

**Pasantía en el Centro de Atención y Valoración de Fauna
del Área Metropolitana y en Las Colecciones Biológicas de
la Universidad CES, para elaborar un manual de toma y
depósito de muestras genéticas**

Estudiante
Sara Borja Orozco

Director
Elbert Ramos Espitia

Codirectores
Juliana María Martínez Garro
Fabián Mejía Franco

Trabajo de Grado
En la modalidad de *Pasantía*

Programa de Biología
Universidad CES
Medellín

Pasantía en el Centro de Atención y Valoración de Fauna del Área Metropolitana y en Las Colecciones Biológicas de la Universidad CES, para elaborar un manual de toma y depósito de muestras genéticas

Sara Borja Orozco

Resumen

Las colecciones biológicas son depósitos de biodiversidad que tienen funciones ecológicas, bioquímicas y fisiológicas en el planeta, los ejemplares depositados en estas colecciones permiten el estudio de diferentes ramas de la ciencia, especialmente la biología. La buena recolección y conservación de estas muestras es importante para tener una colección adecuada, por eso se estandarizó un proceso para la toma y depósito de muestras genéticas en una colección biológica, el cual fue elaborado después de una pasantía realizada en el Centro de Atención y Valoración del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (CAV – AMVA) y las colecciones biológicas de la Universidad CES (CBUCES) donde se realizó todo el proceso de toma y respectiva curadoría de muestras de tejidos para bancos de ADN.

Palabras clave: Biobancos, Muestras de tejidos, Métodos mínimamente invasivos, Pasantía.

TABLA DE CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN	5
2. RESEÑA DE LAS INSTITUCIONES	5
3. OBJETIVOS	6
3.1 OBJETIVO GENERAL	6
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
4. LOGROS ALCANZADOS	7
5. RESULTADOS	7
5.1 CENTRO DE ATENCIÓN Y VALORACIÓN DE FAUNA DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ (CAV – AMVA)	7
5.2 COLECCIONES BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD CES (CBUCES).....	8
6. CONCLUSIÓN	8
7. RECOMENDACIÓN	9
8. ANEXOS (SI APLICA)	9
9. BIBLIOGRAFÍA	9

1. Presentación

Las colecciones biológicas ayudan a entender la evolución de los organismos a través del tiempo y cuáles son sus funciones en el planeta tanto ecológica, bioquímica y fisiológicamente (1). Los ejemplares depositados en estas colecciones permiten consultas posteriores a futuras generaciones y a expertos para precisar identificaciones, también ayudan a identificar especies amenazadas, áreas de endemismo y establecer prioridades de conservación (1).

La fauna silvestre cumple una función biológica y ecosistémica muy importante dentro de su entorno que, en últimas, garantiza nuestra supervivencia como especie (2). Si la depredamos de la forma en que lo estamos haciendo actualmente, se genera un ciclo que promueve diversos tipos de conductas delictivas, además, provoca el rápido deterioro de los ecosistemas (2). Por eso, aunque es claro que la gran mayoría de las especies que son traficadas mueren en el proceso y sólo un mínimo porcentaje logra llegar al punto final de la cadena a manos de su comprador, gracias a las labores de educación y concienciación con relación a la tenencia de fauna silvestre, se observa un gran incremento de entregas voluntarias en el Centro de Atención y Valoración de la Fauna Silvestre - CAV - del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2).

La recolección y conservación de muestras biológicas con fines investigativos es una actividad ligada con la historia y evolución de la ciencia; hoy en día, la disponibilidad de bancos de conservación de muestras adecuadamente validadas está asociada con el desarrollo presente y futuro de la investigación científica (3).

Uniendo mis intereses académicos personales por el trabajo en campo y el trabajo en laboratorio surgió la propuesta por parte de la profesora Juliana Martínez de aportar a las Colecciones Biológicas de la Universidad CES (CBUCES), especialmente a la subcolección L, realizando un manual para una adecuada toma de muestras que se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Atención y Valoración de Fauna del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (CAV-AMVA), el cual se realizó bajo la supervisión del coordinador del CAV, Elbert Ramos.

