

MANUAL DE MONITOREO



Sitios Permanentes de
Calibración y Monitoreo
de la Biodiversidad

Índice general

1. El sistema SiPeCaM	5
1.1. Estructura Administrativa	5
1.1.1. Papel de CONABIO en SiPeCaM	5
1.1.2. Papel del SOCIO SiPeCaM	6
1.1.3. Papel del MONITOR SiPeCaM	7
1.2. Diseño de muestreo	8
1.2.1. Diseño espacial	8
1.2.1.1. Condiciones para la selección de cúmulos SiPeCaM	10
1.2.2. Diseño temporal	10
1.2.2.1. Periodicidad de las entregas	12
1.2.2.2. Plataforma SiPeCaM	13
1.2.3. Preguntas frecuentes	14
1.3. Evaluación Rápida de Integridad Ecológica	16
1.3.1. Descripción del proceso	16
1.3.2. Cuestionario KoboCollect de la ERIE	18
1.3.3. Preguntas frecuentes	21
2. Monitoreo de Fauna	23
2.1. Estructura de un nodo SiPeCaM	23
2.2. Monitoreo mediante fototrampeo	25
2.2.1. Instrumental	25
2.2.1.1. Cámara	25
2.2.1.2. Baterías	26
2.2.1.3. Tarjeta de memoria	27
2.2.2. Uso básico del equipo	27
2.2.3. Configuración del equipo	27
2.2.4. Colocación del equipo	27
2.2.4.1. Selección del sitio de colocación	30
2.2.4.2. Selección del sitio de colocación	30
2.2.4.3. Montaje del equipo	31
2.2.4.4. Recambio del equipo	32
2.2.5. Preguntas frecuentes	32
2.3. Monitoreo acústico pasivo	33
2.3.1. Instrumental	33
2.3.1.1. Grabadora	33
2.3.1.2. Baterías	34

2.3.1.3. Tarjeta de memoria	34
2.3.1.4. Cable USB/microUSB	35
2.3.1.5. Adaptador USB/microUSB	35
2.3.1.6. Carcasa protectora	35
2.3.2. Uso básico del equipo	35
2.3.3. Configuración del equipo	36
2.3.3.1. Instalación de la aplicación SM Sipecam	36
2.3.3.2. Proceso de configuración	36
2.3.4. Colocación del equipo	39
2.3.4.1. Selección del punto de colocación	39
2.3.4.2. Montaje del equipo	40
2.3.4.3. Recambio del equipo	41
2.3.5. Preguntas frecuentes	41
2.4. Monitoreo de pequeños mamíferos	43
2.4.1. Instrumental	43
2.4.2. Uso básico del equipo en campo	43
2.4.2.1. Preparación de las trampas	43
2.4.3. Colocación del equipo	43
2.4.4. Procesamiento de los ejemplares	46
2.4.4.1. Manejo de los ejemplares capturados	46
2.4.4.2. Medidas morfométricas	46
2.4.4.3. Extracción de muestras	46
2.4.5. Revisión de muestras y resguardo	49
2.4.5.1. Limpieza y mantenimiento del equipo	53
2.4.6. Preguntas frecuentes	53
3. Cuestionarios en KoboCollect	55
3.1. Preliminares	55
3.1.1. Instalación de KoboCollect	55
3.1.2. Configuración de KoboCollect	56
3.1.3. Obtención y actualización de formularios	56
3.2. Cámaras Trampa y Grabadoras v 1.0	58
3.2.1. Información básica de colocación	58
3.2.2. Información de campo sobre colocación de fototrappedas	60
3.2.3. Información de campo sobre colocación de grabadoras	64
3.3. Toma de muestras en Pequeños Mamíferos v1.0	70
Apéndices	
A. Configuración avanzada	77
A.1. Parámetros de configuración para grabadoras	77
A.2. Actualización de firmware AudioMoth	79
A.2.1. Descarga de la aplicación para escritura de firmware AudioMoth	79
A.2.2. Proceso de actualización de firmware	79
B. Materiales de apoyo.	81
B.1. Videos de capacitación SiPeCaM.	81
B.1.1. Taller 1	81
B.1.2. Taller 2	81

1. El sistema SiPeCaM

El proyecto nacional de Sitios Permanentes de Calibración y Monitoreo de la Biodiversidad (SiPeCaM) permite: I) Calibrar el desempeño de los sitios existentes del Inventario Nacional Forestal y el Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (que consiste en comparar los resultados del programa anterior con los que se obtendrá de la propuesta actual), II) Analizar la sensibilidad de los indicadores que subyacen a los procesos de degradación ecológica, y III) Incorporar un componente de servicios ambientales provistos por la biodiversidad, incluyendo, por primera vez, la potencial regulación de enfermedades zoonóticas.

Particularmente se enfatiza en el estado de las comunidades animales, indicador relevante que emplea a la defaunación como métrica. Investigaciones recientes demuestran que esta nueva medición refleja de manera complementaria a la deforestación y a los múltiples efectos del impacto antropogénico. Así, la respuesta del componente faunístico en sitios con diferente integridad ecosistémica (impulsados por el cambio de uso del suelo, la sobreexplotación, las especies invasoras y el cambio climático, así como las interacciones entre sí), permite complementar las evaluaciones más tradicionales cuyo énfasis es vegetal, y reconocer la variación en el estado forestal y de la fauna entre los ecosistemas en México. Como se describe más adelante, el sistema de calibración propuesto además de incorporar el aspecto de la fauna desde diferentes perspectivas, facilita apreciar qué componentes son clave para enfocar de manera eficiente los recursos y esfuerzos del monitoreo de la biodiversidad y la conservación de los ecosistemas frente al futuro.

1.1. Estructura Administrativa

Para eficientizar la estructura de procedimientos y comunicación del proyecto SiPeCaM, se determinaron tres elementos básicos como eje central para su correcto funcionamiento: I) Monitores, II) Socios y III) CONABIO. De esta manera se asegura el alcance de objetivos del proyecto, donde cada elemento es considerado por su importancia y papel a desarrollar dentro de las actividades.

Tal y como se observa en el diagrama de la Figura 1.1.0.1, la estructura administrativa como de comunicación, ha sido diseñada de forma parsimoniosa para evitar retrasos en las actividades que podrían impactar en el alcance de los objetivos fijados y en el cumplimiento del cronograma. A continuación se describe el papel y el rol que cada uno de los elementos tiene dentro de las actividades planeadas

1.1.1. Papel de CONABIO en SiPeCaM

Al ser dicho ente de gobierno donde se originó el proyecto, el papel que guarda la CONABIO y sus actividades principales son los siguientes:

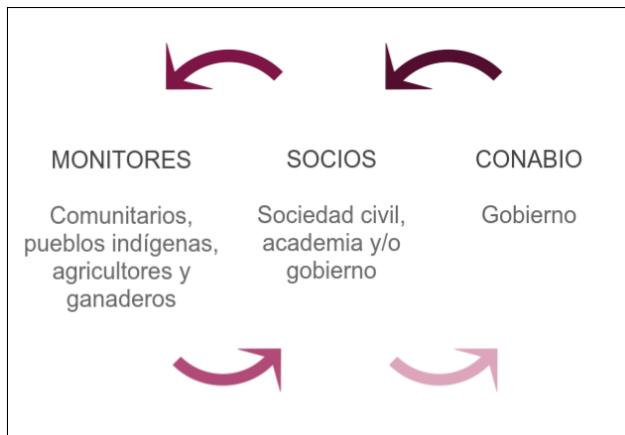


Figura 1.1.0.1: Estructura administrativa SiPeCaM

- Establecimiento del diseño de muestreo en conjunto con instituciones, academia y expertos (SOCIOS-MONITORES).
- Establecer mediante instrumentos legales la colaboración con SOCIO-MONITORES.
- Proveer de los equipos y materiales a los SOCIOS-MONITORES necesarios para las actividades.
- Proporcionar la capacitación correspondiente en los equipos y herramientas a emplear.
- Cumplir con lo acordado en el convenio de colaboración sobre el pago de jornales y cobertura de gastos de viaje por los monitoreos a realizar.
- Vigilar que la relación SOCIO-MONITORES se realice en los términos establecidos con la finalidad de asegurar el beneficio para la población.
- Mantener una comunicación constante y fluida con los actores del proyecto a fin de que las actividades y objetivos se puedan cumplir conforme a lo establecido.

Se considera que mantener una comunicación eficiente de la CONABIO tanto para con los SOCIOS, así como para con los MONITORES, permite que los procedimientos, solicitudes, dudas y/o comentarios sean atendidos de manera oportuna en tiempo y forma. Es por ello que se definió a la comunicación vía correo electrónico como método a utilizar para dichas interacciones, ante ello se solicita que los correos referentes a temas administrativos (convenios, pagos, viáticos, etc.) sean dirigidos al Administrador del Proyecto SiPeCaM Rodrigo Mejia Velázquez a la dirección de correo: rmejia@conabio.gob.mx

1.1.2. Papel del SOCIO SiPeCaM

Para mantener el monitoreo es crucial establecer una estrecha colaboración con los SOCIOS del proyecto, quienes fungen un papel relevante entre la CONABIO y la población local que participa como MONITORES. Los socios se encargan de la diseminación, operación, mantenimiento de sensores y recuperación de los datos registrados. El papel de los socios es clave, por lo que se necesita establecer convenios de responsabilidad bidireccional, donde también gozarán del reconocimiento pertinente al final de la primera fase del monitoreo en campo (un año) al demostrar un desempeño eficiente en la entrega puntual de la información. Se requiere un socio con capacidad de controlar las actividades que se describen más adelante. Las actividades a realizar por el socio, tal y como se ha definido en el convenio de colaboración (anexo técnico) son las siguientes:

- Realizar en conjunto con la CONABIO las reuniones para definir las zonas donde se realizarán las actividades del proyecto.

- Mantener comunicación estrecha con los responsables técnicos y administrativos de la CONABIO.
- Establecer un responsable que sea el contacto entre la CONABIO y el SOCIO, con ello se espera una comunicación fluida y eficiente.
- Creación y mantenimiento de una red de colaboración con los monitores seleccionados entre las comunidades locales.
- Capacitar a los monitores en el uso de las herramientas de monitoreo.
- Recibir, catalogar, mantener, y dispensar todas las herramientas necesarias para efectuar el monitoreo a los monitores SiPeCaM.
- Seguimiento, recepción o recolección de los datos grabados obtenidos por los monitores.
- Envío de datos a través del internet (imágenes/video) a la CONABIO.
- Envío físico a la CONABIO de las grabaciones.

1.1.3. Papel del MONITOR SiPeCaM

Las personas que desarrollarán el papel de MONITORES dentro del proyecto, son pobladores locales de la comunidad donde se realizarán las actividades, por ello, es muy importante que la relación con los SOCIOS se lleve a cabo mediante una aproximación culturalmente adecuada, de manera libre, informada y de buena fé. De tal forma que, se mantenga una comunicación armoniosa, se les proporcione la información necesaria para dar a conocer el proyecto, el fin de las actividades que se van a ejecutar, y demostrando el beneficio que van a obtener dentro de su comunidad.

Las actividades a desarrollar por cuenta de los monitores son las siguientes:

- Establecer acuerdos con los socios.
- Participar en las capacitaciones del equipo y materiales que serán utilizados en el proyecto.
- Conocer y entender el plan de monitoreo establecido en el anexo y que requiere sea difundido, explicado y comprendido por los socios para poder llevarlo a cabo con éxito.
- Antes de la salida de campo verificar el material que se llevará en la aplicación de celular (Lista de verificación).
- La colocación de equipo: 5 cámaras Reconyx, 6 micrófonos AudioMoth, en pares (1 audible + 1 ultrasonido) de acuerdo a las especificaciones técnicas de este mismo manual.
- Acampar o visitar la estación central del nodo para colocar durante 3 noches continuas, 50 trampas Sherman por mes. Cada mañana de esos días revisará, tomará muestras y registrará los datos pertinentes requeridos para los pequeños mamíferos que cayeron en las trampas. Las cámaras y los micrófonos permanecerán activos por los siguientes 30 días en el par de nodos.
- A los 15 días del inicio, se llevan tarjetas vacías para cámara y micrófonos y pilas nuevas, en el caso de que aparecieran como llenas, se cambiarán según las indicaciones proporcionadas por el SOCIO para el proceso y descritas en este manual.
- A partir del día 31 de haber iniciado el monitoreo, se vuelve al nodo para recoger todo el equipo activo en campo (cámaras y grabadoras), es decir después de cubrir 30 días completos de monitoreo en el par de nodos. El equipo se lleva de regreso a la comunidad para el cambio de tarjetas, revisión de baterías y limpieza del equipo.

1.2. Diseño de muestreo

1.2.1. Diseño espacial

El diseño de muestreo de los SiPecaM cuenta con una estructura espacial anidada en dos niveles, el primero nacional, que considera como método de estratificación o separación a los siete grandes grupos de ecosistemas o biomas basados en la vegetación (bosques templados, bosques mesófilos, selvas húmedas, selvas secas, matorrales xerófilos, pastizales y vegetación hidrófila o humedales); el segundo a nivel subregional, dónde asegurada la concordancia de clima y tipo de vegetación preponderante se establecen unidades pseudo-experimentales denominadas cúmulos, dentro de áreas promedio cercanas a los 325 km² de extensión.

