hisopados bucales y cloacales son mucho menos invasivos y estresantes para el animal, a la vez que proporcionan un rendimiento de ADN más que satisfactorio (Miller 2006; Schulte, Ulrich et

al. 2011). El excremento o piel desprendida del animal, también albergará ADN que puede utilizarse para identificar la especie (Horreo et al. 2015; Pearson et al. 2015).

Paso 1: Fotografías

Tome las siguientes fotografías del animal. Incluya una regla en las imágenes cuando sea posible, así como el número de identificación del animal.

-Aspecto dorsal, ventral y lateral



- Vista frontal con la boca cerrada (imagen izquierda) y con la boca abierta mostrando la lengua y el revestimiento bucal (imagen derecha)



Paso 1 (continuación)

-Parte inferior del pie trasero (si hay patas).



-Cierre de la cloaca



Paso 2: Rellene el siguiente formulario

Nota: Algunas características no están presentes en todas las especies de reptiles

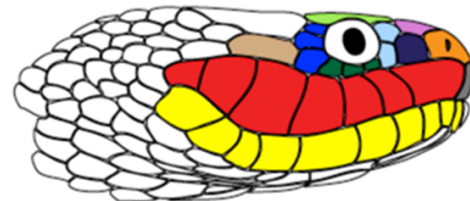
Forma de la cabeza		Escamas de la cabeza		Recuentos de escala de cabeza	
	Redonda	Carácter general:			Preoculares
	Cuña		Escamas grandes en forma de placa		Supra oculares
	Cuadrada		Escamas pequeñas, no diferenciadas		Postoculares
	Corta				Suboculares
	Elongada	Forma de escala rostral			Perioculars
	Puntiaguda		Redondeado		Intraoculares
	Enforna de pico		Grande, como un escudo		Anterior Temporales
			Pequeña		Supra labiales
Cuello			Larga		Infra labiales
	No diferenciado		Puntiaguda, proyectada		Filas entre los labiales superiores y el ojo
	Algo diferenciado		Saliente	Recuento de escamas dorsales (medio cuerpo)	
	Diferenciado		En forma de hoja	_____	
			Aplanado, en forma de pala		
	Forma de la Cola		Alargado, apuntando hacia abajo	Escama cloacal/placa anal	
	Corta				Individual/sencilla
	Media	Escama Nasal			Dividida
	Larga		Individual		
	Punta roma		Semi-dividido	Recuento de escamas ventrales _____	
	Punta puntiaguda		Dividido		
	Delgada			Longitud del respiradero _____	
	cónica	Escamas Internasales			
	Redondeada		Ausentes	Longitud de la cáscara/concha _____	
			Emparejadas		
Forma de la pupila			Sencillas	Cuarta laminilla del dedo (retropié) _____	
	Redonda				
	Verticalmente elíptica	Escamas prefrontales			
	Horizontalmente elíptica		Ausentes		
			Emparejadas		
			Sencillas	Surco submandibular	
		Protectores de barbilla			No pronunciado/ausente
			Ausentes		Algo pronunciado/superficial
			1x2		Pronunciado
			2x2		

(Macdonald, S, 2019, Hsu, ER et al, 2017)

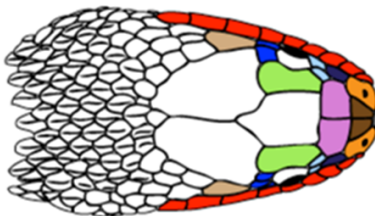
Paso 3: Tomar hisopos bucales y cloacales para el análisis de ADN



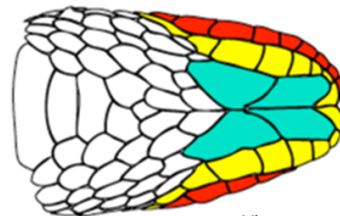
- | | |
|-------------------------|-----------------|
| - Protectores de mentón | - Preoculares |
| - Internasales | - Rostral |
| - Loreal | - Suboculares |
| - Labiales Inferiores | - Supraoculares |
| - Nasales | - Temporales |
| - Postoculares | - Supralabiales |
| - Prefrontales | |



Vista Lateral



Vista dorsal



Vista ventral

Figura 2. La variedad de escamas presentes en la cabeza de un reptil.

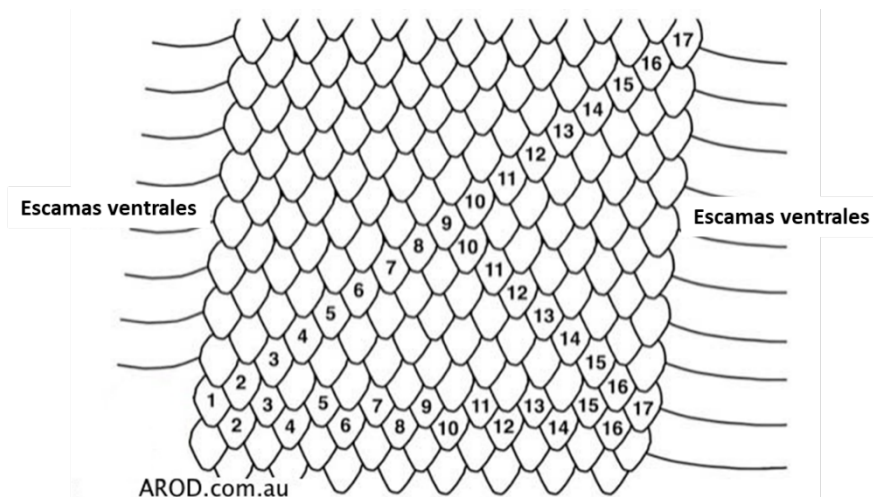


Figura 3. Cómo contar las escamas dorsales en la parte media del cuerpo.

6. Identificación de aves

Se han identificado más de 11.000 especies de aves diferentes en el mundo, de las cuales más de 1.400 están en peligro de extinción (Del Hoyo, Collar & Bird Life International 2016). Actualmente, un total de 1.461 especies de aves están protegidas por la CITES contra el comercio internacional (CITES 2019). Las especies de aves se distinguen mejor en función de sus características morfológicas únicas.

Entre las características útiles para que los expertos identifiquen las especies de aves se encuentran el color del plumaje, el tamaño y la forma del ave, y la llamada o el canto (Australian Museum 2022; Menkhorst et al. 2017). La mayoría de las especies tienen un plumaje o patrón de color distinto; sin embargo, es importante tener en cuenta que las condiciones de iluminación o el clima pueden influir en la apariencia del plumaje. Las proporciones del cuerpo (cuerpo: cuello: patas: alas) son cruciales para acotar la identidad de un ave. La forma y el tamaño del pico se correlacionan con los hábitos de alimentación, y la estructura de las patas puede ayudar a indicar el hábitat natural de un ave (Menkhorst et al. 2017). Algunos cantos de pájaros son distintivos y se reconocen al instante, mientras que otros suenan muy parecidos a los de otras especies y, por tanto, son menos útiles para la identificación (Australian Museum 2022). A continuación, se describen los pasos de instrucción para la recogida de información y su envío a los expertos en aves para la correcta identificación de las especies.

Paso 1: Fotografías

Fotografíe el ave de perfil completo de lado, de frente y de espaldas.



Paso 2: Detalles de la proporción del cuerpo

Responde a las siguientes preguntas marcando la casilla más adecuada o rellenando el espacio en blanco.

Cuerpo

- ☐ Esbelto
- ☐ Grueso

Longitud del pico:

- ☐ Largo
- ☐ Corto

Cuello

- ☐ Largo
- ☐ Corto

Anchura del pico:

- ☐ Estrecho
- ☐ Ancho

Piernas

- ☐ Largo
- ☐ Corto

Pies

- ☐ Palmeados
- ☐ No palmeados
- ☐ Número de dedos delanteros _____
- ☐ Número de dedos traseros: Grueso _____

Alas

- ☐ Cortas, anchas y redondeadas,
- ☐ Largas, estrechas y puntiagudas

(Todd 2010; Gillete 2007; Wear 2006)

Paso 3: Llamada o canción

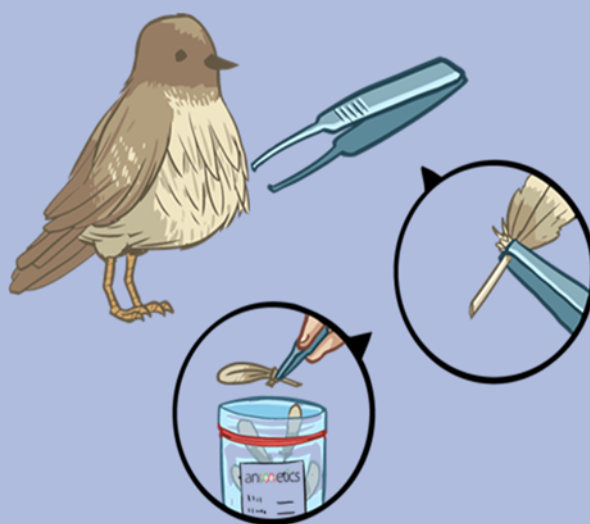
Tomar una grabación de audio de la llamada o el canto del ave

La identificación de las especies de aves puede ser difícil, incluso para los observadores de aves experimentados, por lo que debe tomarse una muestra de plumas para las pruebas de ADN. Las plumas para las pruebas de ADN deben estar recién arrancadas. El ADN está contenido en la base de la pluma, que se origina justo debajo de la superficie de la piel. Las plumas mudadas no se recomiendan porque contienen mucho menos ADN utilizable y el origen de la pluma es incierto (Animal Genetics 2022; Linarce & Tobe 2013). Los lugares predilectos para la recolección de plumas en el ave son el pecho, la cloaca o la rabadilla. Es bastante fácil arrancar las plumas de estas zonas y no produce una sensación de pellizco en la piel del ave (Animal Genetics 2022; Avian DNA Lab 2020). Las muestras de plumas deben ser tomadas por un veterinario u otro personal con formación similar, para garantizar la seguridad del ave y del manipulador. Antes de

la recolección de plumas, y entre la toma de muestras de varias aves, deben lavarse las manos de los manipuladores, (International Biosciences [n.d.]). A continuación, se describen los pasos para recoger correctamente una muestra de plumas para las pruebas de ADN.