A continuación, se presenta el informe final de las actividades realizadas en CBUCES y CAV-AMVA, incluyendo los respectivos logros y resultados.

2. Reseña de las instituciones

Las Colecciones Biológicas de la Universidad CES (CBUCES) son depositarias de especímenes recolectados en el marco de las actividades de investigación y docencia. Igualmente, custodian especímenes recolectados en estudios de impacto ambiental y monitoreos,

desarrollados por empresas de consultoría ambiental. Sus procesos curatoriales, cumplen con los estándares mundiales de fijación y preservación, y los especímenes se almacenan en un ambiente controlado para maximizar la preservación de estos (4).

El diseño y desarrollo de material didáctico como cartillas, plegables, libros, guías y cortos audiovisuales, para motivar al estudio de la biodiversidad y divulgar información científica a públicos especializados y generales es otro de los servicios que ofrecen las Colecciones Biológicas CBUCES, además son un respaldo a las funciones de docencia, investigación, innovación y extensión de la Universidad CES y soportan cursos y proyectos de diferentes facultades (4). Cuentan con cerca de 6100 especímenes entre artrópodos terrestres, anfibios y reptiles, organismos dulceacuícolas y marino-costeros, mamíferos, plantas y tejidos animales y vegetales; los diferentes tejidos animales, así como los fluidos corporales como sangre, saliva y semen, se encuentran en la subcolección L donde están preservados en condiciones adecuadas para diferentes estudios que impliquen la extracción de ADN (4).

El Centro de Atención y Valoración de Fauna del Valle de Aburrá (CAV-AMVA) es un centro que funciona desde hace 16 años donde llegan los animales silvestres que son incautados o entregados voluntariamente, cuenta con médicos veterinarios, biólogos, bacteriólogos y demás personal idóneo que realiza numerosos procedimientos enfocados a determinar y mejorar el estado de salud de los animales (2). Después de un proceso de recuperación en el que se evalúan las condiciones físicas y psicológicas del animal, y que en muchos de los casos toma varios años, se determina si es apto para ser devuelto al medio natural (2).

La experiencia acumulada en el trabajo del CAV permite afirmar que la gran mayoría de los animales conserva su instinto de supervivencia y la conducta propia de su especie, y gracias a esa condición es posible regresarlos a su entorno. Paralelo a esto, la entidad desarrolla una serie de acciones producto de la denuncia de la ciudadanía para lograr el decomiso de fauna silvestre a los comercializadores y propietarios. Además, adelanta operativos de control en las vías de ingreso a la región, especialmente en temporada de vacaciones, época en la que se incrementa el tráfico de especies de fauna silvestre.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Aprender el proceso de curaduría de muestras de tejidos biológicos de animales desde la toma de éstas hasta su posterior depósito en una colección y que permita la elaboración de un manual que contenga este procedimiento.

3.2 Objetivos específicos

- Supervisar la toma de muestras de tejidos de animales silvestres en un centro de atención y valoración de fauna.
- Depositar las muestras con su debido proceso de curación en una colección biológica.
- Elaborar un manual con el protocolo realizado en la toma de muestras y depósito en las colecciones biológicas

4. Logros alcanzados

- Se adquirieron conocimientos sobre manipulación animal para la toma de muestras de biológicas para extracción de ADN.
- Se apoyaron procesos rutinarios de las instalaciones del CAV-AMVA.
- Se conoció el proceso de funcionamiento de una colección biológica.
- Se realizó el procedimiento de curación de las muestras tomadas.
- Se afianzaron las habilidades para realizar una PCR convencional y electroforesis.
- Se realizó un manual con el proceso de toma de muestras de tejidos y su curaduría.
- Se adquirieron habilidades prácticas que generan un crecimiento personal en el ámbito laboral.

5. Resultados

5.1 Centro de Atención y Valoración de Fauna del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (CAV-AMVA)

Las actividades realizadas en las instalaciones del CAV-AMVA incluyeron capacitar a las personas en como tomar muestras de la forma más adecuada y además de esto también estar en el momento de la toma de las muestras biológicas para supervisar que fuera realizado de la forma correcta.