Los cúmulos fungen como una unidad de elementos pareables requeridos para el análisis estadístico de experimentos denominados pares armonizados (o muestras pareadas, o grupos pareados: matched pairs design, en inglés). La finalidad es que cada elemento pareado sea, si no igual, muy parecido entre sí excepto por aquella variable que es el objetivo del estudio. En este caso, la variable de interés es el efecto que tiene sobre la fauna el grado o nivel de integridad (o su inverso, la degradación) que presentan los ecosistemas. El segundo nivel segregá el conjunto de elementos en dos grados de integridad, uno que va de muy alto a alto y otro de alto a medianamente alto, es decir, un grupo de unidades bien conservadas y otro con niveles moderados de degradación. A estos grupos se les ha denominado módulos y los diferenciamos mediante la cualificación íntegro y degradado, sin que este último llegue a niveles en los que exista un cambio o sustitución de la cobertura original. Finalmente, cada módulo está constituido por cinco elementos a parear, a éstos elementos les hemos llamado nodos, la razón de este nombre es porque provienen de una malla regular de 5 X 5 km, donde cada intersección o nudo fue usado para el análisis y propuesta original de los mismos (ver Figura 1.2.1.1 para una representación esquemática de la estructura espacial). Dentro de los ecosistemas considerados en el estudio, los humedales presentaron un problema para su representación ya que de entre ellos solamente los manglares muestran niveles suficientes de extensión y agregación para cumplir con las reglas de selección del diseño. Por lo anterior el ecosistema o bioma de humedales ha quedado representado sólo por los manglares en demérito de los restantes, que no son de importancia menor.

Ecosistema	% del territorio	# cúmulos con base en %	# de cúmulos ajustado	# de cúmulos seleccionables	# de nodos seleccionables	Nodos en ANP	% Nodos en ANP
Bosques templados	22.67%	9	7	18	265	96	36%
Bosques mesófilos	1.59%	1	3	7	89	10	11%
Selvas húmedas	9.19%	4	5	9	127	57	45%
Selvas secas	20.45%	8	7	14	215	77	36%
Matorrales xerófilos	34.62%	13	10	15	205	80	39%
Pastizales	9.63%	4	5	8	109	18	17%
Vegetación hidrófila*	1.84%	1	3	5	57	52	91%
<small>*Restringido a Manglar</small>		40	40	76	1067	390	37%

Figura 1.2.1.2: Número de cúmulos y nodos propuestos y esperados para conformar el sistema de SiPecaM.

cumplirían con las condiciones impuestas dentro del diseño. La selección y propuestas originales fueron hechas en abundancia tanto de cúmulos como de nodos, previendo que deberán existir siempre las condiciones mínimas de accesibilidad y seguridad requeridas para que los monitores puedan cumplir cabalmente y sin riesgos las tareas de instalación, supervisión y trasiego del equipo.

Dado que estas últimas condiciones (accesibilidad y seguridad) no son ubicuamente cartografiadas, no han sido incluidas en la selección de nodos, por lo que varios de ellos serán inevitablemente descartados. Otra de las razones por las cuales se pueden descartar nodos, es porque no cumplen con la validación del valor de IE estimado por el modelo utilizado, aunque se da la opción de reubicar la localización exacta del nodo moviéndolo en cualquier dirección hasta un máximo de 2 km, manteniendo así la condición de distancia mínima entre nodos contiguos del mismo módulo (ver más adelante la condición 3 de selección).

Por consideraciones de índole financiero y capacidad operativa se decidió proponer en una primera instancia un total de 40 cúmulos que con base al porcentaje del territorio ocupado (Figura 1.2.1.2), mismos que se ajustaron para tener un número mínimo de tres cúmulos por ecosistema, con la finalidad de poder hacer comparaciones dentro del tipo de ecosistema o bioma. El ajuste se efectuó a expensas de aquellos ecosistemas con mayor número de cúmulos, restándole a estos y sumándose a aquellos con deficiencia (ver propuesta en la cuarta columna de la misma Figura 1.2.1.2). En quinta y sexta columnas de la referida tabla se muestra el número inicial de cúmulos potenciales que

En quinta y sexta columnas de la referida tabla se muestra el número inicial de cúmulos potenciales que

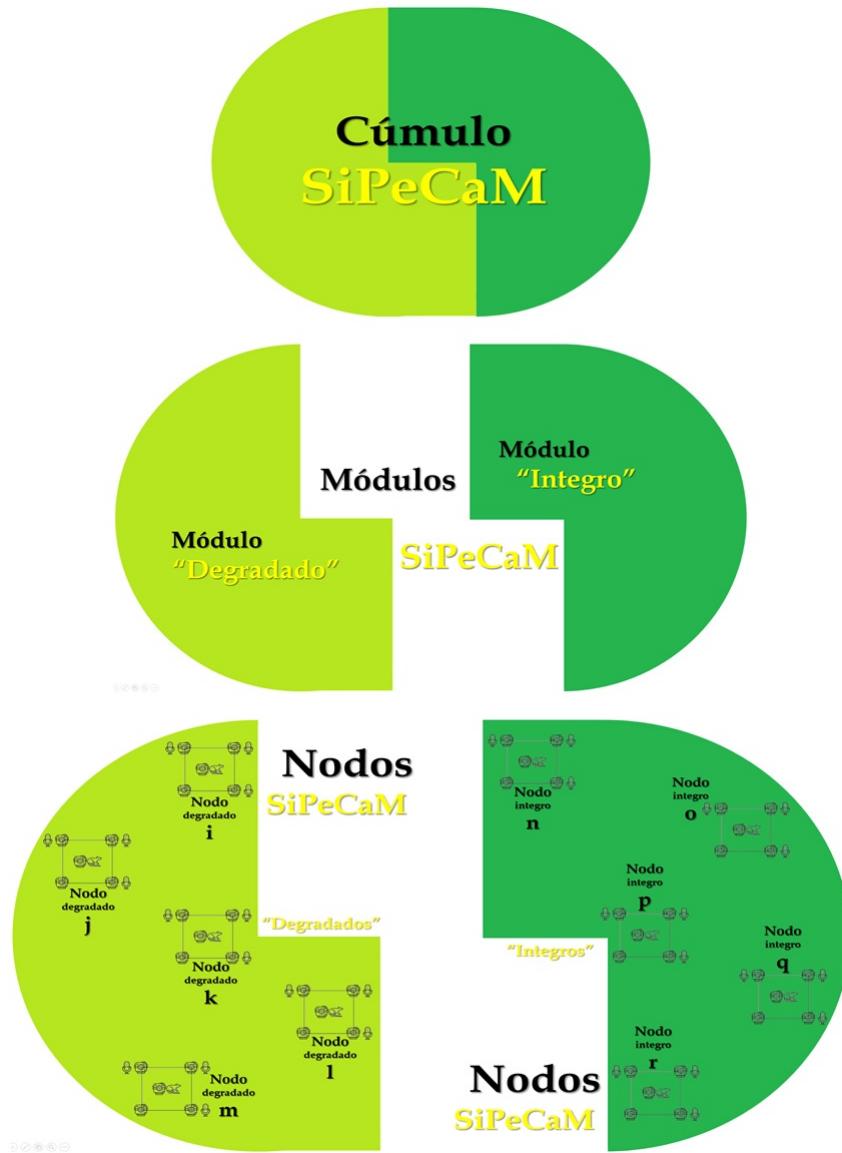


Figura 1.2.1.1: Nomenclatura y representación de los distintos elementos “geográficos” que conforman el sistema de SiPeCaM.

1.2.1.1. Condiciones para la selección de cúmulos SiPeCaM

1. Cada cúmulo debe estar constituido por dos módulos, uno con valores de integridad altos (cuartil más alto o cuarto de la distribución de frecuencias del mapa de Integridad Ecosistémica o IE) que presenta valores de 0.75 a 1 y uno con degradación de somera a mediana (tercer cuartil de IE) con valores de 0.5 a 0.75.

Cabe señalar que varios de los insumos con que se genera el mapa de IE provienen de sensores remotos, dado que la información de campo que da cuenta de la estructura de la vegetación, aunque suficiente, no permite observar toda la variación regional, aunque sí resulta confiable a nivel nacional. Dadas las limitantes mencionadas, podrá haber cierto grado de error en zonas muy específicas del país, entre las que se cuentan como contraste de apertura del dosel debido a condiciones naturales, edáficas, climáticas o de dinámicas de regeneración, así como la imposibilidad de distinguir (sin información adicional) entre zonas relativamente prístinas o regeneradas naturalmente y aquellas con aprovechamiento forestal que han sido regeneradas con auxilio del hombre y presentan a nivel de piso una estructura notoriamente distinta.

2. La mínima separación del diseño entre los dos nodos más cercanos de los dos módulos que se comparan (íntegro vs. medianamente íntegro) no debe ser menor a 10 km, pero tampoco deberá ser mayor a 20 km. Con lo anterior se intenta disminuir el efecto de la autocorrelación espacial entre los dos módulos sin descuidar que las condiciones meso climáticas entre ellos sigan siendo, si no idénticas, comparables.
3. La separación máxima entre los nodos vecinos dentro del mismo módulo no deberá superar los 8 km ni ser inferior a los 3 km. Para la selección de nodos se usó la misma malla que fue usada en el diseño de muestreo del Sistema Nacional de Monitoreo de la Biodiversidad (SNMB) que es una malla regular de 5 km de separación a todo lo largo y ancho del país. Esta malla fue cruzada con el mapa de ecosistemas de México, el mapa de IE y el mapa del modelo digital de elevación para así ubicar zonas suficientemente extensas y homogéneas, pero con un grado suficientemente contrastante de degradación e integridad del ecosistema focal a ser seleccionado.

La distribución espacial de cúmulos a nivel nacional en cada tipo de ecosistema o bioma para el sistema de SiPeCaM se identificó inicialmente como potencial de acuerdo a los criterios descritos anteriormente (Figura 1.2.1.3). Sin embargo, la localización definitiva de los cúmulos, módulos y nodos que integrarán el sistema se definirán conforme a los convenios específicos que se efectúen con cada uno de los socios responsables de la instrumentación de uno o más de los cúmulos que les resulte viable, según sus capacidades. La actualización y visualización de los distintos elementos del sistema, así como el manejo de información y administración relevantes se hace a través de lo que hemos denominado Plataforma SiPeCaM. Misma que se explica de manera sucinta más adelante.

1.2.2. Diseño temporal

El año o calendario lumínico se establece con base en la fecha de inicio de las estaciones, en el caso del SiPeCaM se ha elegido de forma arbitraria la fecha de inicio del solsticio de junio, que para el hemisferio norte corresponde a la estación de verano y al período de lluvias en la mayor parte del territorio. Las razones por las cuales se ha elegido esta calendarización y no la gregoriana son dos: i) La mayor parte de los seres vivos responden a cambios en el fotoperíodo (duración del día respecto a la noche) y altura máxima que alcanza el sol sobre el horizonte, mismo que dispara respuestas fenológicas, fisiológicas o etológicas (i.e. floración, abscisión de órganos, germinación, ecdisis, hibernación, apareamiento) y ii) requerimos una duración mínima de 30 días constantes de despliegue de los diferentes sensores para poder hacer comparaciones dentro y entre los módulos de los cúmulos a nivel nacional, así como para contar con la información suficiente para poder no sólo detectar presencia, sino también la ocupación del hábitat por parte de las diferentes especies de fauna presentes en el área de captación de los sensores.

Las distancias promedio estimadas entre nodos contiguos es de 5 km, en algunos casos puede llegar a duplicarse, pero dado que existen diferencias en el grado de accesibilidad a los mismos, así como al hecho de que la instalación



Figura 1.2.1.3: Distribución inicial propuesta para el sistema de SiPeCaM.

y desinstalación correcta de los equipos y el llenado de la documentación correspondiente a archivos y dispositivos de almacenamiento de información consumen tiempo, el mes SiPeCaM considera un período de 6 días adicionales, tres para la instalación de los sensores y trampas en un nodo determinado, tres más para su desinstalación y traslado al siguiente nodo. En el diseño se considera que este lapso de seis días permite hacer de manera relativamente holgada la mudanza del equipo, pero cabe la posibilidad de mover uno o dos días las fechas de inicio del despliegue en el siguiente nodo en caso de algún evento no previsto.

El año SiPeCaM consiste en la calendarización basada en dos ciclos de visitas a cada uno de los 5 nodos de cada uno de los dos módulos (íntegro y degradado) que conforman el cúmulo. Cada nodo tiene un lapso asignado de tiempo para su instalación, funcionamiento, desinstalación y traslado de 36 días, mismo que denominamos “mes” SiPeCaM. El total de días que contiene un año SiPeCaM es de 360 (i.e. 36 días del “mes” SiPeCaM X 5 nodos X 2 ciclos solsticio-equinoccio). Cabe resaltar que por la exigencia de simultaneidad del despliegue de sensores entre los pares a valorar, se deberá contar con dos equipos trabajando a la par, uno en el nodo íntegro y otro en el degradado, de tal suerte que, la diferencia del arranque de sensores sea inexistente o en todo caso “despreciable”, es decir, mismo día y misma parte de él.

Como comentario adicional a esta calendarización, se hace énfasis en la necesidad de contar con un día adicional en campo la primera vez que se visita un nodo, por tres razones:

1. Ubicar y documentar de la mejor manera la ruta de acceso y localización precisa del nodo en campo.
2. En la primera visita se debe efectuar la Evaluación Rápida de Integridad Ecosistémica (**ERIE**) para constatar o refutar que el sitio propuesto posee un valor de integridad cercano a aquél asignado por el modelo de Integridad Ecosistémica. En caso negativo, habrá que trasladar la ubicación a un sitio lo menos alejado posible que si cumpla con la condición requerida, pero haciendo de nueva cuenta la **ERIE**.
3. Localización de los cinco diferentes puntos donde se colocarán los sensores y trampas, así como la instalación del campamento.