Paso 4: Recolección de muestras de plumas

1. Extraiga individualmente 4 plumas del pecho del ave tirando hacia el pico con unas pinzas esterilizadas.
Arrancar cerca de la piel para evitar que se rompan las plumas.
2. Coloque las plumas en un sobre cerrado.
3. Etiquete el sobre con la identificación del ave y los detalles de envío relevantes.



(Servicios de genética animal [n.d.])

La pluma se procesará en un laboratorio para la identificación de la especie mediante la extracción de ADNmt, la amplificación por PCR y la secuenciación del ADN (Linarce & Tobe 2013; Speller, Nicholas et al. 2011). El ADN mitocondrial (ADNmt) de una pluma puede extraerse del cálamo, del coágulo de sangre situado en el ombligo superior (Linarce & Tobe 2013) o de las barbas (Speller, Nicholas & Yang 2011) (véase la figura 4). Este método requiere la destrucción de 5-10 mm de la terminación del eje de la pluma (Linarce & Tobe 2013). Cuando se extraen las barbas de la parte distal de la pluma, se requiere la destrucción completa de la pluma (Speller et al. 2011). Debe arrancarse una pluma entera del ave para maximizar el éxito diagnóstico de las pruebas de laboratorio.

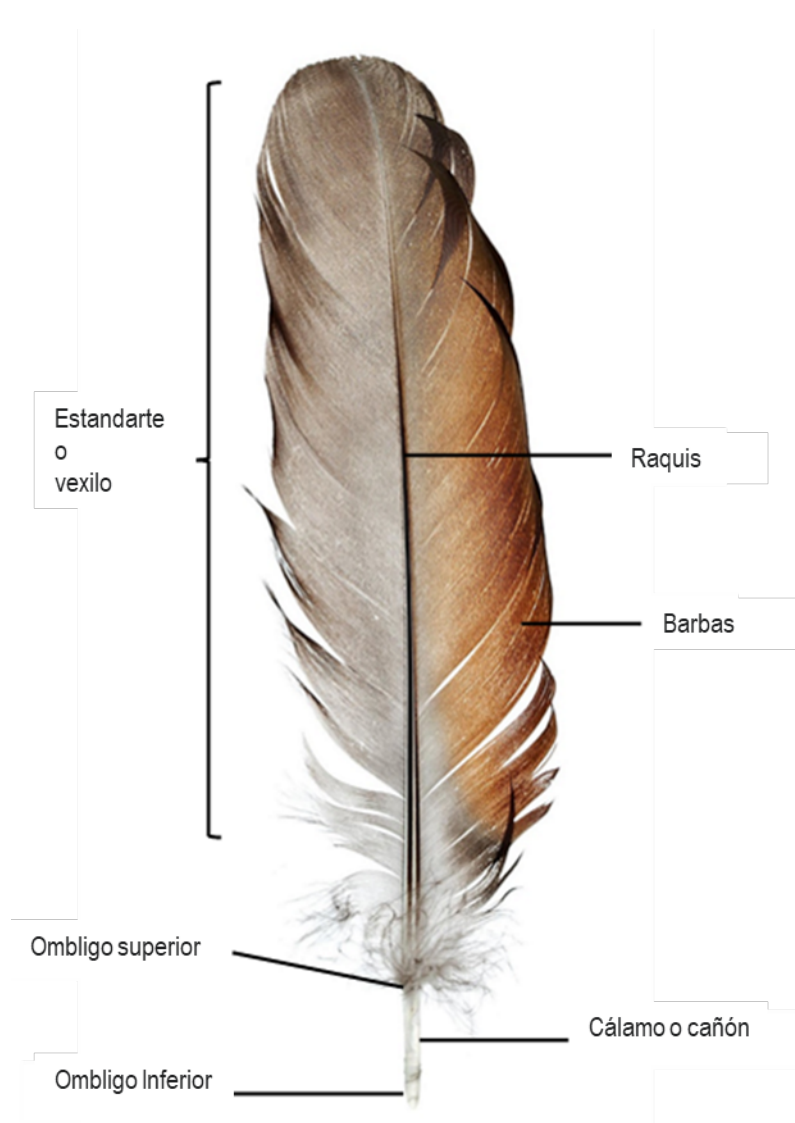


Figura 4. Una pluma etiquetada para mostrar los lugares de extracción del ADNmt; el cálamo, el coágulo de sangre situado en el ombigo superior y las barbas. (Klappenbach 2019)

7. Identificación de mamíferos

Se han identificado más de 6.496 mamíferos en la tierra (Burgin 2018) muchos de los cuales son utilizados en el comercio ilegal de fauna silvestre. Debido a la gran diversidad de mamíferos, la clase puede dividirse en los siguientes grupos: ungulados (de dedos pares e impares), carnívoros, murciélagos, cetáceos, primates, elefantes, marsupiales, roedores, lagomorfos (conejos y liberes), xenarthras (perezosos, armadillos y hormigueros) y monotremas. El mamífero más comercializado es el pangolín. El pangolín es el más popular por el uso de sus escamas en la medicina china y también uno de los mamíferos que más frecuentemente se clasifican mal. Para identificar con precisión las especies de mamíferos, el proceso de identificación debe hacerse de forma sistemática y repetible.

Paso 1: Equipo

1. Bolígrafo
2. Papel
3. Cámara
4. Pinzas
5. Recipientes de recolección de muestras secas
6. Escala/Balanza
7. Guantes
8. Hisopos
9. Agua purificada



Paso 2: Registre la información

1. Fecha, hora, ubicación
2. Tamaño y peso estimados del animal.
3. Forma de contención
4. Cree una identificación de animal única
5. Registrar taxones de animales; se recomienda el uso de clave dicotómica para evitar errores
6. Tenga en cuenta cualquier otro detalle: cuanto más, mejor



La toma de fotografías adecuadas es vital para la identificación visual de las especies. Se necesitan imágenes de características únicas, como la envergadura y la forma de las alas de los murciélagos, la forma de la cabeza, la longitud de la cola, el patrón y la longitud del pelaje, etc. Todas las fotografías deben contener la identificación única del animal creada para ellas y, preferiblemente, una forma de escala.

Paso 3: Fotografías de Mamíferos

Fotografíe al mamífero de perfil completo desde ambos lados (izquierdo y derecho), adelante y atrás.

Cada imagen debe contener el número de identificación único creado para cada caso una forma de medida.

NOTA: También fotografíe un primer plano de las características de identificación, ej. escamas, garra, largo de cola/cuerno, alas



La recolección de muestras de mamíferos vivos puede ser difícil, pero es importante para la identificación precisa de las especies mediante el análisis del ADN. Las muestras ideales para el ADN son la sangre, los hisopados bucales, el pelo, las heces o los tejidos blandos. A continuación, se describen los métodos menos invasivos. Las muestras deben enviarse al laboratorio apropiado para la secuenciación del ADN.

Paso 4: Recolección de muestras para análisis de ADN de mamíferos

1. Usar guantes
2. Use pinzas para arrancar 20 pelos con folículos intactos. Asegúrese de manipular el pelo con las puntas y no con las raíces.
3. Recoger sangre seca:
 - Usando guantes, humedezca el hisopo con agua estéril y frótelo sobre la sangre seca
 - Colocar el hisopo en el frasco de muestra, sellar y etiquetar
4. Recolectar sangre fresca: igual que arriba, sin embargo, no es necesario humedecer el hisopo
5. Recolección fecal: use guantes, raspe la capa superficial (fuera de las heces) en el frasco de muestras con un hisopo.

8. Pruebas de ADN: Nota breve

La identificación precisa de las especies sólo puede garantizarse mediante pruebas de ADN. Dependiendo del taxón en cuestión, se prefieren ciertos tipos de pruebas de ADN. Por ejemplo, en algunas especies de marsupiales, la prueba del marcador de ADN mitocondrial ND2 dio mejores resultados que el marcador mitocondrial del citocromo B o el marcador de código de barras del citocromo oxidasa I (COI) (Wilson-Wilde 2010). A menudo, durante las investigaciones forenses de la fauna silvestre, las muestras de ADN pueden no ser de la mejor calidad o en cantidad suficiente; por lo tanto, las técnicas de modificación de cebadores (también conocidos como primers), como los LNA, son una adición inestimable al proceso para ayudar a amplificar el ADN (Wilson-Wilde 2010). Si hay un organismo para el que no hay información registrada en las bases de datos de ADN actuales, por ejemplo, GenBank, se puede utilizar la secuenciación de próxima generación (NGS) para caracterizar el organismo. En última instancia, el proceso de análisis de ADN utilizado dependerá mucho del caso.