Por otro lado, estar en las instalaciones también me permitió apoyar a los veterinarios y biólogos presentes en procedimientos rutinarios, como revisiones y administración de medicamentos, permitiéndome conocer un poco sobre el adecuado manejo de los animales.

Para realizar la capacitación se hizo una búsqueda teórica previa sobre los métodos menos invasivos y más acertados al momento de tomar muestras de tejidos para bancos de ADN. Los cuales luego fueron comunicados al personal del CAV-AMVA para que ellos en sus labores rutinarias con los animales tomaran estas muestras sin necesidad de causar un

estrés extra al animal. Al momento de la toma de muestras estuve presente para comprobar que estas fueran tomadas y almacenadas de la forma correcta, secas y debidamente marcadas con la especie y la identificación del animal.

Además de lo mencionado anteriormente, al estar presente en las instalaciones del CAV-AMVA pude apoyar a los veterinarios y biólogos principalmente en el manejo de los animales.

5.2 Colecciones Biológicas de la Universidad CES (CBUCES)

En las Colecciones Biológicas de la Universidad CES (CBUCES), las actividades realizadas fueron en la subcolección L, apoyando la curaduría de la colección y, además, apoyando los servicios que esta ofrece.

En el proceso de curaduría de las 78 muestras tomadas, entre las cuales se encontraban pelo, saliva, plumas y sangre, inició en el momento que las muestras llegaron al laboratorio de CBUCES, allí fueron inmediatamente puestas en una cuarentena de 15 días en un congelador a -80°C con el fin de eliminar bacterias, virus, ácaros, entre otros; que pudieran afectar los demás especímenes de las Colecciones de la Universidad. Luego de pasar por esta cuarentena, a los especímenes recolectados se les asignó un número en la colección y la base de datos fue llenada correspondiendo al depósito oficial de estas muestras de tejidos en las Colecciones Biológicas de la Universidad CES.

El sexaje de aves para el CAV-AMVA fue el servicio de las CBUCES en el cual participé. Este sexaje se realizó por medio de una PCR convencional con el propósito de amplificar el gen CDH, ubicado en los cromosomas sexuales Z y W para determinar si el individuo era macho (ZZ) o hembra (ZW). Luego de amplificar estos genes el siguiente paso era realizar una electroforesis para ver el resultado de cada muestra. El ADN fue obtenido de los cálamos de las plumas de las aves de interés, se sexaron en total 30 aves.

Teniendo en cuenta el proceso realizado, principalmente en la toma de muestras y el depósito de estas, se realizó un manual con el proceso más adecuado y viable para aportar de una manera correcta a las colecciones.

6. Conclusión

Realizar una pasantía como proyecto final del programa de biología es recomendable por el desarrollo de destrezas personales y el gran aporte a los conocimientos profesionales, estos generan competencias para una adecuada formación como biólogos integrales que aportan al crecimiento de la sociedad.

Gracias a esta experiencia fue posible reforzar habilidades en el manejo de fauna silvestre, principalmente en aves y pequeños mamíferos; también adquirir los conocimientos

necesarios para tomar adecuadamente muestras biológicas que puedan ser depositadas en bancos genéticos. Además, la pasantía aportó al fortalecimiento de las habilidades necesarias para el trabajo en un laboratorio, como el manejo de equipos, el seguimiento de protocolos y la solución de problemas.

7. Recomendación

Al momento de realizar pasantías en el Centro de Atención y Valoración de fauna del Área Metropolitana (CAV – AMVA) o cualquier trabajo de grado que involucre la manipulación de los animales en este lugar, es recomendable recibir una capacitación previa sobre manejo y comportamiento animal para evitar accidentes.