El arranque del monitoreo queda fijado con en el inicio del año SiPeCaM o año lumínico, coincidiendo preferiblemente con el inicio del solsticio de junio del año correspondiente. Para el 2021, dadas las limitaciones de movilidad impuestas por la pandemia de COVID19 aún prevalecientes en el solsticio de junio, se dará inicio de

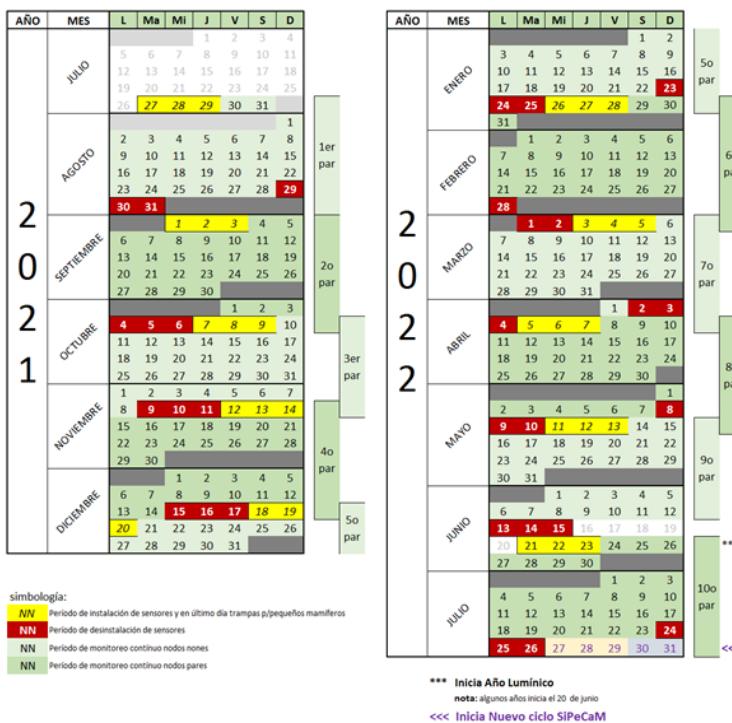


Figura 1.2.2.1: Calendario con fechas de instalación, operación, desinstalación y traslado de equipo para cada uno de los nodos de cada módulo en los dos ciclos que serán visitados dentro del año SiPeCaM 2021-22.

manera diferida en función de cada uno de los tres tipos de ecosistemas o biomas considerados para la primera etapa, a saber: bosques templados, selvas húmedas y selvas secas. De ser posible los tres arrancarán el 27 de julio de 2021, concluyendo el mismo mes de 2022 (Figura 1.2.2.1).

1.2.2.1. Periodicidad de las entregas

En cada entrega SiPeCaM se esperan recibir datos y muestras biológicas a través envíos físicos tanto de las tarjetas como de las muestras:

Datos de fototrampeo: el tamaño de los datos de foto y video dificulta su transferencia vía internet, por lo que deberán enviarse sistemáticamente las tarjetas microSD con la información obtenida cada dos visitas.

Datos de audio: el tamaño de los datos de audio dificulta su transferencia vía internet, por lo que deberán enviarse sistemáticamente las tarjetas microSD con las grabaciones también cada dos visitas.

Muestras de pequeños mamíferos: ya que se trata de muestras de material biológico es necesario conservar el material en condiciones de refrigeración hasta el momento de su envío vía paquetería, cada 5 visitas.

En cuanto a la periodicidad de las entregas y cantidad de material esperado, en el cuadro 1.2.2.1 se muestran las visitas en las que se esperaría un entregable de cada tipo.

Cuadro 1.2.2.1: Periodicidad de entregas y flujos de información en el calendario SiPeCaM. Simbología: (RT), resguardo de tarjetas con información; (ED), envío y entregas físicas de tarjetas con información correspondiente a los dos períodos anteriores; (EM), envío físico de muestras de mamíferos pequeños correspondientes a los 5 períodos hasta el presente; (R), resguardo de muestras biológicas colectadas; (*) indica que se espera el envío de 20 tarjetas de información por cúmulo; (**) indica que se espera el envío de 24 tarjetas de información por cúmulo; y (***) se espera un volumen variable de muestras, dependiendo de los individuos capturados en cada visita.

Entregable\Visita	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarjetas de cámaras trampa *	RT	RT	ED	RT	ED	RT	ED	RT	ED	ED
Tarjetas de grabadoras **	RT	RT	ED	RT	ED	RT	ED	RT	ED	ED
Muestras de pequeños mamíferos ***	R	R	R	R	EM	R	R	R	R	EM

1.2.2.2. Plataforma SiPeCaM

Dados los requerimientos de administración, ingesta, almacenamiento y procesamiento de datos en grandes volúmenes, así como para su análisis, accesibilidad y distribución, resulta imprescindible el uso de protocolos estandarizados, modelos de base de datos y herramientas de gestión que de forma segura y expedita eviten la pérdida de información recogida en campo.

Como parte de las herramientas de administración se encuentra a disposición de socios y monitores la denominada Plataforma SiPeCaM, a la cual se puede acceder para su consulta de manera universal a través del sitio web: <https://sipecamdata.conabio.gob.mx/mapa>

Esta plataforma despliega de entrada un mapa (Figura 1.2.2.2) de la ubicación de cada uno de los cúmulos propuestos y en su momento de aquellos cúmulos activos, así como de la existencia o no de socios que se encuentren administrándolos.

Al hacer un acercamiento, el mapa muestra la ubicación exacta de cada nodo que conforma el cúmulo, así como su pertenencia a alguno de los dos módulos que conforman el cúmulo. El cúmulo a este nivel se delimita por la poligonal envolvente de los nodos y la filiación a uno u otro módulo por el color de los mismos. Cabe hacer notar que hasta el momento, los nodos aún no son los definitivos y se irán actualizando conforme se hagan oficiales al momento de la puesta en operación por parte de los monitores.

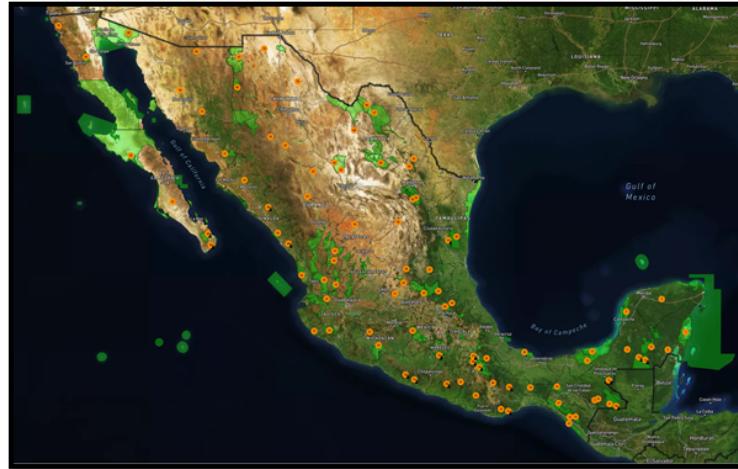


Figura 1.2.2.2: Despliegue inicial del mapa de distribución de cúmulos en la Plataforma SiPeCaM.

El mapa permite la visualización de información adicional de los nodos al permitir visualizar en qué ecosistema se ubican, el nivel de integridad asignado por un modelo, el tipo de vegetación primaria y una estimación de la pérdida de vegetación detectada mediante sistemas de percepción remota. Una capa adicional muestra la distribución de las Áreas Naturales Protegidas federales, con la finalidad de conocer el nivel del sobrelapamiento del cúmulo o distancia a las mismas.

Para cada uno de los nodos se presenta información específica como coordenadas, altitud, existencia de socio, identificador único del nodo, cúmulo al que pertenece, módulo al que pertenece y tipo de ecosistema o bioma en

que se ubica.

El socio y monitor asociado a cada uno de los cúmulos tendrá la clave de acceso que le permitirá ingresar al calendario de visitas de los nodos, mismo que les mostrará las fechas de instalación, operación, levantamiento y traslado de información de cada uno de los sensores, equipo y muestras, para todos y cada uno de los nodos del cúmulo o módulo que sean responsables. Las fechas de inicio y término son sugeridas con base en el calendario SiPeCaM.

Será mediante esta misma plataforma que se suban los metadatos necesarios para la gestión de información de las distintas fuentes levantadas en campo.

1.2.3. Preguntas frecuentes

¿Qué significa SiPeCaM?

SiPeCaM es un acrónimo formado por sílabas de lo que se ha denominado Sitios Permanentes para la Calibración del Monitoreo de la biodiversidad.

¿Qué es un cúmulo?

Un cúmulo es una unidad abstracta que agrupa a un conjunto de diez unidades de obtención de información en un diseño pareado, donde la variable de interés es el nivel de integridad o degradación de un ecosistema o bioma determinado.

¿Qué es un módulo?

Dentro del diseño del sistema SiPeCaM, el módulo es la unidad espacial abstracta constituida por cinco unidades de muestreo o elementos de comparación de cada par armonizado, donde la única variable en que difieren es el grado de integridad o degradación del bioma o ecosistema. Así cada cúmulo que contiene diez unidades factibles a emparejar para su análisis, se divide en dos módulos, uno con los cinco elementos íntegros y otro con los cinco degradados. En el diseño de SiPeCaM se han segregado espacialmente los nodos de cada tipo con la finalidad de detectar la variabilidad interna del módulo, así como tratando de eliminar en la medida de lo posible los efectos de autocorrelación espacial.

¿Qué es un nodo?

Cada unidad de análisis en la que se recoge información respecto a la condición de la fauna de un sitio a través de sensores, así como del trampeo y extracción física de muestras obtenidas de pequeños mamíferos.

¿Qué es un ecosistema?

Su definición en términos operacionales resulta difícil al ser muy clara respecto a los elementos mínimos que lo constituyen, pero no así a las escalas espaciales y temporales que se consideran, ya que en el sistema, una de las partes (lo vivo) depende casi en su totalidad del ambiente físico, en tanto que lo inverso no es cierto. De aquí que el elemento constitutivo sine qua non de un ecosistema es la unidad viviente del mismo, motivo por el cual se suele centrar su delimitación en las comunidades bióticas, pero éstas pueden variar en extensión desde un pequeño charco donde medran protozoarios y algas, o un puño de tierra habitado por bacterias y hongos microscópicos, hasta lo que algunos llaman Gaia, es decir, la Tierra entera. Dadas las escalas espacial y temporal en las que nuestros sentidos perciben las cosas, lo usual es que el criterio de comunidades vegetales o las convergencias en la fisonomía de las mismas, o sea el tipo de vegetación, junto con sus dinámicas naturales de regeneración, suele ser el criterio más socorrido para delimitar los ecosistemas, aunque otras formas plausibles de delimitación son las cuencas y los paisajes.

¿Qué es un bioma?

Cada una de las grandes extensiones territoriales abarcadas por distintas comunidades biológicas en las que domina un tipo de vegetación; por ejemplo, la selva tropical o húmeda, el bosque nublado, la tundra o el desierto.

¿Qué es la Integridad Ecosistémica?

Atributo que posee un ecosistema para automantenerse y autorregularse. Este término encuentra cercanía

semántica con otros, tales como: Integridad Ecológica, Integridad del Ecosistema, Salud del Ecosistema. Existe diferencias en ocasiones no sutiles entre ellas, pero en todos los casos resultan relevantes el funcionamiento, la estructura y composición de los mismos, sus dinámicas de cambios cílicos y acíclicos, sus modos y tiempos de regeneración de suerte tal que mantienen una estabilidad relativa de las propiedades y relaciones internas del sistema. En general, la Integridad Ecosistémica es una evaluación de los niveles de operatividad de cualquier ecosistema, con relación a los atributos medibles del mismo y en comparación con aquel de referencia que opera dentro de regímenes de disturbio natural e histórico.

¿Qué es un año SiPeCaM?

Es un año dividido en diez periodos de 36 días cada uno y cuya fecha de arranque o inicio concuerda con el solsticio de junio de cada año. Es mediante este calendario que se programan las actividades y movimiento de equipo en para todos y cada uno de los nodos de cada módulo del cúmulo en sus dos periodos de visita al año.

¿Para qué sirve la plataforma SiPeCaM?

Es una plataforma que permitirá la visualización de información de cada nodo, su filiación, parámetros, así como la gestión de visitas y administración de visitas a campo. La transferencia de la información mínima requerida para asegurar su confiabilidad, así como en caso de su factibilidad, la totalidad de la información recogida en campo.

1.3. Evaluación Rápida de Integridad Ecológica

1.3.1. Descripción del proceso

La evaluación rápida de la integridad ecosistémica (**ERIE**, por sus siglas) es el método propuesto para evaluar y validar en campo los valores de integridad ecosistémica (IE) modelados para todo México, mismo que fue usado para la selección de nodos del proyecto SiPeCaM. De manera adicional, la **ERIE** puede contribuir a uno o varios de los siguientes fines:

- La evaluación ambiental participativa y el monitoreo de la biodiversidad.
- Orientar la gestión ambiental responsable y la restauración.
- Sensibilizar y educar a personas no expertas en biología sobre las condiciones del entorno natural.