9. Recomendaciones

El tráfico ilegal de fauna silvestre está acelerando la extinción de muchas especies silvestres y es perjudicial para su conservación. En la actualidad, la mayoría de las incautaciones de fauna y flora silvestres no son procesadas criminalmente. Esto puede deberse en parte a la desestimación o absolución como resultado de la insuficiencia de pruebas (UNODC 2020). La identificación de las especies desempeña un papel fundamental en la persecución penal del tráfico de especies silvestres. Sin embargo, actualmente muchos animales son identificados erróneamente, ya que la identificación y clasificación de las especies puede ser un reto incluso para los expertos cualificados y el personal no suele estar suficientemente formado en este ámbito (DAFF 2012; Shan et al. 2021; Steinke et al. 2009). Debería formularse y aplicarse un conjunto de protocolos estrictos para que los funcionarios encargados de hacer cumplir la ley los sigan, a fin de facilitar la identificación de las especies objeto de tráfico ilegal. Entre las herramientas útiles para ayudar a la identificación de las especies se encuentran los árboles dicotómicos, la identificación visual y las pruebas de ADN. La formación del personal facilita el proceso de identificación. Si los especímenes vivos pueden ser identificados con precisión y coherencia, estaremos un paso más cerca de acabar con las actividades delictivas del comercio de especies silvestre y de proteger las especies silvestres amenazadas.

Aunque las fuerzas fronterizas y los funcionarios de aduanas son a menudo responsables de la vigilancia y la aplicación de la ley en casos del tráfico ilegal de fauna silvestre, a menudo no se exigen cualificaciones oficiales relacionadas. Una de las recomendaciones es que todo el personal de primera línea realice un curso de identificación y especies CITES (Zavagli 2021). Entre los ejemplos de formación a nivel de organismos se encuentra la que imparte el personal del Departamento de Medio Ambiente y Energía (DoEE) de Australia al personal responsable de la

vigilancia de las importaciones ilegales de animales. La formación abarca la legislación pertinente, habilidades clave como la identificación de especies e incluye ejemplos de tráfico ilegal de animales (DAFF 2012). El personal de primera línea debe tener acceso a expertos en el campo de animales silvestres para garantizar una identificación precisa de las especies. Esto puede incluir veterinarios, biólogos, taxónomos, ecólogos y científicos formados en técnicas de pruebas de ADN.

Nota: identificar el organismo correspondiente en cada país.

Las pruebas de ADN son el estándar de oro para la identificación de especies. Tiene una incidencia de errores significativamente menor que los métodos morfológicos (Animal Genetics 2022; Linarce & Tobe 2013). El uso rutinario de las pruebas de ADN puede ayudar a los funcionarios de control fronterizo a mejorar la integridad de la cadena de suministro del comercio de animales vivos y reforzar el procesamiento de los casos de delitos contra la vida silvestre (UNODC 2020). Garantizar la capacidad de recolección de ADN de los especímenes buena de calidad y asegurar los recursos y la capacidad de los laboratorios para hacer la codificación de barras es un componente vital de la aplicación de la ley de delitos contra la vida silvestre.

Los animales vivos importados también pueden suponer un riesgo para el personal por mordeduras, arañazos, envenenamiento y enfermedades zoonóticas o exóticas. El personal de primera línea debe tener, como mínimo, una formación que le permita conocer estos peligros y tener acceso a manipuladores acreditados para serpientes y otros animales peligrosos y conocimiento sobre los equipos de protección personal. Se debe incluir una lista de dichos expertos en los POE para los agentes de la ley y los controles aduaneros y fronterizos (UNODC 2020; Zavagli 2021). Véanse las recomendaciones del Protocolo Operativo Estándar asociado: "Live Wildlife Handling and Management for Frontline Law Enforcement Officers to Support Conservation, Health, Welfare and Successful Prosecution of Wildlife Crimes" (2022).

10. Referencias del capítulo

- Centro de Investigación de Anfibios. 2013. Accedido: 18 de junio de 2022. >frogs.org.au/frogs<Animal Genetics 2022, Avian DNA Sexing (Feather), consultado el 16 de junio de 2022, <https://www.animalgenetics.us/Avian/DNA_Sexing/DNA-Sexing-Feather.asp>.
- Servicios de genética animal [n.d.]. Avian DNA sexing, visto el 17 de junio de 2022, <<https://www.animetics.com.au/avian-dna-sexing/#collecting>>.
- Artamonova, V. S. , Kolmakova, O. V. , Kirillova, E. A., Makhrov, A. A. 2018. 'Phylogeny of Salmonoid Fishes (Salmonidae) Based on mtDNA COI Gene Sequences (Barcoding)', Contemporary Problems of Ecology, vol. 11, no. 3, pp. 271-285.
- Museo Australiano. 2021. '¿Qué pájaro es ese? ', visto el 16 de junio de 2022, <<https://australian.museum/learn/species-identification/ask-an-expert/what-bird-is-that/>>
- Laboratorio de ADN aviar. 2020. How to pluck from your bird for DNA Testing purpose?', 5 de septiembre de 2020, disponible en: <https://www.facebook.com/watch/?v=2660573214208653>
- Bray, D.J. 2015. 'Identifying Fishes, in Bray', D.J. & Gomon, M.F. (eds) Fishes of Australia. Museums Victoria y OzFishNet, consultado el 15 de junio de 2022, <http://fishesofaustralia.net.au/>
- Branson, B.A. , Ulrikson, G.U. 1967. Morphology and histology of the branchial apparatus in percid fishes of the genera Percina, Etheostoma, and Ammocrypta (Percidae: Percinae: Etheostomatini)'. Transactions of the American Microscopical Society, pp.371-389.
- Burgin, C.J., Colella, J.P., Kahn, P.L. y Upham, N.S., 2018. ¿Cuántas especies de mamíferos hay? Journal of Mammalogy, 99(1), pp.1-14.
- Caraguel, C. 2021. 'Formación clínica en peces ornamentales de los estudiantes de veterinaria de la escuela de ciencias animales y veterinarias', apuntes prácticos distribuidos en el tema 4110 Wildlife and Conservation Practice, Universidad de Adelaida.
- CITES 2019, 'Las especies de la CITES', CITES, visto el 14 de junio de 2022 < <https://cites.org/eng/disc/species.php>>
- Del Hoyo, J., Collar, N. J. 2016, 'HBW and BirdLife International illustrated checklist of the birds of the world', Bird Life International, Lynx Edicions, España.
- Departamento de Agricultura, Pesca y Silvicultura. 2012. 'Audit report: an examination of the effectiveness of department of agriculture, fisheries and forestry controls to manage biosecurity risk in the importation of freshwater and marine ornamental fish', Australian Government, no. 2012-13/03.
- Departamento de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. 2021. 'Wildlife trade and the law', The Australian Government, viewed 18 June 2022, <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8457769/>>
- Dewey, T 2016, 'Animalia', Biología: A-D, pp. 43-45.
- Dutrudi Panprommin, Kanyanat Soontornprasit, Siriluck Tuncharoen, Santiwat Pithakpol, Julatat Keereelang 2019. 'DNA barcodes for the identification of species diversity in fish from Kwan Phayao, Thailand', Journal of Asia-Pacific Biodiversity, vol. 12, no. 3, pp. 382-389
- Gillete, H. 2007. 'Anodorhynchus hyacinthinus Disney', imagen, Wikimedia, vista el 17 de junio de 2022, < https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anodorhynchus_hyacinthinus_-Disney_-Florida-8.jpg>.
- Halstead, B. 1994. 'Wildlife legislation in Australia: Trafficking provisions', Australian Institution of Criminology, consultado el 15 de junio de 2022, < <https://www.aic.gov.au/sites/default/files/2020-05/wildlife-legislation-in-australia.pdf>>
- Hoboken, N. J. 2015. 25 Wet-Mount Sampling Techniques in Fish' Exotic Animal Hematology and Cytology, John Wiley & Sons, Inc, USA, pp. 373-376.
- Horreo, J.L., Peláez, M.L. y Fitze, P.S., 2015. Las mudas de piel como fuente de ADN útil para la conservación de lagartos. Phyllomedusa, 14(1), pp.73-77.
- International Biosciences [n.d.], 'Avian DNA Testing; Feather Collection Procedure', viewed 16 June 2022, < <https://www.ibdna.com/downloads/FeatherAvianForm.pdf>>
- Klappenbach, L. 2019. 'Anatomía y función de las plumas', imagen, ThoughtCo, visto el 17 de junio de 2022, <<https://www.thoughtco.com/feather-anatomy-and-function-129577>>.