8. Anexos (si aplica)

MANUAL PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE ADN POCO INVASIVAS Y SU DEPÓSITO EN UNA COLECCIÓN BIOLÓGICA

PRESENTACIÓN

En este manual se expone el procedimiento adecuado para la toma de muestras de tejidos a animales que se encuentren en centros de atención y valoración de fauna silvestre. Además de esto, también se presenta como preservar estas muestras en una colección biológica que garantice un buen manejo y conservación de éstas, y que estén disponibles para la realización de todo tipo de investigaciones. El manual está dirigido principalmente a los profesionales que hacen parte de estos centros, como los biólogos, ecólogos y médicos veterinarios, ya que son las personas que tienen contacto con los animales.

Las colecciones biológicas de tejidos en los centros de atención y valoración de fauna, además de ser un depositario que apoye investigaciones, tendrán información recolectada que con el tiempo ayudará a estos centros a una posible y más acertada liberación de los individuos, ya que, teniendo información genética de las poblaciones de diferentes lugares, se puede conocer con más exactitud la procedencia de los animales en cuestión.

INTRODUCCIÓN

Las colecciones biológicas son depósitos importantes de biodiversidad, son archivos detallados de la vida extinta y actual del planeta. También contienen la ocurrencia de los ejemplares en espacio y tiempo, que sirven para el estudio de diferentes ramas de la ciencia principalmente la biología (1). Desde el punto de vista funcional, una colección biológica debe cumplir dos propósitos, ser receptores de muestras y garantizar su adecuado almacenamiento, y que sus muestras estén disponibles para la realización de todo tipo de

investigaciones. Actualmente, una colección biológica debe proveer un espacio físico adecuado que garantice el buen manejo, la conservación y la transferencia de las muestras de forma indicada; también necesita un buen sistema de administración de los especímenes con rigor científico y estándares de calidad (2).

La fauna silvestre cumple una función biológica y ecosistémica muy importante dentro de su entorno que, en últimas, garantiza nuestra supervivencia como especie (3). La recolección y conservación de muestras biológicas con fines investigativos es una actividad ligada con la historia y evolución de la ciencia; hoy en día, la disponibilidad de bancos de conservación de muestras adecuadamente validadas está asociada con el desarrollo presente y futuro de la investigación científica (2).

Las colecciones de tejidos están hechas para conservar muestras y extraer moléculas orgánicas o inorgánicas concretas, ya sean proteínas o ácidos nucleicos de los especímenes que están en instituciones dedicadas al estudio de la biodiversidad, en ellos se guardan genomas de organismos actuales y antiguos que juntos forman un patrimonio genético (4). Estas colecciones son muy importantes en la conservación de la biodiversidad para definir poblaciones, estos registros también ayudan a identificar su distribución geográfica y su abundancia, y así conocer el estado en que se encuentran las poblaciones (5), evaluando riesgos, asignando prioridades, delimitación de unidades y diseños eficaces de conservación (6).

Desde hace mucho tiempo se han realizado diferentes técnicas de colecta de muestras, adaptando los métodos desarrollados a partir de las técnicas de muestreo en humanos o animales domésticos. Estas técnicas se pueden clasificar en dos tipos, las no invasivas y las invasivas. Las técnicas no invasivas son las que no requieren manipulación del animal, mientras que las técnicas invasivas requieren contención del individuo (7).

El propósito de este manual es presentar técnicas para la toma de muestras de tejidos animales, que sean poco invasivas y que puedan ser utilizadas principalmente en animales que se encuentren en centros de atención y valoración de fauna silvestre, muestras que puedan ser tomadas durante los procedimientos propios de estos centros. Además, que estas muestras se almacenen de la manera más adecuada y puedan ser parte de una colección biológica, para que apoyen investigaciones y labores de reintroducción.

MATERIALES

Toma de muestras

- Hisopos
- Agua destilada
- Gasa, tela garza, servilleta
- Bolsas de plástico resellables
- Bolsas de papel
- Cinta de enmascarar
- Lapicero
- Bisturí

- Viales 1.5 ml
- Marcador permanente
- Tubos tapa lila o tapa azul
- Guantes
- Tijeras
- Etanol 96%
- Poliestireno (icopor)
- Pinzas

Depósito de las muestras en una colección biológica

- Refrigerador / congelador
- Papel para las etiquetas
- Computador
- Armarios adecuados
- Impresora

TOMA DE MUESTRAS

Las células representan el componente básico de los organismos, prácticamente todas las células tienen ADN, el cual es el material hereditario en los animales y en la mayoría de los organismos (8), además, es donde se encuentra la información genética de los seres vivos. Por esta razón la toma de muestras genéticas se puede realizar en casi cualquier parte del cuerpo del animal; en este manual se expondrán métodos de como tomar estas muestras y que sean lo menos invasivas y estresantes posibles para el animal.