La **ERIE** se debe realizar de forma obligada en todos y cada uno de los nodos de los cúmulos del proyecto SiPeCaM. **Se efectúa en una sola ocasión por parte de los monitores, con la asistencia de los socios, antes del inicio del monitoreo.** Esta evaluación deberá arrojar valores que se encuentren en un rango aceptable de similitud con aquellos asignados por el modelo de IE.

Aquellos casos en los que la validación arroje resultados inconsistentes redundará en la reubicación del nodo, pudiendo o bien ser reubicado dentro de un radio no mayor a 2 km, o bien desecharlo el nodo y eligiendo algún otro de los adicionalmente propuestos para el módulo y cúmulo correspondiente.

El método adoptado consiste en una serie de preguntas cerradas de respuesta binaria (Si/No) que satisface la necesidad de contar con una herramienta de evaluación ecológica que pueda ser usada por personas no expertas en ecología, que sea confiable, de rápida aplicación y llenado en campo, así como adaptada a las particularidades de cada uno de los ecosistemas o biomas presentes en el país y de interés para el proyecto.

Este procedimiento de llenado de listas (en inglés checklists) es una metodología de Evaluación de la Integridad del Bosque propuesta y usada por Proforest y de la Red de Recursos de AVC (Altos Valores de Conservación) con el apoyo de la WWF. El documento del cual partimos fue publicado en el año 2016 y puede ser consultado en la siguiente liga: https://hcvnetwork.org/wp-content/uploads/2018/05/FIA_Manual_Final_Press_SP-3.pdf

Para adaptar el listado de verificación a aplicar en cada uno de los ecosistemas que se incluyen dentro del proyecto SiPeCaM se realizó un taller de expertos en el C3 (Centro de Ciencias de la Complejidad) de la UNAM el 25 de junio de 2018, con la participación de cerca de 30 investigadores. De dicho taller se obtuvieron ocho listados de preguntas correspondientes a sendos ecosistemas (uno más que aquellos considerados en el proyecto, debido a que al menos para la **ERIE**, los bosques templados debían dividirse en B. de pino y B. de encino).

En todos los casos se aplica el mismo esquema de agrupación de preguntas en tres grandes rubros:

- Estructura de la vegetación
- Especies Indicadoras.
- Impactos

De entre estos tres, el rubro con mayor número de preguntas es el que aborda la estructura de la vegetación (ver 1.3.1.2), seguido por el de impactos, aunque para los casos particulares de selvas húmedas y matorrales, el conjunto de preguntas sobre especies indicadoras fue más nutrido que el de los impactos.

Pastizal	Manglar	Matorral	Selva Seca	Selva húmeda	Bosque mesófilo	Bosque de encino	Bosque de pino	Peso
ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN								
7	7	23	20	30	24	18	18	147
ESPECIES INDICADORAS								
9	11	17	6	16	6	8	7	80
IMPACTOS								
6	12	13	9	11	11	17	15	94
22	30	53	35	57	41	43	40	

Figura 1.3.1.1: Número de preguntas por rubro, ecosistema (o *Tipo de vegetación*) y peso relativo del rubro, contenidas en los listados resultantes del taller de expertos, mismas que se aplicarán en campo para la ERIE del proyecto SiPeCaM.

La aplicación de la **ERIE** requiere de (1) la localización de las parcelas o unidades de muestreo y (2) del llenado correcto y completo de los formularios correspondientes.

La unidad de muestreo es un transecto (franja de terreno acotada para realizar el llenado del formulario dentro de su recorrido) de 100 m de largo con un ancho aproximado de 40 m (20 m a cada lado), pudiendo variar ligeramente en función de la visibilidad. Cada nodo debe contar con 5 transectos que deben ubicarse dentro del área de trabajo del nodo, es decir, en la superficie comprendida entre el centro del nodo o estación central y los cuatro sitios o estaciones periféricas donde se ubicará el resto de los dispositivos (Figura ??).

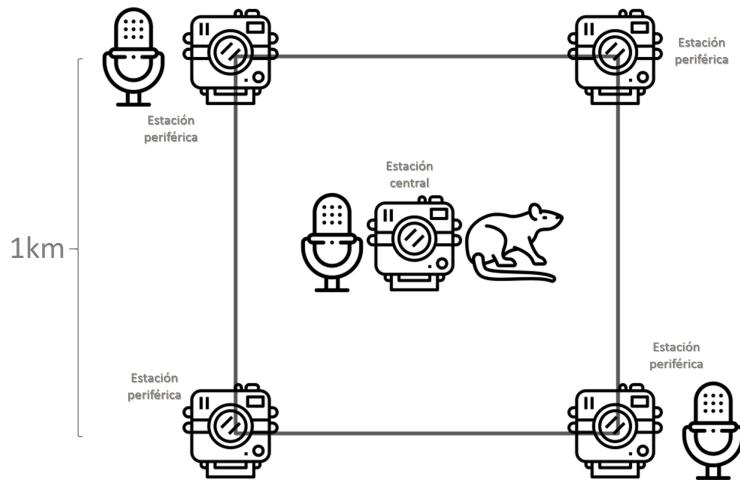


Figura 1.3.1.2: Área de trabajo del nodo, comprendida dentro de un cuadrado de 1 km de lado aproximadamente, equivalente a 100 ha.

El número de transectos obligados por nodo es de 5, con una separación mínima de 200 m entre ellos. En cada transecto se debe realizar el llenado completo del formulario, la puntuación que deriva de éste y al final hacer una comparación del valor promedio con aquel de IE modelado. En caso de discordancia significativa entre lo observado y lo esperado, se debe cambiar la ubicación del nodo en un radio no mayor a 2 km del nodo original, o bien, elegir uno de los nodos alternativos propuestos para el mismo cúmulo y módulo, los cuales deberán contar con el procedimiento idéntico que el nodo original.

Dados los requerimientos del proyecto SiPeCaM se necesita sólo de una **ERIE** que coincida con el rango esperado de la IE. modelada por cada nodo, pero será de utilidad toda evaluación que sea levantada en el proceso de establecimiento de los nodos definitivos, esto es, si alguno de los nodos es desechado por inconsistente, la correspondiente **ERIE** seguirá aportando información de utilidad en la mejora de los modelos que sobre IE se construyen.

Lo anterior no prohíbe que la metodología y herramienta sean adoptadas y aplicadas de manera voluntaria por las comunidades locales para la valoración y monitoreo de las condiciones de integridad y biodiversidad de bosques o sus remanentes.

1.3.2. Cuestionario KoboCollect de la ERIE

Para el levantamiento de datos en campo de la ERIE se ha generado una aplicación móvil para teléfono celular sobre la plataforma KoboCollect, misma que puede descargarse desde la siguiente liga: <https://enkto.conabio.gob.mx/x/C0jaZH6>

Por cada unidad de muestreo o transecto, ya encontrándose el personal ubicado en su sitio, abrirá la aplicación y llenará cada uno de los campos del cuestionario. Los cinco primeros campos (Figura 1.3.2.1) dan cuenta de la identidad del nodo, la fecha del levantamiento de los datos, el número de transecto, y las coordenadas de su inicio. Abajo aparece la opción del ecosistema al que pertenece el nodo que se está evaluando y al elegir la opción correspondiente, la aplicación despliega todas las preguntas que deberán ser respondidas. El número de estas preguntas varía según rubro y tipo de ecosistema.

Evaluación de Integridad Ecosistémica

LA EVALUACIÓN RÁPIDA DE INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA (ERIE) SE REALIZA EN CADA NODO DEL CÚMULO QUE SERÁN MONITOREADO EN EL PROYECTO SIPECAM. SE REALIZA EN UNA SOLA OCASIÓN ANTES DEL INICIO DEL MONITOREO. EL SIGUIENTE LISTADO ESTÁ DISEÑADO EN CONSENSO CON EXPERTOS EN LOS DIFERENTES ECOSISTEMAS DE MÉXICO PARA REALIZAR UNA EVALUACIÓN RÁPIDA DE SU ESTADO DE CONSERVACIÓN. EL LISTADO ESTÁ BASADO EN LA SELECCIÓN DE PARÁMETROS OBSERVADOS EN CAMPO POR PARCELA. CADA PARCELA TIENE UNA LONGITUD DE 100 METROS DE LARGO Y 20 DE ANCHO. SE REGISTRARÁN AL MENOS 5 PARCELAS POR NODO, SEPARADAS A UNA DISTANCIA NO MENOR DE 200 METROS ENTRE ELLAS (CONABIO 2019).

CLAVE DEL NODO	*
FECHA yyyy-mm-dd	*
NÚMERO DE PARCELA (DE 1 AL 5)	*
LATITUD EN GRADOS DECIMALES DE LA PARCELA	
LONGITUD EN GRADOS DECIMALES DE LA PARCELA	
SELECCIONE ECOSISTEMA EN EL QUE SE ENCUENTRA	*
<input type="radio"/> Bosque de Encino <input type="radio"/> Bosque de Pino <input type="radio"/> Selvas Húmedas <input type="radio"/> Selvas Secas <input type="radio"/> Matorral Xerófilo <input type="radio"/> Bosque Mesófilo <input type="radio"/> Manglar <input type="radio"/> Pastizales	

Figura 1.3.2.1: Primera parte del formulario a llenar por cada transecto en la ERIE.

Cada pregunta del formulario se responde de manera independiente del resto, marcando las casillas donde la respuesta es Sí (paloma) o dejándola en blanco donde la respuesta es No (casilla vacía).

Las preguntas formuladas en el rubro de estructura de la vegetación consideran a las características presentes de la comunidad vegetal evaluada en las áreas de interés (relativamente limitadas), cualidades como la fragmentación no se incluyen en el mismo. Las preguntas consideran valores muy burdos de abundancia por lo que los sesgos de

percepción interpersonal son disminuidos, además de considerar un número de repeticiones suficientes como para hacer una mejor estimación del rango que posee el ecosistema. Algunos de los componentes de la estructura se tratan mediante dos preguntas consecutivas en la primera de las cuales se inquiere respecto a la presencia o no de algún carácter y en la segunda se cuestiona de la presencia, si la hubo, de grandes cantidades, el propósito es saber si está presente o no algún elemento y ahí donde se presenta conocer si se muestra en abundancia.

Bosque de pino

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN. SELECCIONE PARÁMETROS OBSERVADOS EN CAMPO (BP)

- Varios árboles >10 cm de Diámetro a la altura del Pecho (DAP)
- Árbol>20 cm de DAP
- Varios árboles >20 cm DAP
- Árbol > 30 cm de DAP
- Varios árboles > 30 cm de DAP
- Árbol > 60 cm de DAP
- Dosal del bosque abierto o semiabierto
- Árbol con helechos u otras plantas no enraizadas en el suelo
- Árbol con agujero de anidación
- Árbol con indicios de mamífero, ave o reptil
- Varios árboles de especies importantes para la vida silvestre > 20
- Árbol muerto en pie > 20 cm de diámetro
- Árbol muerto caído > 20 cm de diámetro
- Árbol muerto en pie > 40 cm de diámetro
- Árbol muerto caído > 40 cm de diámetro
- Presencia de hongo micorrílico (en temporada de lluvias)
- Presencia abundante de arbolitos juveniles y plántulas (regeneración natural)
- Presencia abundante de hojarasca en suelo

Figura 1.3.2.2: Sección de preguntas dentro del tema de la estructura de la vegetación presente en el transecto o unidad de muestreo.

En las figuras 1.3.2.2, 1.3.2.3 y 1.3.2.4 se señalan las preguntas del formulario específico para los bosques de pino, en la primera de ellas, todas las preguntas se relacionan con la estructura vertical y horizontal del bosque, así como su estado de regeneración, restos leñosos, signos de disturbio natural y presencia de especies vegetales importantes. En la segunda sección se aborda el tema de especies de fauna indicadoras, para esta sección no se requiere la observación directa de individuos sino de evidencia de su presencia en el transecto o cerca de este, así la detección de huellas o excretas en caso de reconocimiento inequívoco aportan información valiosa respecto al estado de integridad del ecosistema.

Bosque de pino

ESPECIES INDICADORAS. SELECCIONE LAS ESPECIES OBSERVADAS O INDICIOS DE ELLAS COMO RASTROS, HUELLAS O EXCRETAS (BP)

- Puma (Puma concolor)
- Oso negro (Ursus americanus)
- Venado cola blanca (Odocoileus virginianus)
- Pecarí de collar (Pecari tajacu)
- Venado bura (Odocoileus hemionus)
- Pájaros carpinteros
- Líquenes

Figura 1.3.2.3: Preguntas que abordan el tema de especies de fauna indicadoras de integridad.

La última parte del formulario trata de los impactos y amenazas presentes en el transecto y asumen, básicamente, que las presiones e impactos antropogénicos reducen generalmente la naturalidad y diversidad de los ecosistemas; por dicha razón, en este rubro habrá que responder acerca de la presencia de especies con alto valor comercial o local, la presencia de especies invasoras o indicios de caza ilegal, tala y accesibilidad a la zona donde se ubicará el nodo.