- Linacre, A. , Tobe S. S. 2013. 'Wildlife DNA analysis applications in forensic science'. Chichester, West Sussex, Reino Unido: John Wiley & Sons Inc.; 2013.
- Linacre, A. (2021). Wildlife crime in Australia'. *Emerging topics in life sciences*, 5(3), 487-494.
- Menkhorst, P., Rogers, D., Clarke, R., Davies, J., Marsack, P., & Franklin, K. 2017. 'La guía de aves de Australia'. CSIRO Publishing. <https://www.publish.csiro.au/book/6520/>
- Michael, D. , Lindenmayer, D. 2010. *Reptiles of the NSW Murray Catchment: A Guide to Their Identification, Ecology and Conservation*'. Victoria: CSIRO Publishing.
- Miller, H.C., 2006. Los hisopos cloacales y bucales son una fuente fiable de ADN para el genotipado de microsatélites en reptiles. *Conservation Genetics*, 7(6), pp.1001-1003. Nakagawa, 2018.
- Panprommin, D., Soontornprasit, K., Tuncharoen, S., Pithakpol, S. , Keereelang, J. 2019. 'Códigos de barras de ADN para la identificación de la diversidad de especies en peces de Kwan Phayao, Tailandia'. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 12(3), pp.382-389.
- Pearson, S.K., Tobe, S.S., Fusco, D.A., Bull, C.M. y Gardner, M., 2015. Montones de excrementos para montones de ADN: obteniendo el ADN de los lagartos a partir de sus heces. *Australian Journal of Zoology*, 62(6), pp.507-514.
- Pichlmüller, F., Straub, C. y Helfer, V., 2013. El hisopado de la piel de las larvas de anfibios produce suficiente ADN para una secuenciación eficiente y un genotipado de microsatélites fiable. *Amphibia-Reptilia*, 34(4), pp.517-523.
- Pidancier, N., Miquel, C. y Miaud, C., 2003. Buccal swabs as a non-destructive tissue sampling method for DNA analysis in amphibians. *Herpetological Journal*, 13(4), pp.175-178.
- Renshaw, M.A., Olds, B.P., Jerde, C.L., McVeigh, M.M. y Lodge, D.M., 2015. La preservación a temperatura ambiente de muestras de ADN ambiental filtrado y su asimilación a una extracción de ADN con fenol-cloroformo-isoamilo. *Molecular ecology resources*, 15(1), pp.168-176.
- Runhovde, S. R. 2017. ¿Sólo un país de tránsito? Examinar el papel de Uganda en el comercio ilegal transnacional de marfil'. *Tendencias del crimen organizado*. 2017;21(3):215-34.
- Schulte, U., Gebhard, F., Heinz, L., Veith, M. y Hochkirch, A., 2011. Buccal swabs as a reliable non-invasive tissue sampling method for DNA analysis in the lacertid lizard *Podarcis muralis*. *North-Western Journal of Zoology*, 7(2), pp.325-328.
- Shan, B., Liu, Y., Yang, C., Zhao, Y., Zhang, G., Wu, Q. , Sun, D. 2021. DNA Barcoding of Fish in Mischief Reef-Fish Diversity of a Reef Fish Community From Nansha Islands'. *Frontiers in Marine Science*, 7, p.618954.
- Speller, C.F., Nicholas, G.P. , Yang, D.Y. 'Feather barbs as a good source of mtDNA for bird species identification in forensic wildlife investigations'. *Investig Genet* 2, 16 (2011).
- Steinke, D. , Zemlak, T. S., Hebert, P. D. N. 2009. Barcoding nemo: DNA-based identificaciones for the ornamental fish trade', *PloS One*, vol. 4, no. 7, pp. e6300-e6300.
- Stewart, T.A., Smith, W.L. , Coates, M.I. 2014. 'The origins of adipose fins: an analysis of homoplasy and the serial homology of vertebrate appendages'. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1781), p.20133120.
- Todd, M 2010, Hyacinth Macaw, imagen, eBird, vista el 17 de junio de 2022, <https://ebird.org/species/hyamac1>
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUDD) 2020. 'Informe mundial sobre los delitos contra la vida silvestre: Trafficking in protected species', Naciones Unidas, consultado el 15 de junio de 2022, <https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/wildlife/2020/World_Wildlife_Report_2020_9July.pdf>.
- Wear, P [n.d.]. Blue Macaw Puzzle, imagen, fineartamerica, vista el 17 de junio de 2020, <<https://fineartamerica.com/featured/blue-macaw-paul-wear.html?product=puzzle&puzzleType=puzzle-20-28>>.
- Weitzman, S. H. , Parenti, L. R. 2021. 'Fish: classification', *Britannica*, visto el 14 de junio de 2022, <<https://www.britannica.com/animal/fish/Actinopterygii-ray-finned-fishes#ref63655>>
- Wilson-Wilde, L., 2010. Los delitos contra la fauna salvaje: un problema mundial. *Forensic science, medicine, and pathology*, 6(3), pp.221-222.
- Zavagli, M. 2021. Red flag indicators for wildlife and timber trafficking in containerized sea cargo: a compendium and guidance for the maritime shipping sector', *TRAFFIC y WWF*.
- Zug G. R. 2013. 'Reptiles y anfibios de las islas del Pacífico: Una guía completa'. Berkeley: University of California Press.

III. Toma de muestras para el análisis de ADN para la identificación de especies

El análisis del ADN (ácido desoxirribonucleico), el cual es molécula que porta la información genética de un organismo es esencial para la identificación precisa de las especies. Durante décadas se ha utilizado en la medicina forense humana para ayudar a identificar a los individuos. Las pruebas biológicas de ADN tomadas de animales vivos confiscados pueden sustituir la necesidad de mantenerlos en cautividad durante mucho tiempo durante los procesos judiciales y, combinadas con las pruebas fotográficas y de vídeo y los registros del lugar del delito, anulan la necesidad de presentar animales silvestres ante los tribunales. El análisis de ADN también puede utilizarse para investigar si los animales incautados son de cría o capturados en la naturaleza, su origen geográfico y su parentesco familiar.

La información que puede obtenerse mediante el análisis genético (ADN) para apoyar las investigaciones sobre delitos contra la vida silvestre:

- *Identificación de especies*
- *Región/población de origen de un individuo:* Los análisis genéticos pueden revelar el origen del animal o de las partes del animal. Se utiliza una base de datos de referencia para comparar el perfil de ADN de una muestra con el perfil de ADN conocido de animales de distintas regiones y/o poblaciones. Existen bases de datos genéticos de referencia de acceso público para la mayoría de las especies y subespecies (por ejemplo, GenBank, Barcode of Life).
- *Identificación de individuos distintos:* si se necesitan perfiles de ADN de referencia del individuo concreto.
- *Determinación del sexo:* Dado que los individuos masculinos y femeninos son portadores de secuencias de ADN distintas (por ejemplo, los cromosomas XX en los mamíferos femeninos frente a los cromosomas XY en los masculinos).
- *Parentesco:* Si se dispone de muestras o de un perfil de ADN de todos los individuos en cuestión, se puede determinar la filiación y/o el parentesco de los individuos mediante un análisis genético (por ejemplo, para determinar la filiación de un animal silvestre que se alega que es criado en un zoológico).

En casi cualquier célula de un animal se encuentran dos tipos de ADN: el ADN nuclear y el ADN mitocondrial. Para fines forenses, el ADN mitocondrial suele ser más adecuado, ya que el ADN nuclear es más susceptible de degradarse en los tejidos en descomposición y además una sola célula puede contener cientos de copias de ADN mitocondrial, en comparación con sólo 2 copias del ADN nuclear. Sin embargo, en cualquier caso/investigación forense, el laboratorio genético respectivo decidirá qué ADN utilizar y los enfoques de muestreo siguen siendo los mismos.

El bucle D o la región de control hipervariable del ADNmt se utiliza para el análisis basado en los haplotipos. Esto se ha aplicado con éxito en el ciervo sika chino y en los caballitos de mar

(Sahajpal, Mishra y Bhandari 2021). Del mismo modo, la asignación de suavizado espacial se ha utilizado en el pasado para investigar la venta y el tráfico ilegal de marfil de elefante africano y de ciervo rojo de Luxemburgo (Alacs et al. 2009). Esto se inventa bajo la teoría de que cuando las poblaciones se aíslan, se crea una variación discreta en el material genético ya que no hay intercambio con otras poblaciones. Esta prueba puede relacionar un animal muestreado con su población original, identificar los puntos calientes de la caza furtiva y diferenciar entre los animales criados en cautividad y los capturados en la naturaleza (Cooper 2013). Según Alacs et al. (2009), el 50% de los alelos geográficos específicos pueden identificarse a menos de 500 kilómetros (km) de su origen. Sin embargo, esto no puede aplicarse a todos los animales, ya que depende de la información disponible en la base de datos de ADN. Para identificar el parentesco en los animales incautados, se pueden identificar marcadores específicos en el ADN y utilizarlos para validar la relación entre padres y crías en los animales incautados, como por ejemplo marcadores microsatélites hipervariables (Sahajpal, Mishra y Bhandari 2021).

Características del laboratorio

La acreditación de los laboratorios según la norma ISO17025 es el estándar de oro en las pruebas forenses sobre la fauna silvestre. Sin embargo, la acreditación según esta norma es un proceso largo, costoso y requiere un nivel sustancial de personal e infraestructura para conseguirla, lo que no es realista para muchos laboratorios forenses de fauna silvestre. La Sociedad para la Ciencia Forense de la Vida Silvestre (SWFS, por sus siglas en inglés) ha establecido un conjunto de Estándares y Directrices específicamente para varias disciplinas dentro de la ciencia forense de la vida silvestre (Estándares y Directrices de SWFS 2018), por favor consulte a SWFS para obtener más detalles. Los laboratorios acreditados tienen presentaciones evaluadas por un experto forense en vida silvestre de la UNODC y por un panel independiente de expertos extraídos del Grupo de Trabajo Técnico de la Sociedad para la Ciencia Forense de la Vida Silvestre. Se puede contactar con los laboratorios acreditados (Tabla 1) para obtener orientación sobre la recolección, la presentación y el transporte de las muestras.