Recomendaciones generales

Tomar las muestras usando guantes desechables y marcar adecuadamente cada muestra tomada, asignando un número de recolección o el código final con el cual quedará almacenado en la colección, también escribir el tipo de muestra, la fecha de recolección, el tipo de animal y su identificación; y si el dato está disponible agregar el lugar físico de donde provenía el animal (país, coordenadas, etc.).

Las muestras deben mantenerse alejadas de la luz, el calor y la humedad, además de los movimientos bruscos, esto puede provocar daños.

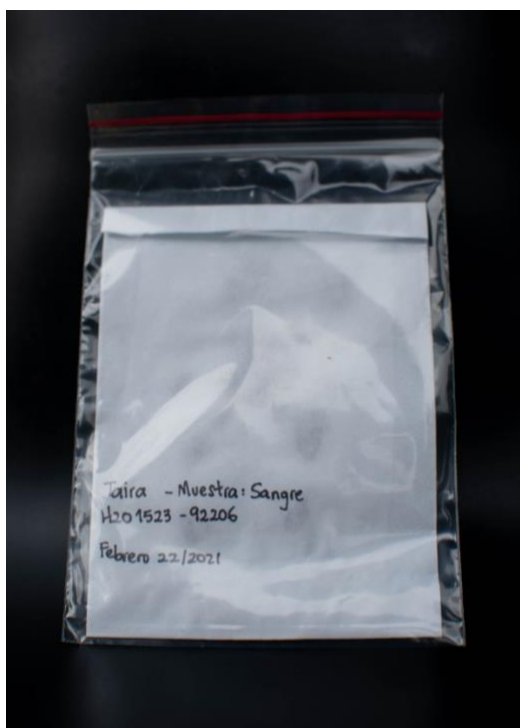


Imagen 1. Ejemplo de marcaje de muestra

Muestras de sangre

Para que la toma de muestras de sangre sea poco invasiva y que no se exponga al animal a un estrés adicional, es recomendable aprovechar los procedimientos médicos para tomar estas muestras.

1. Usar guantes desechables para no contaminar la muestra que será tomada.
2. Para la muestra seca se necesitan depositar aproximadamente 5 gotas de sangre en una gasa, tela garza, servilleta, algodón o hisopo, todo previamente esterilizado (9).
3. Se debe dejar secar muy bien la sangre. Esto es importante, porque si la muestra se guarda húmeda puede iniciar su respectivo proceso de descomposición y también puede volverse un vector para el crecimiento de hongos, esto haría que la muestra quede inutilizable.
4. Posteriormente la gasa debe guardarse en la bolsa de papel y esta, en la bolsa plástica resellable.
5. La bolsa de papel debe ir debidamente marcada.
6. La muestra seca no requiere cadena de frío.



Imagen 2. Muestra seca de sangre.

7. Cuando la disponibilidad de muestra es más abundante, se puede tomar una muestra líquida en un tubo EDTA (9).

8. Marcar adecuadamente el tubo.
9. Se debe mantener la cadena de frío correspondiente, en periodos cortos de almacenamiento previo al procesamiento 4°C y en periodos largos es recomendable a -20°C para evitar que la muestra inicie su proceso de descomposición.



Imagen 3. Muestra de sangre líquida (fuente: UNAM).

Hisopados

Usar hisopos para tomar muestras de ADN es una de las técnicas menos invasivas existentes, además, de que el nivel de estrés aplicado a los animales es muy poco. Con los hisopos se pueden tomar muestras del aparato bucal, del ano, de heridas o de lesiones. Es recomendable que el hisopado bucal sea antes de que el animal se alimente, y que el hisopado anal no sea inmediatamente después de que el animal defecue.