Bosque de pino

IMPACTOS. SELECCIONE LOS PARÁMETROS QUE OBSERVE EN LA PARCELA (BP)

- Ausencia de especies arbóreas taladas para uso local
- Visibilidad promedio en el bosque < 30 m
- Ausencia de indicios de especies de plantas y fauna invasoras
- Ausencia de indicios de caza, trampas o cepos
- Ausencia de indicios de talas
- Ausencia de indicios de despeje de tierras para la agricultura
- Ausencia de indicios de pastoreo (animales domésticos)
- Ausencia de residuos, desperdicios o basura
- Distancia a una carretera o autopista >5 km
- Ausencia de manchones de árboles con muérdago (amarillo), descortezadores y barrenadores (churros de resina, perdiendo corteza)
- Ausencia de extracción de suelo o erosión de suelos (huecos, suelo desnudo, rocas sin vegetación, cárcavas)
- Ausencia de incendios causados por actividades humanas (no por rayos)
- Ausencia de vegetación del suelo en su mayoría pastura o hierbas
- Ausencia de árbol con corteza ennegrecida por el fuego (reciente)
- Ausencia de árbol con heridas o cicatrices de incendio

Figura 1.3.2.4: Tercera sección del cuestionario en el que se hace una valoración de los impactos y amenazas derivados de actividad antrópica.

1.3.3. Preguntas frecuentes

¿Qué significa ERIE?

ERIE es sigla del vocablo evaluación rápida de la integridad ecosistémica. Como el nombre lo indica es una evaluación rápida que se hace en campo para corroborar o, en su caso, corregir los valores que asignó el modelo de integridad ecosistémica (IE) construido teóricamente. Este modelo de IE usado en el diseño y selección de nodos del sistema de SiPeCaM aún no cuenta con validación alguna, por lo cual, éste es un insumo importante para hacerlo. Los casos de divergencia pronunciada entre lo asignado por el modelo y lo que se califique en campo serán motivo de reubicación o desestimación del nodo en la fase de definición de los mismos.

2. Monitoreo de Fauna

2.1. Estructura de un nodo SiPeCaM

Como un aspecto innovador, el diseño de colecta de datos por ecosistema que tiene SiPeCaM es con base en pares de nodos adyacentes (***matched-pairs design*** o **diseño de pares armonizados** [2]) que permiten controlar muchos de los factores que covarián con la ubicación de los sitios de monitoreo (Figura 2.1.0.1).

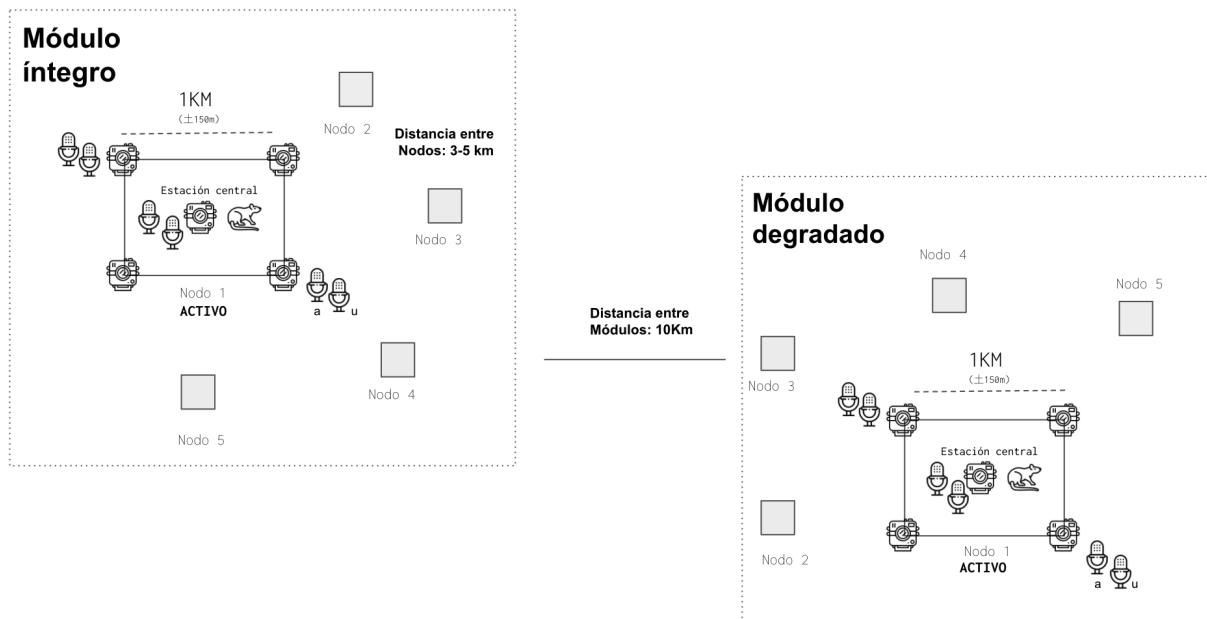


Figura 2.1.0.1: Ejemplo de un Cúmulo en SiPeCaM y la disposición espacio-temporal de los sensores. En el mismo mes, en un par de nodos (los Nodos 1 activos en este caso), se colocan las cámaras y las grabadoras por 30 días mínimo. Cinco cámaras son colocadas en el nodo 1 del módulo íntegro y 5 en el nodo 1 del módulo degradado. Además, en tres sitios de cada Módulo se colocan un par de grabadoras (a, audible; u, ultrasónica). También en el par de nodos 1, en la estación central se hace el muestreo de roedores 3 días durante el periodo de 30 días correspondiendo en el que las cámaras y grabadoras están colocadas. Se rota al siguiente mes al par de nodos 2 y así sucesivamente. Un año SiPeCaM consta de 2 visitas pareadas a los mismos pares de nodos.

Específicamente, el diseño de pares consiste en el monitoreo de fauna de manera simultánea de nodos adyacentes, que contrasten sólo en su nivel de degradación (nodo del módulo conservado/nodo del módulo degradado), ambos bajo las mismas condiciones ecológicas (Figura 2.1.0.1). Con este enfoque se controla el “ruido experimental” o el efecto de “factores de confusión”, producido por la heterogeneidad espacial. En el diseño, cada par armonizado corresponde a un cúmulo compuesto de 2 módulos contrastantes, y cada módulo a su vez consiste de 5 nodos separados entre sí por 3 a 5 km de distancia, en los casos de mayor complejidad en la estructura de la vegetación (como en las selvas o bosques mesófilos), y de 5 a 8 km si la complejidad es menor (como en el caso del matorral xerófilo).

La evaluación del estado de la fauna se hará con base en cámaras de foto-trampeo y grabadoras, así como con una cuadrícula de 50 trampas Sherman para captura de roedores (Ver Capítulo III.4). Cada nodo corresponde a un conjunto de 5 cámaras trampa y 3 pares de grabadoras que operarán como mínimo por 30 días continuos para la captura de fotografías y sonidos (Figura 2.1.0.1), por lo tanto un par de nodos consta del doble del instrumental.

En un nodo cuatro de las cámaras están separadas a 1 km de distancia en un cuadrante y se ubica una quinta cámara central. Las grabadoras se colocan en 3 de los 5 sitios donde se colocan las cámaras trampa (la central y dos más). En cada uno de los 3 sitios se colocan un par de grabadoras: una audible y una ultrasónica. Después de 30 días de operación, estos equipos se trasladarán al siguiente par de nodos vecinos, y así sucesivamente se rotará hasta cubrir los 5 pares de nodos de ambos módulos; la rotación se repite, cubriendo tanto la estación seca como la de lluvias.

Las 50 trampas Sherman se colocarán en la estación central de cada par de nodos por 3 noches continuas cada mes (el mismo mes en el que están las cámaras y las grabadoras colocadas), y a una distancia de 10 metros entre cada trampa Sherman, hasta completar los 5 pares de nodos por estación seca/lluvia. Cada visita implica el monitoreo de un par de nodos simultáneos en diferentes módulos. Con este diseño se conseguirá un esfuerzo de muestreo con cámaras de al menos 3000 días-trampa; 1800 días de grabación sonora y 60 noches de captura de pequeños mamíferos por cumulo al año.

Es muy importante llevar siempre una bitácora de campo para la colocación y retiro del equipo en la que se capture de forma independiente, por lo menos, la siguiente información: localización en coordenadas geográficas; referencias de cómo encontrar los puntos de cada dispositivo; fecha y hora de colocación; y los identificadores de los dispositivos colocados en cada uno de los puntos. De igual forma, para facilitar la localización del equipo, se recomienda marcar el punto de colocación con un *flagging*¹ dispuesto en un lugar visible, ya que, sobre todo en el caso de los equipos de audio, puede complicarse su hallazgo por el tamaño reducido y color de la carcasa protectora.

¹Cinta impermeable de color llamativo que ayuda a marcar algún sitio de interés en campo

2.2. Monitoreo mediante fototrampeo

2.2.1. Instrumental

Las cámara trampa son una cámara fotográfica compacta digital que se dispara de forma remota mediante sensores infrarrojos que detectan las diferencias de temperatura y presenta también sensores de movimiento de los objetos colocados al frente de ella. Estas herramientas permiten detectar la presencia de la fauna de manera no invasiva.

A continuación se describe el instrumental específico para fototrampeo. En el recuadro 2.2.1.1 se presenta una lista de los materiales para la colocación de un punto de fototrampeo.

Materiales 2.2.1.1: Fototrampeo

- Baterías AA
- Tarjetas de memoria
- GPS configurado en grados decimales
- Brújula
- Teléfono celular con Android OS y aplicación KoboCollect instalada
- Cargador portátil de celular
- Flagging
- Bitácora de campo
- Mochila

2.2.1.1. Cámara

La cámara que se utilizará en el proyecto SiPeCaM pertenece a la marca HyperFire 2 Pro Reconyx. Esta, presenta diferentes componentes externos (Figura 2.2.1.1) que se cuidarán de no ser obstruidos al momento de su colocación para su buen funcionamiento. La cámara consta principalmente de la lente de la cámara, un detector de movimiento, receptores infrarrojos y micrófono.



Figura 2.2.1.1: Componentes externos de la cámara trampa.



Figura 2.2.1.2: Interior de la cámara trampa donde se encuentran los botones para la configuración, botón de encendido y ranura de tarjeta de memoria.



Figura 2.2.1.3: Cargador de pilas Tenergy tipo AA que se utilizarán para las cámaras trampa.

de ello, al ser removidas del par de nodos para colocarlas en el siguiente par de nodos, es necesario revisar su nivel de carga en el cargador para que las cámaras estén 100 % de energía.

Es importante retirar las baterías cuando no vayan a utilizarse las cámaras para evitar su oxidación y que la cámara sufra daño por derrame de químicos en su interior. Vale la pena resaltar que las 3 baterías utilizadas para las grabadoras son de una marca distinta a las utilizadas en las cámaras trampa (se utilizan las Duracell Quantum cuyo tiempo de duración efectiva en el AudioMoth es de una visita SiPeCaM).

En su interior se encuentra el botón de encendido, los botones de configuración, la pantalla de configuración, el espacio para la colocación de las baterías (Figura 2.2.1.2) y la ranura para introducir la tarjeta de memoria (ver Figura 2.2.1.4 para este detalle).

2.2.1.2. Baterías

Cada cámara trampa funciona con 12 baterías AA, se utilizarán baterías de Níquel (que son las recomendadas por Reconyx) recargables de la marca Tenergy 2.2.1.3). Se estima que la carga completa de las baterías puede durar hasta 2 visitas completas en SiPeCaM (un poco más de 2 meses). Independientemente

2.2.1.3. Tarjeta de memoria

La tarjeta que se usa en cada cámara es de 32 GB ya que se configurará para la toma de fotos y videos, los cuales ocupan mayor espacio de almacenamiento. La tarjeta debe ser cambiada por una vacía cada vez que la cámara se retire y se mueva a otro sitio. Hay que poner especial atención en asegurarse que las tarjetas que se coloquen en la cámara trampa no contengan archivos. Después de retirar una tarjeta sugerimos respaldar su información. La tarjeta que se retira y contiene fotografías se resguarda para ser enviada a Conabio (ver **Periodicidad de entregas 1.2.2.1**). Es importante no mojarlas, mantenerlas libres de humedad, limpias, y no aplastarlas. Por otro lado, es importante colocar correctamente la memoria como se observa en la Figura 2.2.1.4.



2.2.2. Uso básico del equipo

Las cámaras trampa deben mantenerse limpias antes y después de cada uso y al volver a ser colocadas. En época de lluvias se recomienda colocar sobre cada cámara un jícara o envase sobre la cámara para evitar que se moje (cuidando que no obstruya el lente, ni el micrófono de la cámara). De ser posible, sellar con cinta impermeable la puerta de la cámara para evitar la entrada de agua.

Figura 2.2.1.4: Colocación correcta de la tarjeta de memoria en la cámara trampa.

2.2.3. Configuración del equipo

Para mantener estandarizado el monitoreo, la configuración debe ser igual para todas las cámaras trampa. La configuración de fábrica que tiene la cámara no se modifica excepto las opciones enlistadas en el Cuadro 2.2.3.1 y resaltadas en el diagrama (Figura 2.2.3.1). Todos los ajustes establecidos en la configuración de la cámara son relevantes para detectar indicadores como la actividad, abundancia relativa y ocupación de la fauna, por lo que comprobar la fecha y hora correcta antes de la colocación es fundamental. Además las coordenadas donde fue colocada cada cámara. Dichas coordenadas se establecen en la sección de Location, Set Lat/Lon, Set Latitude y Set Longitude, de tal forma quedarán guardadas en el metadato de las fotos. El registro de las coordenadas donde se colocó la cámara permitirá saber el nodo preciso donde se detectó a la fauna, por lo que se reitera la importancia de que estos datos sea colocados correctamente y seguir el cuestionario durante su colocación KoboCollect (Cámaras Trampa y Grabadoras v 1.0) para que se instale adecuadamente.