Tabla 1: Laboratorios acreditados que figuran en la lista de la CITES y que pueden proporcionar asistencia y recomendaciones sobre la recolección y presentación de muestras.

Laboratory name and location	Country, CITES region	QA standard	Sample types analysed	Contact name / email
Australian Centre for Wildlife Genomics, Sydney	Australia, Oceania	ISO17025	Terrestrial animal, Aquatic animal, Rhinoceros horn, Elephant ivory	Greta Frankham Greta.Frankham@austrmus.gov.au
Criminalistic Service, Guardia Civil, Madrid	Spain, Europe	ISO17025	Terrestrial animal, Aquatic animal, Plant, Microorganisms	David Parra Pecharromán crimquimica@guardiacivil.org
Genomia Limited, Pízeň	Czech Republic, Europe	ISO17025	Terrestrial animal	Markéta Dajbychová marketa.dajbychova@genomia.cz
Institute of Forensic Medicine, Zurich	Switzerland, Europe	ISO17025	Terrestrial animal, Aquatic animal, Elephant ivory	Morf Nadja Nadja.Morf@irm.uzh.ch
James Hutton Institute, Aberdeen	United Kingdom, Europe	ISO 9001	Plants, Diatoms, Soil	Lorna Dawson Lorna.Dawson@hutton.ac.uk
Netherlands Forensic Institute, the Hague	The Netherlands, Europe	ISO17025	Terrestrial & Aquatic animal, Plant, Timber, Rhino horn, Elephant ivory, Pangolin	Irene Kuiper i.kuiper@nfi.minvenj.nl
Science and Advice for Scottish Agriculture, Edinburgh	United Kingdom, Europe	ISO17025	Terrestrial animal, Aquatic animal, Rhinoceros horn, Elephant ivory	Lucy Webster Lucy.Webster@sasa.gsi.gov.uk
US Fish and Wildlife Service, National Forensic Laboratory, Ashland	United States of America, North America	ISO17025	Terrestrial animal, Aquatic animal, Timber, Rhino horn, Elephant ivory, Pangolin	Ed Espinoza ed_espinoza@fws.gov
University of California, Davis	United States of America, North America	ISO17025	Terrestrial animal, Rhinoceros horn	Christina D Lindquist cdlindquist@ucdavis.edu

Nota: Verificar laboratorios del país, los estándares disponibles y los requerimientos de cada laboratorio

1. Tipos de evidencias biológicas para los análisis de ADN para la identificación de especies

Se puede recolectar una serie de muestras de la fauna silvestre para el análisis del ADN. En general, la toma de muestras debe ser realizada por personal cualificado y formado. Se debe usar equipo de protección personal (EPP) y los guantes deben cambiarse entre el muestreo de diferentes materiales y/o muestras para evitar la contaminación cruzada. Existe una amplia gama de kits comerciales para la toma de muestras de material genético. Se recomienda encarecidamente el uso de estos kits en los casos de delitos contra la fauna silvestre, ya que así se reduce el riesgo de toma y manipulación inadecuadas de las muestras. Deben seguirse todas las instrucciones del respectivo fabricante en cuanto al uso, almacenamiento y modo de envío.

Las pruebas biológicas para los análisis de ADN de animales vivos incluyen biopsias y raspados de piel, sangre, orina, heces, saliva y pelo/pieles/escamas (Cooper & Cooper 2013). Los métodos no invasivos, como la recolección de orina y heces, son preferibles para los animales vivos, a fin de minimizar la manipulación y el estrés asociado en los animales (Cooper y Cooper 2013). Sin embargo, las biopsias de tejidos y las muestras de sangre, que son más invasivas, son preferibles para el análisis del ADN (FWG 2014). El proceso de toma y aseguramiento de los diferentes tipos de muestras se puede encontrar en la Tabla 2.

Las pruebas ambientales que pueden recogerse en el lugar de los hechos para determinar la presencia reciente de fauna silvestre incluyen heces, egagrópilas regurgitadas de aves de presa, pelos o plumas caídas, escamas de reptiles y sangre seca u otros fluidos corporales (Cooper y Cooper 2013). Las muestras deben recogerse rápidamente, ya que las pruebas de ADN se contaminan con facilidad y se degradan rápidamente en el medio ambiente (FWG 2014). Las

muestras y los hisopos húmedos deben dejarse secar al aire antes de empaquetarlos para evitar la condensación y el deterioro que afectarán negativamente a las pruebas de laboratorio (Palmbach 2016).

Tabla 2: Métodos de recolección adecuados para los distintos tipos de muestras utilizadas en los análisis de ADN

Tipo de muestra	Recolección	Almacenamiento/conservación*
Tejido (piel de animal vivo)	Biopsia de la piel: la biopsia por punción debe ser realizada por un veterinario u otra persona experimentada y capacitada. Muestra fresca: coloque el tejido en un tubo de recolección utilizando unas pinzas y coloque el tubo en una bolsa de plástico cerrada. Raspado de la piel: raspar varias zonas de la piel con el reverso (lado romo) de una hoja de bisturí y frotar en un portaobjetos de microscopio. Colocar los portaobjetos en un cargador o caja para transportar portaobjetos. Los trozos pequeños de piel pueden colocarse en un tubo de recolección.	Refrigerar la muestra fresca a 4° C durante un máximo de 7 días. A continuación, congelar por debajo de -20° C o conservar en fijador. Fijar en etanol para estudios de ADN, de lo contrario fijar en formol.
Tejido (de animal muerto)	Para una muestra fresca: cortar un trozo de tejido (idealmente músculo) de 1 cm³ con un bisturí y colocarlo en un tubo de recolección con unas pinzas. Colocar el tubo en una bolsa de plástico cerrada.	Igual que en caso de los tejidos de animales vivos (Arriba)
Sangre	Se necesitan al menos 2 hisopados para cada muestra, así como un hisopado de control para analizar el ADN contaminante. Hisopado de control: humedecer la cabeza del hisopo en agua estéril. Secar al aire, colocar el hisopo en el tubo de recolección, sellar y etiquetar. Sangre fresca: empapar 1-2 gotas de sangre en la cabeza del hisopo. Secar al aire, colocar el hisopo en el tubo, sellar y etiquetar. Sangre seca: se necesitan 2 muestras. 1ª muestra:	Congelar por debajo de -20° C.

	humedecer la cabeza del hisopo en agua estéril y frotar el hisopo sobre la sangre seca. Secar al aire, colocar el hisopo en el tubo, sellar y etiquetar. Coloque todos los hisopos sellados en una bolsa de evidencia y séllela.	
Saliva (hisopado de la boca)	En el caso de los animales vivos, el hisopado debe ser tomado por una persona capacitada. Los hisopos deben colocarse en tubos de recolección.	Congelar por debajo de -20° C.
Saliva (hisopado de una superficie)	Siga las instrucciones como para la sangre. Los Hisopos deben colocarse en tubos de recolección.	Congelar por debajo de -20° C.
Pelo	Utilice pinzas estériles, preferiblemente de plástico para una manipulación más delicada. Arranque unos 20 pelos con la raíz del pelo que queda adherida. Manipule los pelos por la punta, no por la raíz. Coloque los pelos arrancados en un recipiente universal lleno de solución salina. Los pelos desprendidos en el entorno pueden colocarse en un sobre de papel.	Almacenar en seco o congelar por debajo de -20° C.
Plumas	Utilizando pinzas estériles, preferiblemente de plástico para una manipulación más delicada, arrancar varias plumas jóvenes y en crecimiento, asegurándose de manipularlas con cuidado. Colocar las plumas en una bolsa de plástico con cierre. Para los estudios de ADN, coloque las plumas en un sobre de papel y luego en una bolsa de plástico con cierre. Las mismas directrices se aplican a las plumas mudadas.	Almacenar en medio de transporte, refrigerar a 4° C o congelar por debajo de -20° C.
Heces	Colocar las heces en un recipiente universal con tapa de rosca utilizando una mano con guantes o pinzas estériles para los excrementos pequeños.	Congelar por debajo de -20° C.
Egagrópilas (regurgitado por aves de rapiña)	Colocar los gránulos en un recipiente universal con tapa de rosca utilizando una mano con guantes o pinzas estériles.	Congelar por debajo de -20° C.

Referencias: Cooper & Cooper 2013; FWG 2014

2. Isótopos estables

En la investigación de los delitos contra la fauna silvestre, el análisis de isótopos estables se utiliza como método para descubrir lo que han consumido/comido los animales. Las proporciones/relaciones de isótopos estables de carbono y nitrógeno (^{13}C y ^{15}N) de los tejidos animales pueden proporcionar información sobre la composición y la calidad de su dieta a largo plazo (Vedel 2022). Esto también puede proporcionar información sobre el origen geográfico. La espectrometría de masas es un método sensible para identificar muestras de fauna. Los tejidos, los fluidos, los dientes o los huesos pueden recolectarse con diferentes preparaciones como el secado, la acidificación o el envasado (cápsulas de estaño). Los laboratorios de su zona pueden facilitarles las técnicas recomendadas de preparación y recolección de muestras. Los isótopos estables proporcionan pruebas de los cambios de dieta que son frecuentes cuando los animales pasan de la naturaleza a un entorno de cautividad.