1. Usar guantes desechables.
2. Usar hisopos estériles.
3. Humedecer el hisopo en el agua destilada para minimizar la incomodidad del animal.
4. Frotar el hisopo en el lugar de interés, sea la cavidad oral (9), una lesión o el ano.
5. Esperar que el hisopo utilizado se seque totalmente, esto puede realizarse clavando el hisopo en un trozo de poliestireno (icopor), para evitar que la muestra se descomponga o genere el crecimiento de patógenos no deseados como hongos.
6. Es recomendable marcar con cinta de enmascarar el hisopo para que no haya confusiones en el momento de guardar.
7. Guardar el hisopo en la bolsa de papel correspondiente, marcada adecuadamente, y luego guardarla en una bolsa de plástico resellable.



Imagen 4. Hisopado oral (Fuente: Fundación AIUNAU)



Imagen 5. Hisopado anal (Fuente: Cornare)

Plumas y pelos

Para tener una adecuada muestra de ADN de los pelos y las plumas debemos tener en cuenta que estas deben ser arrancadas y no cortadas del animal en cuestión, para que las plumas puedan salir con su respectivo cálamo y los pelos con su respectiva raíz, ya que estos son los que guardan la información genética.

1. Usar guantes
2. Si la muestra deseada son plumas se pueden usar las de las aves en proceso de rehabilitación, a las cuales les arrancan sus plumas, si no hay disponibles se le arrancan un aproximado de 3 plumas, preferiblemente plumas de vuelo porque estas tienen su cálamo más grande y así la muestra es mejor (9).
3. Si la muestra deseada son pelos pueden usarse pinzas para arrancarlos o simplemente con los dedos, se recomiendan que sean aproximadamente 10 pelos (9).
4. Las muestras deben estar completamente secas para evitar el crecimiento de hongos que las afecten.
5. Al momento de guardar estas muestras es recomendable que los cálamos y las raíces apunten al interior de la bolsa de papel para protegerlos.
6. Marcar debidamente la bolsa de papel y guardar ésta en su respectiva bolsa plástica resellable.



Imagen 6. Cálamos de plumas.



Imagen 7. Raíces de pelos.

Tejidos

Las muestras de tejido son una muy buena fuente de ADN, para que la toma de estas muestras no sea estresante ni muy invasiva, estos pueden provenir de animales muertos que lleguen a los centros, también pueden ser tomadas de animales que pasen por procedimientos médicos como cirugías o curación de heridas.

1. Usar guantes
2. Con un bisturí debidamente esterilizado realizar un corte en la zona de interés, preferiblemente músculo, corazón, hígado, pulmón o piel, el corte debe ser de un aproximado de 1 cm cuadrado
3. La muestra tomada se deposita en recipiente, es recomendado un vial de 1.5 mL, a la cual se le agrega etanol al 96% suficiente que pueda cubrir la muestra. En caso tal de no tener etanol, la muestra se puede congelar para ser preservada.
4. El recipiente en el que se almacena la muestra debe estar debidamente marcado.



Imagen 8. Viales con muestras de tejidos (Fuente: CBUCES)

Huesos y dientes

La toma de muestras de hueso se realiza en animales que fallecieron o que se les practica algún procedimiento médico, normalmente se toma cuando no hay otro tipo de muestra disponible. Los dientes que se puedan recolectar de animales muertos o también cuando son extraídos en algún procedimiento médico.

1. Usar guantes desechables.
2. Hacer un corte de aproximadamente 10 cm cerca del extremo del hueso, el hueso debe estar preferiblemente sin tejidos blandos y sin médula.
3. Se deja secar muy bien.
4. La muestra se guarda en una bolsa de papel debidamente marcada, la cual a su vez de deposita en una bolsa plástica resellable.
5. Se almacena a temperatura ambiente.
6. Si el hueso tiene tejidos blandos o médula es necesario congelar la muestra.
7. Los dientes se deben lavar, es recomendable que no estén rotos y que no tengan caries.
8. Luego de lavarlos, se dejan secar bien.
9. Se depositan en una bolsa de papel debidamente marcada y a su vez, en una plástica resellable.