2.2.4. Colocación del equipo

Para colocar la cámara es necesario comprender que la cámara trampa presenta una zona de detección (Figura 2.2.4.1) donde el radio puede variar entre 10 a 30 m y los ángulos entre 15 y 75° [4] sobre todo de mamíferos de tamaño mediano y grande.

La tasa de detección varía según las características ambientales y de la distancia por donde pasen los animales, pero también del tamaño corporal de la fauna registrada. Las especies pequeñas se detectan únicamente si están cerca de la cámara en comparación con las de mayor tamaño.

Cuadro 2.2.3.1: Configuración de las Cámaras trampa en SiPeCaM.

Opciones	Sub-opciones	Función	Cambiar*
CHANGE SET UP	Motion	Motion Pictures	ON
		Number of Picts	2*
		Time Between pic	1 sec
		Motion Video	ON*
		Video length	15 sec*
		Dynamic video	ON
		Quiet period	No delay
		Sensitivity	MEDIUM-HIGH*
		Motion Schedules	24 hrs*
	Time lapse	Laps pictures	OFF
		Laps video	OFF
	Day Night	Take pictures	Day/Night
		Take videos	Day/Night
		Flash output	Hight
		Shutter	1/30
		Max Iso	Iso 1600
	User label	User Label	Add
	Codeloc	Change	-
	Data Bands	Time Format	24 hour*
		Temperature	Celsius*
		Show logo	NO*
	Date/Time	Set date	Fecha actual*
		Set time	Hora actual*
		Validate Sunrise	-
	Location	OTHER/OK*	-
		SET LAT/LONG*	Set Latitude / (ej. +19.3140 N^a)*
		-	Set Longitude / (ej. -099.1916 W^b)*
		GeoTag Pic/Vids	YES*
		Validate Sunrise	OK
	Resolution	Resolution	Standard
	Use Defaults	No	-
	OTHER	PIR Type	Long range
		Loop recording	OFF
		Record audio	ON
		Delay start	OFF
		EXT Trigger Pics	OFF
		EXT Trigger Vids	OFF
		Export Config	YES*
WALK TEST	-	-	-
ERASE CARD	-	-	-
BATTERY TYPE	Battery type	-	NIMH*
STATUS ABOUT	-	-	-
ARM CAMERA	-	-	OK*

^aEs necesario usar la letra *N*, indicando el hemisferio norte.^bEs necesario usar la letra *W*, indicando dirección oeste.

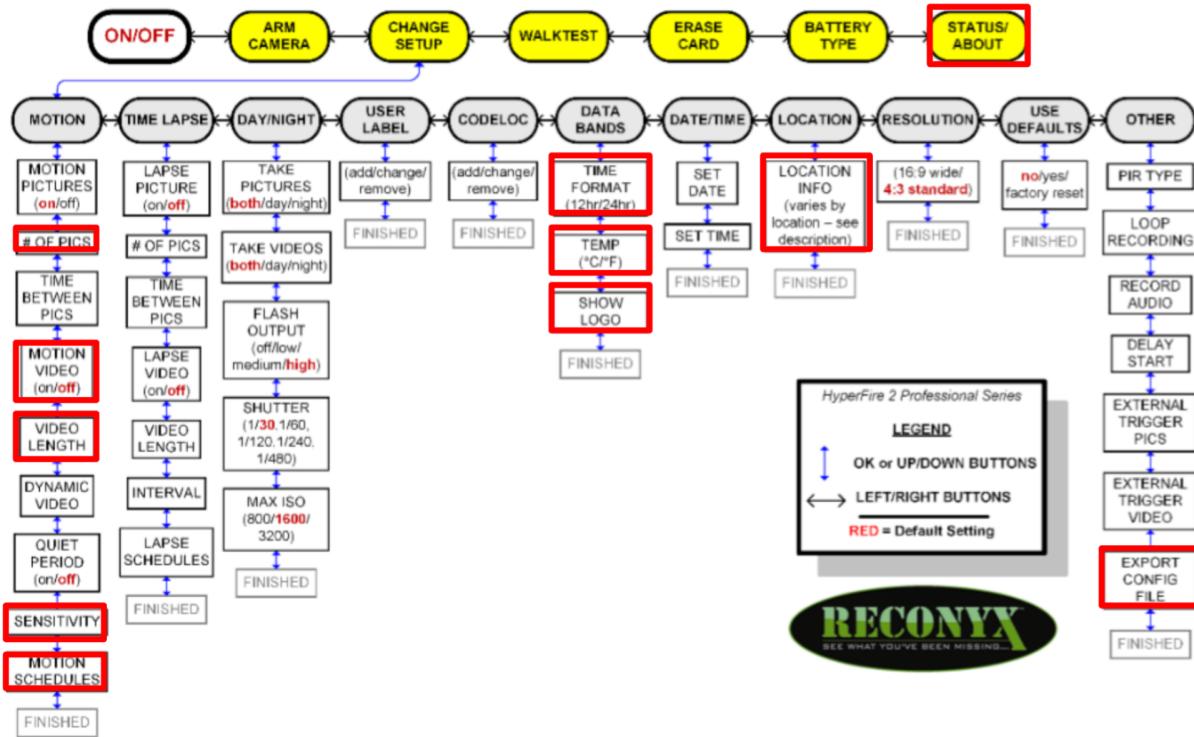


Figura 2.2.3.1: Opciones (amarillo), sub-opciones (gris) y funciones (recuadros blancos) de configuración de cámaras Reconyx utilizadas en SiPeCaM.

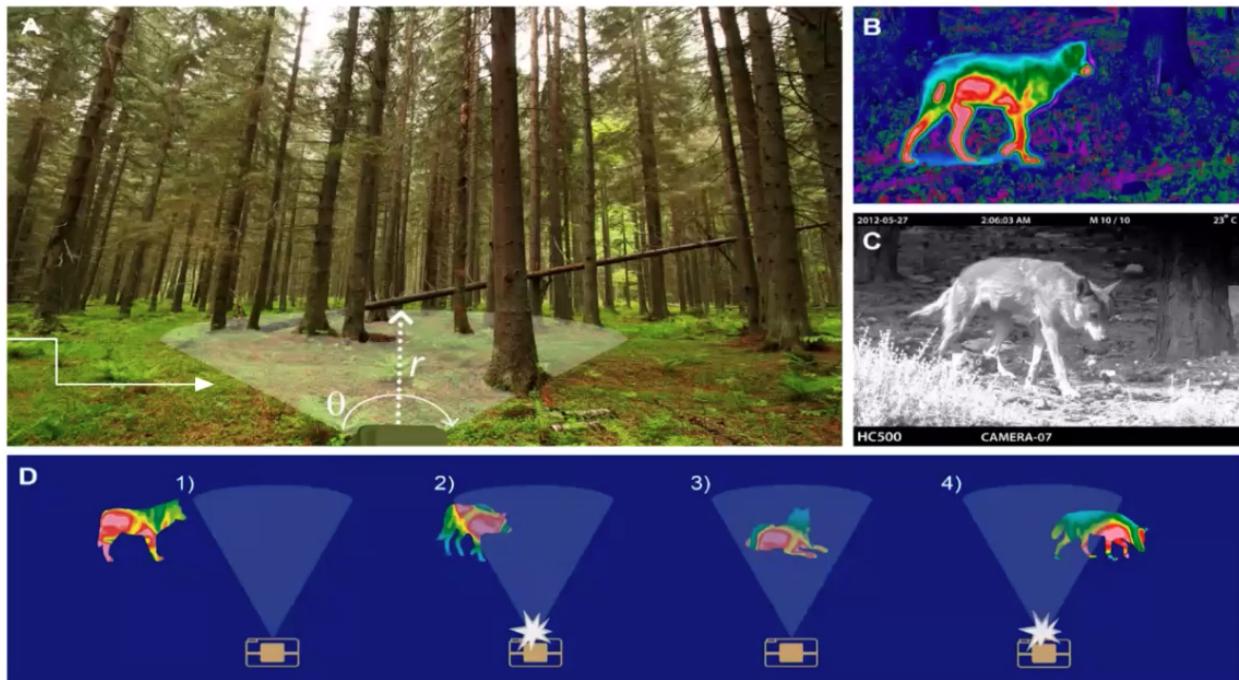


Figura 2.2.4.1: Zona de detección de la cámara trampa.

2.2.4.1. Selección del sitio de colocación

Un sitio en SiPeCaM es el lugar donde se colocará una cámara trampa. Cada nodo tiene 5 sitios diferentes donde se colocarán las 5 cámaras. La selección del sitio donde se colocará cada cámara trampa se realiza en un hábitat diferente detectado en el nodo visitado (Figura 2.2.4.2), respetando la distancia determinada entre las cámaras. Las características del hábitat que deben identificarse para la localización del cuadro de una cámara puede incluir **una vereda, un filo de montaña, la presencia de frutos en el suelo, la presencia del cadáver de un animal, un cuerpo de agua, huellas, excretas, madrigueras, rascaderos o echaderos cercanos.**

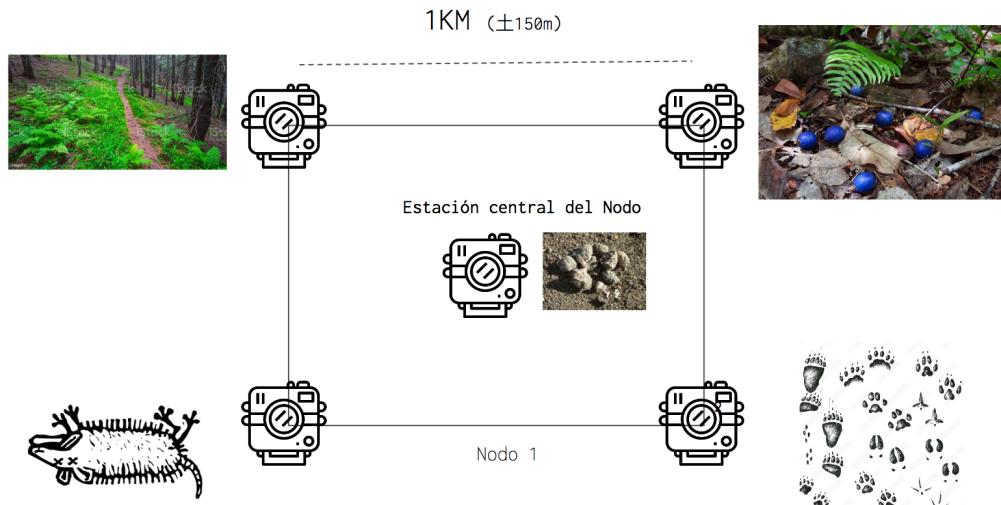


Figura 2.2.4.2: Selección de sitio de colocación de cada cámara trampa en un nodo. Cada sitio donde se decide colocar una de las 5 cámaras del nodo se selecciona cerca del cuadrante predefinido a la distancia definida en la imagen y en un rango de 150m se buscan características del hábitat que favorezcan la detección y maximizar la diversidad de la fauna presente.

2.2.4.2. Selección del sitio de colocación

Además de la zona de detección es necesario detectar características del hábitat que dan indicios de puntos de actividad de los animales para colocar la Cámara trampa en un radio de 3 a 5 metros de dichos puntos:

- Vereda: son los senderos que usa la fauna, por donde se mueven de sus echaderos hacia sus sitios de alimentación, y donde se pueden ver excretas o vegetación dañada por sus pisadas. Las bifurcaciones de senderos son lugares apropiados hacia dónde colocar las cámaras pues incrementa la probabilidad de detectar animales que provengan de dos caminos diferentes. Si bien a algunos animales les gusta usar los mismos caminos y senderos utilizados por las personas, hay que elegir sitios donde las cámaras no sean visibles para no exponerlas a robo.
- Filo de montaña: veredas de intersección de dos laderas por las cuales es fácil caminar para los animales.
- Presencia de frutos en el suelo: los frutos maduros caídos de árboles o arbustos, pueden ser atractivos para una amplia variedad de mamíferos y aves.

- Presencia del cadáver de un animal: atrae a animales carroñeros o curiosos por el olor que emite.
- Cuerpo de agua como sartenejas, charcos, arroyos, riachuelos, etc., en época de secas son un atractor de fauna por su escasez. En época de lluvias tener cuidado de no colocar la cámara próximo a un río que pueda incrementar su nivel a la altura de la cámara.
- Huellas, marcas de animales hechas por sus pisadas en el suelo, excretas, heces fecales depositadas en el suelo que indican el paso de los animales. Las letrinas que son sitios con excretas de diferentes momentos son realizadas por varias especies para marcar su territorio.
- Madriguera: sitio de resguardo como cuevas, hoyos o huecos en los árboles.
- Rascaderos: marcas de las garras de un animal en los troncos.
- Echadero: sitio plano y limpio utilizado por la fauna para dormir, acojinados con hierbas y pelos.

2.2.4.3. Montaje del equipo

Un día previo a la salida de campo es posible configurar las cámaras casi totalmente como se determinó previamente (Cuadro 2.2.3.1), también puede comprobar la carga de las baterías y colocarlas en las cámaras para revisar su correcto funcionamiento. Ya en el campo, se puede terminar la configuración cuando esté en el sitio de colocación con ayuda de un Geoposicionador Satelital (GPS) configurado en grados decimales debido a que es necesario ingresar el dato en la configuración de la cámara trampa, latitud y longitud en grados decimales. A la par de dicha configuración hecha ya en campo se llena el cuestionario correspondiente llamado Cámaras Trampa y Grabadoras v1.0 en la aplicación KoboCollect. Se responde y envía un cuestionario por cámara y se registra su “Colocación”.