3. Análisis fecal

El análisis fecal es un método no invasivo para obtener material genético para el análisis del ADN. Las heces también pueden analizarse en busca de materiales ingeridos y proporcionar una indicación de la dieta de un animal durante los últimos días. Los materiales no digeridos pueden separarse con un microscopio binocular para el análisis taxonómico (Napolitano et al 2008). Estos pueden reflejar su hábitat, como la altitud, la latitud y la composición de los árboles locales (Shutt et al. 2020). Comparando la caracterización de la alimentación y la distribución geográfica, podemos concluir el origen de los animales incautados y determinar si han sido capturados recientemente en la naturaleza o si han estado en cautividad durante al menos unos días (dependiendo del tiempo de tránsito gastrointestinal) (Napolitano et al. 2008).

4. Referencias del capítulo

Alacs, E. A., Georges, A., FitzSimmons, N. N., Robertson, J. 2009. DNA detective: a review of molecular approaches to wildlife forensics', *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, vol. 6, no. 3, pp. 180-194.

Sitio web de la CITES < <https://cites.org/eng>>.

Cooper, J.E., Cooper, M.E. 2013. Wildlife forensic investigation: principles and practice', *CRC press*.

Grupo de Trabajo Forense (FWG). 2014. 'Wildlife DNA sampling guide', *Partnership for Action against Wildlife Crime (PAW)*, consultado el 14 de junio de 2022, < https://www.tracenetwork.org/wp-content/uploads/2012/08/Wildlife_DNA_Sampling_Guide_web.pdf>.

Napolitano, C., Bennett, M., Johnson, W., O'Brien, S., Marquet, P., Barria, I., Poulin, E., Iriarte, A. 2008. Ecological and biogeographical inferences on two sympatric and enigmatic Andean cat species using genetic identification of faecal samples', *Molecular Ecology*, vol. 17, no. 2, pp. 678-690.

Palmbach, T.M. 2016. 'Investigación y examen de la escena del crimen: Chain of evidence', en J Payne-James & RW Byard, *Encyclopaedia of Forensic and Legal Medicine*, Elsevier, pp. 679-685.

Sahajpal, V., Mishra, S., Bhandari, D. 2021. 'Forensic Analysis in Wildlife Crime Cases: Microscopy, DNA Profiling and Isotope Analysis', *Forensic Analysis Scientific and Medical Techniques and Evidence Under the Microscope*, IntechOpen, London.

Shutt, J. D. , Nicholls, J. A. , Trivedi, U. H. , Burgess, M. D. , Stone, G. N. , Hadfield, J. D. , Phillimore, A. B. 2020. Gradients in richness and turnover of a forest passerine's diet prior to breeding: A mixed model approach applied to faecal metabarcoding data', *Molecular Ecology*, vol. 29, no. 6, pp. 1199-1213.

Grupo de trabajo técnico del SWFS. 2018. 'Normas y directrices para el análisis forense de la fauna silvestre, versión 3'. Ed. Lucy M.I. Webster, *The Society for Wildlife Forensic Science*, 19 de noviembre de 2018, pp.21.

Vedel, G. , de la Peña, E. , Moreno-Rojas, J. M. , Gómez, J. C. M., Carranza, J. 2022, 'Stable carbon and nitrogen isotope values in hair reveal management differences and hidden practices in wild boar populations', *The Science of the Total Environment*, vol. 823, pp. 154071-154071.

IV. ¿Los animales son de criadero o se capturan en la naturaleza?

El seguimiento del comercio de especies silvestres en ocasiones requiere evaluar si los animales son criados en cautividad, como se afirma, o si en realidad fueron capturados en la naturaleza y traficados a través de zoocriadero. Este capítulo se centra en la investigación de zoocriadero de animales silvestres o instalaciones de cría que pueden utilizar sus instalaciones para vender o albergar animales capturados ilegalmente en la naturaleza.

1. Evaluación del vendedor

1.1. Instalaciones y equipamiento

Al llegar al lugar, anote la disposición de los establos/granja y el equipo que tienen. Registre la construcción de las jaulas, su tamaño y el número de animales que hay en cada una de ellas. Es importante revisar si las jaulas cumplen los requisitos de cría adecuados según la especie que se vende. Por ejemplo, lámparas de calefacción para los reptiles/anfibios o filtros de agua para las especies acuáticas. El conocimiento de la crianza/reproducción y de las especies es muy importante para un programa de cría legítimo y exitoso. Algunos de estos mismos principios pueden aplicarse a la inspección de la fauna silvestre interceptada en los aeropuertos u otros centros de tránsito, considerando si las necesidades específicas de las especies para el transporte se han proporcionado como se esperaría de los criadores legítimos.

Consideraciones:

- ¿Las jaulas están adecuadamente construidas y mantenidas? Piensa en los materiales con los que se han fabricado.
- ¿Las jaulas están limpias y cuentan con ropa de cama/lechos adecuada para los animales?
- ¿Son las jaulas del tamaño adecuado para el número y el tamaño de los animales que contienen?
- ¿Los animales están enjaulados en grupo o individualmente?
- ¿Los animales enjaulados son todos de la misma especie o de distintas especies?
- ¿Está la jaula/el contenedor adecuadamente preparado para el tiempo y el método de viaje previstos?

Es importante tener en cuenta cualquier consideración relativa al bienestar, independientemente de que se sospeche que los animales son de zoológico o capturados en la naturaleza.

Posibles banderas rojas/ señales de alerta:

- *Jaulas mal construidas con esquinas/materiales afilados que podrían causar daños a los animales*
- *Jaulas de tamaño o diseño inadecuado para los animales alojados*
- *Jaulas que no proporcionan una tenencia adecuada según la especie*
- *Disparidad/variedad de especies diferentes alojadas juntas*
- *Jaulas sucias con animales incómodos*
- *Ausencia de agua*
- *Jaulas muy superpobladas*
- *Presencia de animales heridos, enfermos o muertos que no reciben atención médica/alteración de los cuidados*

1.2. Información del vendedor

Al examinar detenidamente el puesto/establecimiento o el vendedor y la dirección postal asociada, tenga en cuenta la plataforma que utiliza el vendedor y cómo anuncia sus ventas. Tome nota de la ubicación de sus instalaciones de cría, ya que esta información puede ser útil a la hora de considerar las especies que están criando y vendiendo. Considere si el animal es nativo de esa zona o si la cría fuera la única opción viable para tener la especie en la zona. Considere también la distancia que habrían recorrido con los animales desde sus instalaciones de cría y si esto parece viable.

Consideraciones al investigar a los criadores y vendedores de animales silvestres:

- ¿Pueden los criadores hablar de la información sobre su zoocriadero, incluida la ubicación, los cuidados, la alimentación y las instalaciones de tenencia de los animales?
- ¿Los animales que se venden son nativos de la ubicación donde se encuentra el centro de cría?
- ¿Pueden los criadores compartir su permiso de exportación CITES o su acreditación gubernamental cuando se les pide?
- ¿Desde cuándo hacen crianza y cuántas especies crían?
- ¿Disponen de registros e información sobre sus animales reproductores?
- ¿Cuáles son sus protocolos de cría? ¿Cuántas parejas reproductoras tienen y qué edad tienen?
- ¿Tienen registros relacionados con las visitas o los cuidados veterinarios?
- ¿Pueden proporcionar información sobre los árboles genealógicos de los animales que venden?
- ¿Están las jaulas/contenedores debidamente etiquetados según los animales que contienen?

Posibles banderas rojas/alertas:

- *Los animales que se venden son nativos de la zona donde queda el "centro de cría"*
- *Los supuestos criadores carecen de conocimientos sobre la cría (alimentación, cuidados veterinarios, prácticas de cría, etc.) de los animales*
- *La falta de voluntad de compartir cualquier documentación o información sobre los animales que se venden*
- *Precio elevado de los animales*
- *Datos de envío/transporte fraudulentos o mal etiquetados a propósito*
- *Vendedor conocido por las autoridades por delitos no relacionados o relacionados con los animales, en particular delitos de tráfico (los delitos contra la vida silvestre suelen estar relacionados con otras actividades de comercio ilícito)*

Nota: Según el conocimiento de los agentes de primera línea agregar señales a evaluar en los recuadros anteriores.

2. Examen de los animales

2.1. Especies

La identificación de las especies es uno de los primeros y más importantes pasos en estas investigaciones. Consulte el capítulo anterior para conocer las recomendaciones de identificación de especies. Una vez identificada la especie, es importante considerar la probabilidad de que esta especie haya sido criada en cautividad, es decir, ¿es logísticamente viable que estos animales hayan sido criados?

Reunión de información sobre el animal

- ¿Cuál es la duración de vida promedio de la especie?
- ¿Tiene la especie algún requisito de cría específico y exigente?
- ¿Qué facilidad y éxito tienen los programas de cría en cautividad de esta especie?
- Ejemplo: Los guepardos son muy difíciles de criar en cautividad. Si se vende un gran número de guepardos jóvenes, hay que tener en cuenta que pueden haber sido capturados en la naturaleza.
- ¿Qué tan rara es esta especie?
- Las especies catalogadas como amenazadas, en peligro o en peligro crítico por la UICN y/o la CITES deben ser investigadas en profundidad, ya que los delincuentes tienen incentivos para vender estos animales con grandes beneficios.
- ¿Cuántos animales de una especie se transportan/venden/crían?
- El número y la uniformidad de los animales pueden ser una pista para determinar si los animales son de cría o de captura.
- ¿A qué edad alcanza la madurez sexual la especie?
- Las especies que tardan en madurar sexualmente y tienen largos periodos de gestación/crianza con un bajo número de crías son menos productivas y, por lo tanto, es poco probable que los criadores legítimos las vendan/transporten en grandes cantidades, sobre todo grandes cantidades de animales maduros. Las bajas tasas de eclosión y la escasa supervivencia de los neonatos son obstáculos para la cría que deben tenerse en cuenta en el caso de ciertas especies, como los camaleones y otros reptiles.
- Al evaluar una instalación de criaderos, hay que tener en cuenta el número de animales alojados y la composición de los mismos para determinar si hay suficientes animales machos y hembras para producir de forma realista el número de crías que se señala.