DEPÓSITO EN COLECCIÓN BIOLÓGICA

Para preservar las muestras de una forma adecuada no solo se necesita un buen almacenamiento, también es necesario tener una base de datos óptima en la que los especímenes queden registrados de una forma correcta.

1. Las muestras deben pasar por un periodo de cuarentena de 15 días, a una temperatura de -80°C , esto con el fin de eliminar bacterias, virus, ácaros, entre otros; que puedan contaminar y afectar las demás muestras.
2. A la muestra en cuestión se le asigna un número o código dentro de la colección para una mejor organización.
3. La base de datos de cada espécimen debe contar con el código que le fue asignado, además, de la información taxonómica del animal del cual fue tomada la muestra, también si se cuenta con la información, poner el lugar del cual procede el animal, país, coordenadas y todo lo que sea posible para tener un mejor lugar de procedencia.
4. El lugar físico en el que se van a guardar las muestras debe ser preferiblemente una habitación sin mucho flujo de personal y es recomendado tener un purificador de aire para prevenir contaminaciones en las muestras.
5. Las muestras líquidas o de tejidos que no se preservan con etanol, se deben guardar en nevera a -20°C



Imagen 9. Muestra debidamente etiquetada (Fuente: CBUCES)

CONCLUSIÓN

Tomar muestras genéticas a los animales que se encuentran en centros de atención y valoración no significa someterlos a un estrés adicional, ya que las muestras mínimamente invasivas se realizan en los procesos rutinarios de estos centros.

La presencia de colecciones biológicas, especialmente de tejidos con ADN, en los centros de atención y valoración de fauna es un gran apoyo para los procesos de reintroducción de los individuos, estas colecciones generan un banco con información de la procedencia de los animales y con esto mejorar los procesos de liberación.

BIBLIOGRAFÍA

1. COLECCIONES BIOLÓGICAS [Internet]. Disponible en: <http://www3.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/2019/Hojas%20Tecnicas%202019/10.%20COLECCIONES%20BIOLÓGICAS.pdf>
2. Martínez JC, Briceño I, Hoyos A, Gómez A. A strict and essential strategy conservation of biological samples. 2012;37:5
3. CAV [Internet]. Disponible en: <https://www.metropol.gov.co:443/ambiental/Paginas/Fauna-silvestre/CAV.aspx>
4. Fraile IR. LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GENÉTICO: COLECCIONES DE ADN Y TEJIDOS. :327
5. Las Colecciones Biológicas, ¡fundamentales para la conservación de la Biodiversidad! [Internet]. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/actualidad/item/999-colecciones-conservacion-biodiversidad>

6. GODOY JA. La genética, los marcadores moleculares y la conservación de especies. Revista Ecosistemas [Internet]. 14 de enero de 2009;18(1). Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/73>
7. García-Feria L, Barbachano-Guerrero A, Vásquez-Aguilar AA. Técnicas de colecta, manejo y envío de muestras biológicas de fauna silvestre. En 2015. p. 21-51
8. Genetic Alliance; Washington (DC): Genetic Alliance; 2009 Jul 8. Anexo A, INFORMACIÓN GENÉTICA BÁSICA. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK132204/>
9. Gonzalez M. A., Arenas-Castro H. (Eds). 2017. Recolección de tejidos biológicos para análisis genéticos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 33 pp.

9. Bibliografía

1. (PDF) Clasificación, manejo y conservación de colecciones biológicas: una mirada a su importancia para la biodiversidad [Internet]. ResearchGate. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/305682939>
2. CAV [Internet]. Disponible en: <https://www.metropol.gov.co:443/ambiental/Paginas/Fauna-silvestre/CAV.aspx>
3. Martínez JC, Briceño I, Hoyos A, Gómez A. A strict and essential strategy conservation of biological samples. 2012;37:5.
4. Colecciones Biológicas Universidad CES [Internet]. Disponible en: https://sitios.ces.edu.co/cbucos/#home_page