Es importante reiterar que debe procurarse una bitácora de campo, independientemente del proceso de captura en KoboCollect, en la que se anoten los datos de localización del equipo, tanto en coordenadas geográficas como en indicaciones que ayuden a su ubicación, así como referencias de fecha y hora, junto con el identificador de cada cámara colocada. De igual forma, se recomienda asignar en el dispositivo GPS etiquetas diferentes para cada cámara que puedan ser capturadas en la bitácora de campo para facilitar su vinculación. Como una referencia mínima que servirá para localizar las cámaras pero también como apoyo para encontrar los dispositivos de audio, se deberá marcar el punto de colocación con un flagging de color contrastante.

Antes de cerrar la cámara recupere las evidencias de la coordenada registrada en la cámara junto con el GPS con una fotografía tomada con el celular como se lo indicará el cuestionario KoboCollect que está llenando en su celular. También se le pedirá una prueba de enfoque de cámara con su celular donde probará el encuadre de la cámara trampa. Una vez programada y armada la cámara, y teniendo ubicado el sitio donde se colocará se procede a su montaje. La cámara se instala enfocada a 2 tercios de suelo y el tercio superior que capture el cielo o follaje de los árboles y cercano al rastro o micro hábitat de referencia detectado en el sitio. La instalación debe hacerse en el tronco de un árbol, si no se dispone de un árbol con las características deseadas de distancia y altura a las que se requiere instalar la cámara, en estos casos se puede utilizar una estaca u otro apoyo.

La colocación de la cámara se hace a unos 3 metros del sitio donde se espera que pasen los animales y a unos 40 o 50 cm de altura del suelo (altura de la rodilla de una persona). Es deseable que se coloque en diagonal



Figura 2.2.4.3: Prueba o examen de gateo para comprobar que la cámara está bien colocada para registrar fauna en la zona de detección. Esta imagen también muestra que el encuadre de la foto consta de un tercio superior de superficie arriba del suelo y 2 tercios en la parte inferior de suelo. (Imagen tomada de [1]).

al camino (a un ángulo de 45°) - si este existe- y no de forma perpendicular para tener más probabilidades de enfocar al animal completo y ampliar la zona de detección. Se recomienda hacer un “examen de gateo” donde se espera el paso del animal con el celular cerca del lente de la cámara ya colocada para que se compruebe una adecuada instalación (Figura 2.2.4.3).

Puede usar de apoyo troncos o piedras para dirigir (inclinlar) la cámara hacia el lugar deseado. Sujetar bien el equipo para evitar que los animales pudieran llegar a tirarla o moverla del tronco elegido. Se limpia el lugar de plántulas o plantas que pudieran moverse por el viento para evitar múltiples disparos de la cámara ante el movimiento. Y se cuida que tanto la lente como el micrófono de la cámara trampa no sean obstruidos por plantas presentes al momento de su colocación para tener tomas adecuadas y buenas grabaciones de sonido en el caso del video. Es común que la zona de detección de la cámara se limpie de pequeñas ramas largas o pastos que estén presente sen la toma.

2.2.4.4. Recambio del equipo

Después de 30 días mínimo de haber dejado operando las 10 cámaras en un par de nodos, se retiran en un lapso no mayor a 3 o 4 días (siguiendo el Calendario Sipecam). Para retirar el equipo debe apagar la cámara trampa (OFF), y se resguarda la tarjeta al regreso para su envío. Cada Socio debe respaldar la tarjeta de fotos con el nombre del Identificador Nodo y Fecha para cualquier rastreo posterior que fuera necesario.

Una vez que verifique que los metadatos se mantuvieron en su respaldo. Recuerde que al volver a colocar las cámaras con una tarjeta limpia o formateada en el siguiente par de nodos la localización establecida en dicha cámara trampa será diferente (latitud y longitud) por lo tanto debe de actualizarse y verificar que la configuración sea la determinada y descrita anteriormente para el proyecto SIPeCaM.

2.2.5. Preguntas frecuentes

¿Cuántas cámaras se colocan por visita en un par de nodos?

10 cámaras trampa. 5 en el nodo del módulo íntegro y 5 en el módulo del módulo degradado.

¿Cuándo debo llenar el cuestionario de KoboCollect?

Se debe de llenar en el campo en el sitio donde se ubicó el punto de colocación de la cámara y previamente a la colocación de ésta.

¿Cómo se llama el cuestionario que debo de abrir para llenarlo al colocar una cámara?

Cámaras y Grabadoras v1.0.

¿Cuántos cuestionarios debo de llenar en el campo?

Uno por cada cámara colocada y en el momento en que se está montando el equipo (indicando el número de cámara que está colocando).

¿Se pueden colocar las 5 cámaras de diferente nodo en otro día?

Sí, siempre y cuando sea durante los 3 días previos considerados a los 30 totales que deben quedar las cámaras, vea el calendario Sipecam.

¿Cuándo se deben retirar las cámaras?

Después de transcurridos los 30 días de haber sido colocados y antes de que empiece el periodo de colocación del siguiente par de nodos, siguiendo las fechas del CALENDARIO de la plataforma SiPeCaM que puede ver al darle click a su cúmulo en: <https://sipecamdata.conabio.gob.mx/mapa>.

2.3. Monitoreo acústico pasivo

2.3.1. Instrumental

El monitoreo acústico pasivo (MAP) puede llegar a ser una metodología muy eficiente de muestreo, en ocasiones con mejores resultados en cuanto a la riqueza total captada para ciertos grupos, sin dejar de ser complementario con las metodologías de muestreo manual [3]. Uno de los beneficios más claros del MAP es el grado de estandarización, homogeneización y esfuerzo de muestreo que puede alcanzarse si se emplea el hardware y configuraciones adecuados. Por esta razón, se buscó elegir instrumental accesible en términos económicos y con un diseño libre que hiciera posible su ensamblaje localmente en un futuro. A su vez, este instrumental se apoya en aplicaciones auxiliares libres para configurar y capturar datos acerca de su localización espacial, ambiente circundante, condiciones del equipo, configuración y reporte de evidencia acerca de pasos relevantes de cada proceso.

En el recuadro 2.3.1.1 se presentan todos los materiales necesarios para colocar un sitio de monitoreo acústico SiPeCaM y a continuación se describen los componentes relevantes para el proceso en específico.

2.3.1.1. Grabadora

Para el componente acústico del monitoreo faunístico SiPeCaM se utilizan los dispositivos de diseño libre AudioMoth², desarrollados por la compañía Open Acoustic Devices. Se trata de una grabadora de muy bajo costo y construcción mínima que permite captar tanto en el espectro audible como en el ultrasónico.

Los componentes principales del dispositivo se muestran en la Figura 2.3.1.1. Para el empleo del equipo, es necesario identificar las partes que se mencionan a continuación de manera que sea claro para el usuario en qué momento el instrumento se encuentra funcionando correctamente según un esquema temporal configurado o con algún tipo de error.

Materiales 2.3.1.1: Monitoreo Acústico

- GPS configurado en grados decimales
- Teléfono celular con Android OS con las aplicaciones KoboCollect y SM Sipecam instaladas
- Cargador portátil de celular
- Baterías AA
- Tarjetas microSD
- Cable USB/microSD
- Adaptador USB/microSD
- Mochila donde quepan las 6 grabadoras
- Flagging
- Bitácora de campo

Interruptor de control: Controla el estado del instrumento de acuerdo con los siguientes estados:

USB|OFF: indica que el dispositivo se encuentra apagado y, para algunos pasos de configuración, permite cierto tipo de comunicación.

DEFAULT: en este estado, el audiomoth grabará de forma continua con las configuraciones de tasa de muestreo y ganancia especificadas.

CUSTOM: en este estado, el dispositivo ejecuta el programa de grabación previamente escrito a través del software de configuración, grabando por intervalos determinados a lo largo del día.

Micrófono: Los dispositivos AudioMoth registran la actividad acústica a través de un micrófono analógico electromecánico (MEMS) que se identifica por la figura y el orificio que se ven en la parte superior del aparato. Es importante inspeccionar en cada oportunidad dicho orificio para corroborar que no hay obstrucción alguna que afecte la grabación. De igual forma, es necesario tener en cuenta siempre la posición del micrófono al momento de acomodarlo en las carcásas protectoras y orientar el equipo en la colocación.

²Para mayor información sobre los dispositivos AudioMoth puede consultarse la dirección: <https://www.openacousticdevices.info/audiomoth>

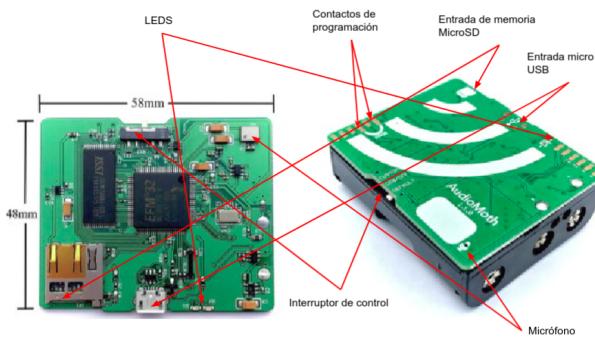


Figura 2.3.1.1: Partes básicas de AudioMoth importantes para su utilización..

Entrada de memoria: Se trata del puerto en el que se colocan las tarjetas de memoria en las que se almacena el material acústico recopilado. Es importante notar la posición correcta al colocar las tarjetas de manera que los pines de conexión (partes metálicas) queden orientadas hacia la cara superior del equipo, como lo indica el dibujo en el equipo 2.3.1.2.

Puerto microSD: A través de este puerto se realiza toda la comunicación con AudioMoth y es necesario identificarlo para poder seguir los pasos de configuración en campo, además de posibles modificaciones de firmware, en caso de ser necesario, como se explica en la sección de configuración.

Contactos de programación: Este componente tiene una importancia secundaria pero es importante en casos para configurar el equipo con versiones antiguas del firmware. En estos casos, funciona como una manera de cambiar el dispositivo a un modo configurable con el que después se escriben nuevas versiones del firmware.

LED's: Los focos LED'S, de los cuales el AudioMoth cuenta con uno rojo y uno verde, sirven para indicar el correcto funcionamiento del AudioMoth en distintos momentos, dependiendo de la posición del interruptor de control y de si el AudioMoth está siendo configurado. En cada caso, es importante ubicar este componente y saber interpretar lo que dicen las señales.



Figura 2.3.1.2: Colocación correcta e incorrecta de las tarjetas de memoria.

2.3.1.2. Baterías

Para el funcionamiento del equipo en campo, es necesario emplear 3 baterías AA. Hasta el momento, la mejor marca y modelo de los probados corresponde a las **pilas Duracell Quantum**, con las que el equipo puede permanecer funcional hasta 2 meses con los esquemas de grabación SiPeCaM. A reserva de que en el futuro se encuentren opciones de menor costo o con otras ventajas, es importante no cambiar esta especificación y conseguir dicho tipo de baterías ya que con otros modelos existe el riesgo de producir muestreos incompletos por agotamiento de energía.

2.3.1.3. Tarjeta de memoria

Las tarjetas de memoria que usamos para el equipo AudioMoth poseen características de velocidad de escritura que permiten la grabación en tasas de muestreo elevadas, como ocurre en el caso de la configuración SiPeCaM para ultrasonido. Los creadores de AudioMoth recomiendan tarjetas de **clase UHS 3 (U3)**, misma que corresponde a las especificaciones del equipo que cada cúmulo recibe y en cualquier eventualidad, deberá de tenerse esto en cuenta para evitar reemplazar memorias con tarjetas inadecuadas.

2.3.1.4. Cable USB/microUSB

Para poder conectar el AudioMoth a la PC se requiere de un cable con un extremo USB “macho” y un extremo microUSB, “macho” de igual forma, como el que se muestra en la Figura 2.3.1.3.

Los cables más comunes empleados para teléfonos celulares son adecuados.

2.3.1.5. Adaptador USB/microUSB

Este componente, para el cual se muestra un ejemplo en la Figura 2.3.1.4, nos sirve para poder conectar el AudioMoth a un teléfono celular en el que se encuentre instalada la aplicación SM Sipecam, que nos sirve para configurar el equipo, como se verá más adelante. Este tipo de adaptador se puede conseguir en tiendas de electrónica y convierte el cable USB/microUSB en una conexión microUSB/microUSB. Es importante encontrar la orientación correcta de conexión entre el teléfono y el dispositivo, es decir, probar conectando los extremos de una forma y, en caso de no poder vincular el dispositivo como se describe en el paso 2.3.3.1 del *Proceso de configuración* en este capítulo, intentar cambiar de lado las conexiones.



Figura 2.3.1.4: Alternativas para conectar AudioMoth al celular. De derecha a izquierda: adaptador USB/microUSB; cable microUSB/microUSB.

De forma alternativa, puede conseguirse un cable microUSB/microUSB, como el ejemplo de la 2.3.1.4, que serviría únicamente para conectar al teléfono celular.



Figura 2.3.1.3: Cable USB/microUSB

2.3.1.6. Carcasa protectora

Para la protección del equipo se emplea la carcasa protectora oficial de AudioMoth IPX7 (Figura 2.3.1.5), cuyas especificaciones se pueden consultar en la ficha descriptiva contenida en la liga: https://github.com/OpenAcousticDevices/Application-Notes/blob/master/An_Injection_Moulded_Case_for_AudioMoth.pdf.