Banderas rojas:

- *Jaulas superpobladas con una tenencia inadecuada, poca comodidad y bienestar de los animales*
- *Un gran número de especies amenazadas o en peligro de extinción o aquellas que tienen bajas tasas de producción o no se reproducen bien en cautividad*
- *Especies mixtas alojadas juntas en la misma jaula o vendedores de una amplia gama de especies*
- *Muchos criadores se centran en una o dos especies específicas y la mezcla puede indicar que son especies capturadas en la naturaleza*

2.2. Edad

Determinar la edad exacta de los animales vivos puede ser muy difícil, sobre todo con tantas variables relacionadas con la biología y la historia del animal.

Evaluación de la edad

- Clasificar los animales en un grupo de edad
 - Mamíferos: considerar los dientes deciduos/de leche y el tamaño para clasificarlos como infantiles, juveniles o adultos
 - Aves: considerar el análisis de las plumas, los ojos o las patas y clasificarlas en consecuencia como infantiles, juveniles, o adultos
 - Reptiles: considerando el tamaño para clasificarlos como infantiles, juveniles o adultos

2.3. Género

La capacidad de determinar el sexo varía mucho entre las especies, y algunos animales sólo pueden ser sexados mediante análisis de sangre. Siempre que sea posible, debe determinarse y registrarse el sexo.

2.4. Marcado/coloreado

El uso de una hoja de datos genérica (por ejemplo, los mapas corporales que aparecen a continuación para perros y gatos) que lleve el contorno de un animal puede ser útil para registrar cualquier característica y marca específica. Dependiendo de la especie, los criadores suelen criar animales con el objetivo de conseguir ciertos rasgos deseables, como coloraciones (por ejemplo, animales albinos) y tamaños. Estos rasgos fenotípicos buscados pueden llevar a indicar que los animales han sido criados en cautividad.

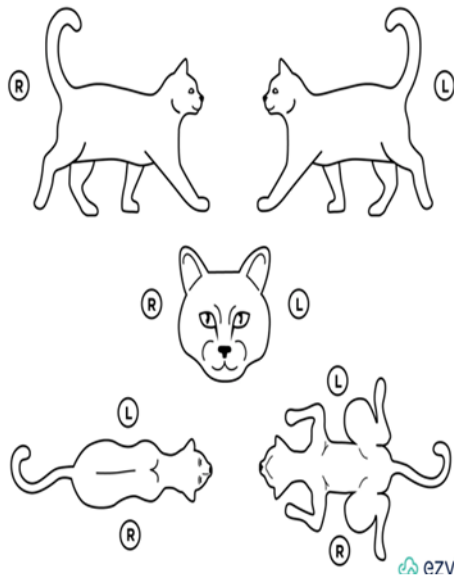


Figura 5: Ejemplo de mapa corporal de un felino

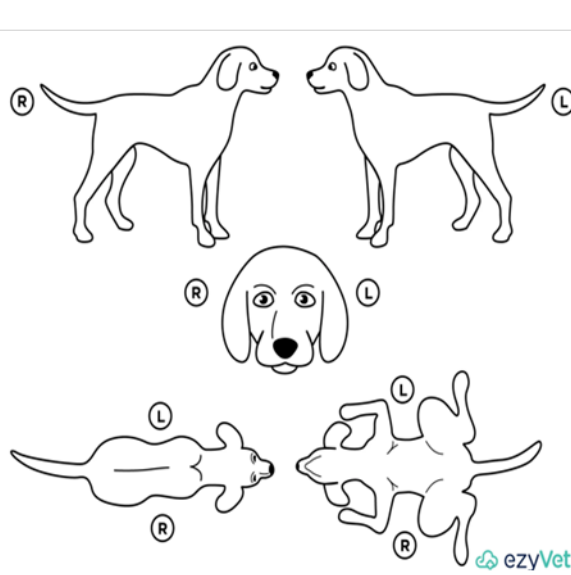


Figura 6: Ejemplo de mapa corporal de un canino

2.5. Comportamiento

Se pueden observar comportamientos variables en diferentes especies para intentar determinar si son criadas en cautividad. Por ejemplo, las aves criadas en cautividad tienden a ser más tranquilas y no se asustan tan fácilmente por el ruido o la presencia humana, mientras que las extraídas de la naturaleza tienden a mostrar un comportamiento más excitable, mayor estrés y a exhibir plumas y patas dañadas y sucias.

2.6. Condición corporal

Todos los animales vivos deberán ser examinados siempre que sea posible, siempre que los equipos de primera línea cuenten con uno o varios miembros debidamente formados para ello, o con un experto al que recurrir para que les ayude. Se deben anotar y fotografiar las heridas, y se debe considerar si éstas pudieran estar relacionadas con el traumatismo de la captura u otros problemas de bienestar.

Reconocer las anomalías de la condición corporal

- Las aves de presa capturadas en la naturaleza pueden presentar daños por escopeta, heridas por trampas o abrasiones causadas por las bandas de cuero
- Cambios en la composición corporal debidos a dietas alteradas y a la selección artificial de determinadas formas y tamaños corporales
 - Se debe consultar a los especialistas de la especie para determinar las alteraciones de la composición corporal, ya que pueden ser variables y específicas. Por ejemplo

Un estudio sobre visones domésticos (*Mustela vison*) descubrió que el tamaño ampliado del cráneo era un signo de los visones de zoocriadero en comparación con los de origen silvestre. Los huesos del fémur también pueden medirse durante la necropsia, y un estudio realizado por Zhou et al (2014) sugiere que los visones criados en cautividad tienden a tener huesos del fémur más grandes, más pesados y largos en comparación con los capturados en el medio natural, debido a las dietas de alta energía y nutritivas proporcionadas por las instalaciones de cría.

En las ranas de Dybowski, Yang et al (2011) y Xia et al (2011) han sugerido la teoría de que las ranas silvestres tienden a desarrollar huesos de fémur más grandes y densos debido a los mayores niveles de actividad y a una nutrición más equilibrada en comparación con las criadas en cautividad.

- Los animales cazados furtivamente en la naturaleza y mantenidos en cautividad pueden sufrir heridas y lesiones por la captura o por las condiciones inadecuadas en cautividad.

2.7. Identificación de los animales en las instalaciones de cría

Los métodos de identificación varían según la especie, siendo los principales métodos de identificación de los animales el microchip y las bandas o anillos en las patas para las aves. Es importante verificar la identificación con la documentación del criador. También debe evaluarse la manipulación de los métodos de identificación, por ejemplo, anotar cualquier cambio en la forma/diseño de las marcas en las patas de las aves que pueda ser fácilmente manipulado para permitir su retirada y sustitución.

Ejemplos de métodos de identificación

- Anillos/bandas para las patas de las aves y algunos mamíferos
- Etiquetas, dibujos o fotografías de marcas individuales
- Tatuajes, marcas o microchips
- Muecas



Imagen 2: Un anillo en la pata para la identificación de un ave



Imagen 3: Colocación de un microchip en un reptil

3. Referencias del capítulo

Sitio web de la CITES < <https://cites.org/eng> >.

Xia R, Huang XM, Yang SH, Xu YC, Ying L, Dahmer TD. 2011, "Morphometric discrimination of wild from farmed Dybowski's frog (*Rana dybowskii*) based on hindlimb length", *Journal of Forestry Research*, vol. 22, pp. 269 - 274.

Yang SH., Huang XM., Xia R, Xu YC. & Dahmer TD. 2011, 'Use of femur bone density to segregate wild from farmed Dybowski's frog (*Rana dybowskii*)', *Forensic Science International*, vol. 207, pp. 61-65.

Zhou, XL., Xu, YC., Yang, SH., Hua, Y & Stott, P 2015, 'Effectiveness of Femur Bone Indexes to Segregate Wild from Captive Minks, *Mustela vison*, and Forensic Implications for Small Mammals', *Journal of Forensic Sciences*, vol. 60, no. 1, pp. 72-75.

V. Apéndices

Anexo I

Recolección de muestras probatorias adicionales de animales silvestres confiscados

El comercio y el transporte ilegal de animales silvestres suponen un importante riesgo para la salud pública. El movimiento no regulado de animales tiene el potencial de propagar enfermedades animales en todo el mundo y enfermedades zoonóticas a las personas, con implicaciones para la salud pública, el comercio internacional, las economías y la seguridad, la disponibilidad de alimentos, la salud del ecosistema y la biodiversidad. La recolección de otras muestras de animales silvestres confiscados, además de las tomadas para las pruebas de ADN, puede contribuir a la identificación de posibles problemas sanitarios para los animales y las personas, por ejemplo, establecer la causa de la muerte si se encuentran animales muertos junto a animales vivos durante un decomiso; realizar pruebas de diagnóstico para identificar la causa de la enfermedad en animales sintomáticos; y/o detectar patógenos conocidos y nuevos (como el coronavirus del SARS u otros virus emergentes) en individuos sintomáticos o asintomáticos. Estos análisis proporcionan más pruebas de apoyo para su presentación en los tribunales con el fin de poner de relieve las amenazas del comercio ilegal de fauna silvestre para la vida silvestre, el ganado y la salud humana, y apoyar el fortalecimiento de las sanciones y directrices/lineamientos para la imposición de penas.

La identificación de la causa de la muerte debe incluir el registro de las observaciones en la escena del crimen y una necropsia realizada en un centro apropiado por un veterinario u otro experto capacitado. La toma de muestras y las necropsias deben ser realizadas únicamente por personal capacitado. Nunca se insistirá lo suficiente en que, cuando se recojan muestras biológicas, todos los manipuladores deben utilizar el EPP adecuado (véase el Apéndice II) para evitar cualquier peligro para la salud que pueda surgir en un presunto delito contra la fauna silvestre, por ejemplo, venenos y patógenos (especialmente agentes zoonóticos). Entre las personas con más probabilidades de estar expuestas a las zoonosis se encuentran las que están directamente implicadas en el comercio de animales, incluida la fauna silvestre, como los cazadores/cazadores furtivos, los criadores, los carniceros, los transportadores y los vendedores (Bezerra-Santos et al. 2021). Una vez en el lugar de los delitos contra la fauna silvestre, este

riesgo para la salud se extiende a los funcionarios encargados de hacer cumplir la ley, por lo que es de vital importancia seguir los procedimientos de seguridad personal descritos en el Apéndice II para proteger tanto su salud y seguridad como la salud pública en general.

Todas las muestras deben recogerse y almacenarse de forma que se evite su destrucción, degradación o contaminación cruzada. En cuanto a esto último, se recomienda el cambio múltiple de guantes, por ejemplo, entre la manipulación de diferentes animales. Se pueden recoger muestras de animales silvestres sanos, enfermos o recién muertos para buscar evidencias de patógenos (de interés para la conservación o la salud pública) como virus, bacterias y parásitos, y para evaluar el estado de salud general de los animales. Dichas muestras, su almacenamiento y su utilización se indican en la Tabla 3. Si el país es miembro de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMA), la identificación de determinados patógenos o enfermedades debe ser comunicada por los laboratorios a la autoridad competente o al punto focal de sanidad de la fauna silvestre si la enfermedad está clasificada como de declaración obligatoria por la OMA.

Si el equipo de recolección tiene dudas sobre los métodos apropiados de toma, transporte o almacenamiento de muestras para pruebas específicas, debe consultar con el laboratorio correspondiente.

Los laboratorios y los museos de historia natural pueden disponer de instalaciones para el almacenamiento o el archivo de las muestras, y esto debe establecerse antes de la recolección de muestras. Para evitar cualquier confusión durante el transporte de las muestras y las investigaciones posteriores, es de vital importancia etiquetar correctamente las muestras, al igual que cualquier prueba recogida en el lugar del delito (véanse las recomendaciones de etiquetado en la sección sobre la recolección de muestras para el análisis del ADN).

Tabla 3: Muestras adicionales que deben recogerse para las pruebas patológicas y toxicológicas

TIPO DE MUESTRA	ALMACENAMIENTO	USOS
-----------------	----------------	------

Saliva (hisopo orofaríngeo ¹)	- CRYOVIAL² con tampón de lisis³ (utilice tijeras esterilizadas con alcohol (o etanol) y flameadas para cortar el eje del hisopo por encima de la punta) - Refrigerar durante un máximo de 5 días o, idealmente, congelar en un contenedor seco o en un vaso dewar con nitrógeno líquido. Trasladar al congelador a -80°C cuando sea posible.	Cribado/detección de patógenos por PCR
Orina (método de captura libre o hisopo urogenital)	- Hisopo de orina en CRYOVIAL⁴ con tampón de lisis (utilice tijeras esterilizadas con alcohol (o etanol) y flameadas para cortar el eje del hisopo por encima de la punta) - Muestra de orina en criovial con tampón de lisis en una proporción aproximada de 1 parte de orina: 3 partes de tampón de lisis. - Refrigere el criovial hasta 5 días o, idealmente, congele en un cargador seco o en un recipiente dewar con nitrógeno líquido. Trasladar al congelador a -80°C cuando sea posible.	Cribado de patógenos por PCR
Sangre (suero; pellet de rbc/wbc; frotis de sangre fina (fija)) (Utilice una jeringa no heparinizada para recoger la sangre (que no exceda el 1% del peso corporal total))	- 2 frotis finos en portaobjetos de vidrio, fijar con metanol o etanol y guardar en la caja de portaobjetos. - Colocar el resto de la sangre en un tubo vacutainer de suero (tapa roja) que contenga factor de coagulación de suero. Tras dejar que la sangre coagule, centrifugar tubo en una centrífuga o dejar reposar verticalmente en hielo durante la noche. Utilizar una punta de pipeta estéril y una pistola de	Cribado de patógenos por PCR; microscopía; serología

¹ Hisopo se refiere a: hisopos termosellados, con punta de poliéster y mango de aluminio o plástico

² El término "criovial" se refiere a los viales de plástico con rosca interna y junta tórica de silicona para evitar fugas. Se recomienda la marca NUNC o Corning.

³ Por ejemplo, tris-EDTA; RNALater; otros disponibles en el país/preferidos por los laboratorios asociados

⁴ El término "criovial" se refiere a los viales de plástico con rosca interna y junta tórica de silicona para evitar fugas. Se recomienda la marca NUNC o Corning.

	pipeta para extraer el suero y colocarlo en un criovial con tampón de lisis. - Refrigerar durante un máximo de 5 días o, idealmente, congelar en un contenedor seco o en un recipiente dewar con nitrógeno líquido. Trasladar al congelador a -80°C cuando sea posible.	
Heces (muestra fecal fresca o hisopo rectal)	- Un trozo de heces frescas del tamaño de un guisante/arveja en un criovial vacío de 1,0 ml. - Si no se dispone de heces, hisopo rectal en CRYOVIAL⁵ con tampón de lisis (utilice tijeras esterilizadas con alcohol (o etanol) para cortar el eje del hisopo por encima de la punta) - Refrigerar durante un máximo de 5 días o, idealmente, congelar en un contenedor seco o en un dewar con nitrógeno líquido. Trasladar al congelador a -80°C cuando sea posible.	Cribado de patógenos por PCR
Ectoparásitos	En criovial con etanol al 95%. Conservar a temperatura ambiente.	Entomología y detección de patógenos por PCR
Cultivo, estómago, contenido intestinal		Examen toxicológico
Tejido (de animal muerto)	- Cortar una muestra del tamaño de un guisante/arveja de tantos de: músculo; intestino grueso, intestino delgado, hígado, pulmón, riñón, bazo y cerebro; la mitad de cada uno colocado en un criovial vacío y la otra mitad (muestra duplicada) en un criovial con tampón de lisis. - Refrigerar durante un máximo de 5 días o, idealmente, congelar en un contenedor seco o en un recipiente dewar con nitrógeno líquido.	Detección de patógenos por PCR; histología

⁵ El término "criovial" se refiere a los viales de plástico con rosca interna y junta tórica de silicona para evitar fugas. Se recomienda la marca NUNC o Corning.

	Trasladar al congelador a -80°C cuando sea posible.	
Hisopos de lesiones o heridas externas	- Herida/lesión fresca y con secreción: frotar la cabeza del hisopo en la secreción de la herida. Secar al aire, colocar el hisopo en el criovial, sellar y etiquetar. Congelar por debajo de -20°C. - Herida/lesión seca: 2 hisopados: 1ª hisopado: humedecer la cabeza del hisopo en agua estéril y frotar el hisopo por la herida/lesión. Secar al aire, colocar el hisopo en el criovial, sellar y etiquetar. 2ª hisopado: en la zona muestreada con la 1ª hisopado, utilice un hisopo nuevo y seco para frotar la zona y absorber la humedad restante. Secar al aire, colocar el hisopo en el criovial, sellar y etiquetar. Congelar por debajo de -20°C. Si hay varias heridas/lesiones, coloque los hisopos de las lesiones separadas en crioviales separados y en bolsas de pruebas separadas.	Microbiología, virología

Nota: La opción preferida para la eliminación de materiales infecciosos de muestreo de campo y residuos de necropsia de cadáveres infectados es contener los residuos y entregarlos a un centro de salud que mantenga un sistema de eliminación seguro.

Referencias del capítulo

Bezerra-Santos, M.A, Mendoza-Roldán, J.A, Thompson, A, Dantas-Torres, F & Otranto, D. 2021. El comercio ilegal de especies silvestres: A gateway to zoonotic infectious diseases', *Trends in Parasitology*, vol. 37, no. 3, pp. 181-184.



UNODC
United Nations Office on Drugs and Crime

The potential of pathogen exposure from wildlife seizures

Guidance for evaluating and reducing
the risks of transmission to frontline
enforcement officers

Restricted access

Request from
unodc-wlfc@un.org

This publication is funded by
The European Union



VI. Agradecimiento

Agradecimiento a todos los expertos y estudiantes que han contribuido a este trabajo. Un agradecimiento especial a: Alex Haysman; Amy Day; Amy Dohrmann; Claudia Rigney; Deanna Rosenzweig; Kate Hettner; Leanda Michael; Lily Walker; Mere Chanyasaksri; Emily Gazzard; Jamie Tam; Miranda Sargeant; Samantha Kane; Suzi Ristic e Isabell Schuster.