Es importante identificar claramente el orificio de la carcasa y posicionar el equipo de tal forma que el micrófono quede alineado con dicha apertura.

2.3.2. Uso básico del equipo

Los dispositivos AudioMoth deberán inspeccionarse de forma periódica y en cada oportunidad para detectar evidencias de óxido y carbonatos que nos pueden indicar un desperfecto en la carcasa. Como ya se mencionó, es importante cuidar que el orificio del micrófono en el equipo no se encuentre obstruido para que sea posible su funcionamiento correcto. Así mismo, la carcasa deberá mantenerse limpia, cuidando siempre que la apertura para el micrófono no presente ninguna obstrucción.



Figura 2.3.1.5: Caja para AudioMoth IPX7.

2.3.3. Configuración del equipo

Al igual que con el equipo de fototrampeo, la configuración de las grabadoras AudioMoth dentro de SiPeCaM sigue un estándar que homogeniza todo el muestreo y que en este caso corresponde a dos esquemas básicos que conforman un punto de monitoreo acústico: audible y ultrasónico. Este proceso se lleva a cabo a través de una aplicación para celular que se desarrolló con objeto de simplificar y asegurar que se pueda realizar la configuración en campo. Al finalizar este proceso, el AudioMoth queda listo para grabar en el esquema adecuado durante el día y con la fecha y hora configurados de forma automática usando la información del teléfono.

2.3.3.1. Instalación de la aplicación SM Sipecam

La aplicación SM Sipecam se distribuye como un archivo de extensión .apk, el cual es reconocido por los sistemas operativos Android para teléfonos celulares como una aplicación instalable. Para lograr la instalación, únicamente es necesario descargar en el teléfono el archivo desde el punto compartido y seguir los pasos habituales de instalación. En la Figura 2.3.3.1 se muestran las funciones principales de dicha aplicación, así como los puntos de comunicación con otras partes del proceso de colocación y captura de metadatos.

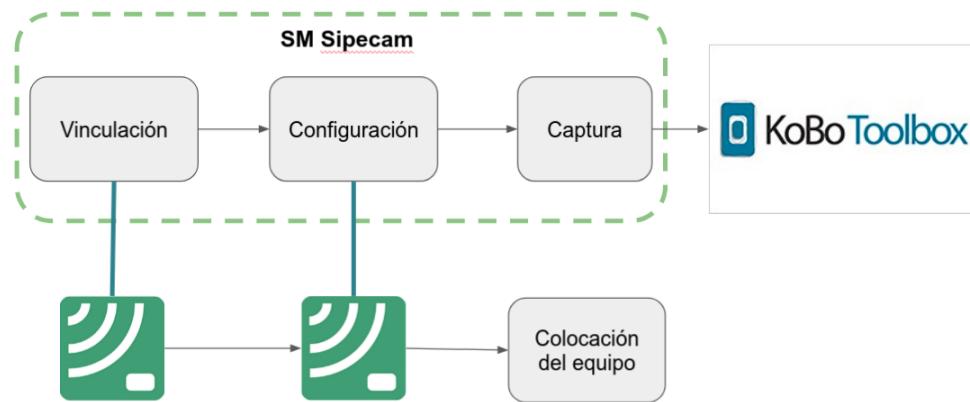


Figura 2.3.3.1: Funciones de SM Sipecam y conexiones con otros procesos/aplicaciones.

2.3.3.2. Proceso de configuración

Una vez instalada la aplicación SM Sipecam, es posible hacer configuraciones a equipos AudioMoth empleando el cable USB/microUSB con el adaptador USB/microUSB o un cable microUSB/microUSB (macho en ambas terminales).

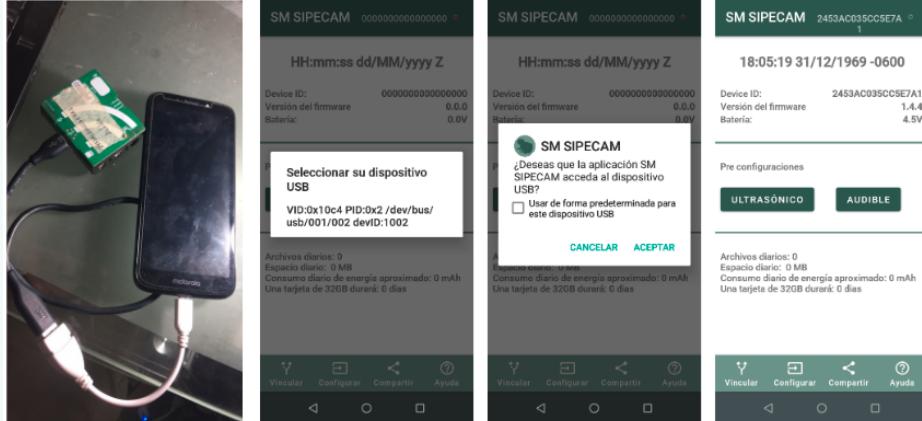
Es necesario que el equipo cuente ya con pilas y tarjeta de memoria microSD colocadas, además de que el interruptor de control se encuentre en estado USB/OFF. Si el interruptor no se encuentra en dicho estado, la conexión no es posible. Por otro lado, en el caso de no contar con pilas colocadas y con energía, la configuración escrita al AudioMoth se pierde al momento de desconectar el equipo del teléfono.

Con el AudioMoth conectado y el interruptor de control en USB/OFF, podemos abrir la aplicación SM Sipecam para proceder a su configuración. Es importante siempre tener en cuenta el espectro objetivo para la grabadora que se va a configurar, es decir, si se trata de un equipo que va a producir grabaciones ultrasónicas o audibles. Para que un dispositivo AudioMoth pueda ser configurado a través del proceso que se describe a continuación, es necesario que contenga el firmware adecuado (versión 1.4.4). Esta situación es casi siempre el caso y puede probarse el paso de vinculación para corroborar la versión del firmware. Si la vinculación no se logra o la configuración presenta

alguna falla, es posible que se requiera de una modificación del firmware según el proceso que se describe en la sección *Actualización del firmware AudioMoth* (A.1).

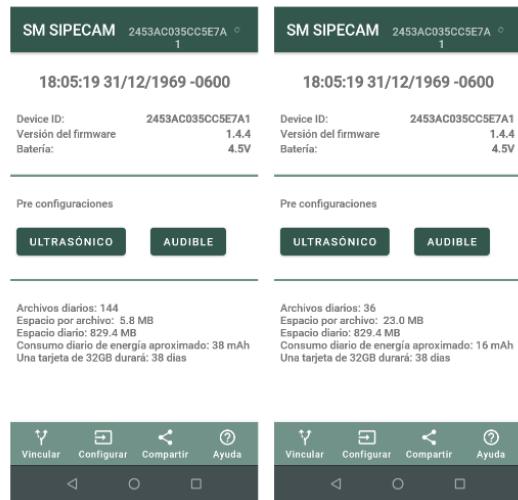
El proceso de configuración consiste de los siguientes pasos:

Procedimiento en SM Sipecam 2.3.3.1: SM.1: Vinculación de AudioMoth



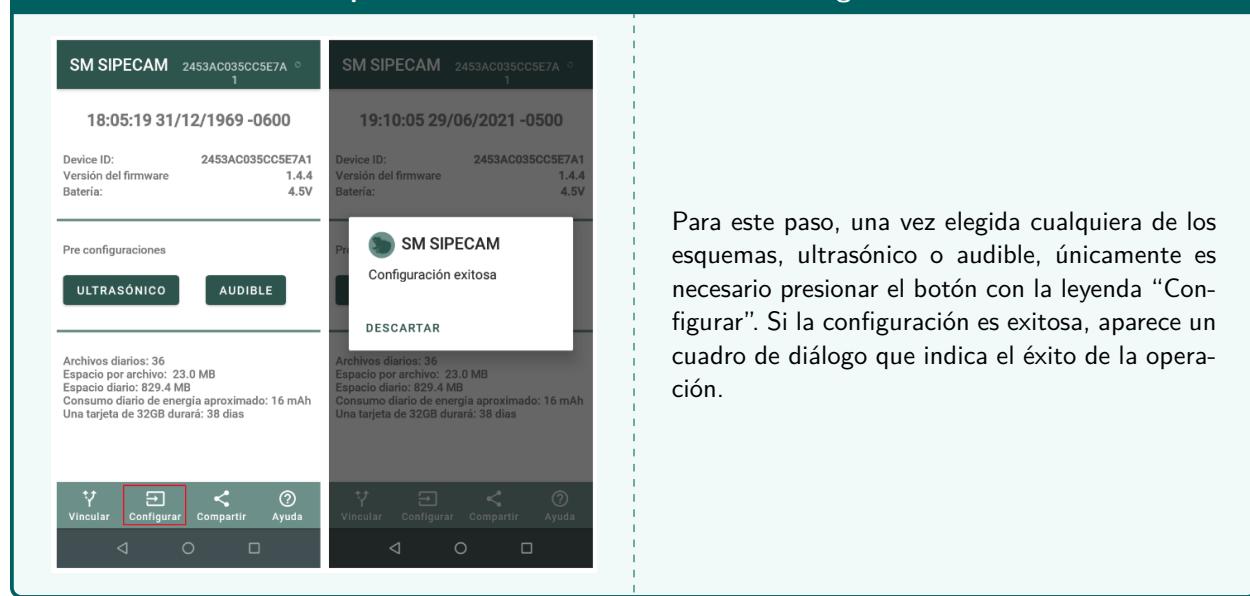
Para este paso, se conecta el AudioMoth al teléfono usando el adaptador USB/microUSB o un cable microUSB/microUSB, se abre la aplicación SM Sipecam y se presiona el botón indicado con la leyenda “Vincular”, con lo que aparece un cuadro de diálogo en el que se deberá seleccionar el dispositivo a vincular. Al seleccionar el dispositivo aparecerá un cuadro de diálogo que solicita una corroboración para vincular, a lo cual hay que indicar “Aceptar” para continuar. Una vez vinculado el equipo, la aplicación muestra información básica recuperada del instrumento en la que se incluye el ID del dispositivo, la versión del firmware detectada y el voltaje de la batería.

Procedimiento en SM Sipecam 2.3.3.2: SM.2: Selección del espectro objetivo



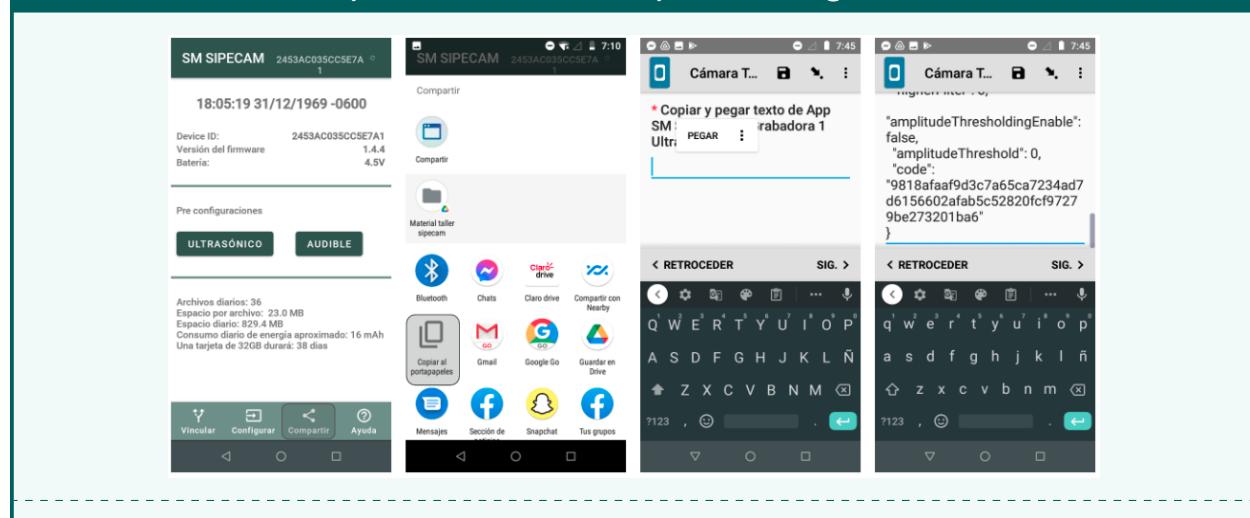
Para este paso únicamente hay que presionar alguno de los dos botones con la leyenda “Ultrasónico” y “Audible”, en correspondencia con lo que se requiera en cada caso. Al presionar cualquiera de esos botones la aplicación reporta el volumen de información que se espera recuperar según la configuración en curso en el panel inferior. En la imagen se muestra, de derecha a izquierda, el resultado de cargar la configuración audible y ultrasonica. Nótese la diferencia en cuanto a archivos diarios y espacio por archivo en el panel inferior.

Procedimiento en SM Sipecam 2.3.3.3: SM.3: Escritura de configuración



Para este paso, una vez elegida cualquiera de los esquemas, ultrasónico o audible, únicamente es necesario presionar el botón con la leyenda “Configurar”. Si la configuración es exitosa, aparece un cuadro de diálogo que indica el éxito de la operación.

Procedimiento en SM Sipecam 2.3.3.4: SM.4: Captura de configuración



Este paso se requiere para poder introducir la información de configuración en KoboCollect y permite guardar en el portapapeles el texto asociado a dicha configuración. Para lograrlo, se presiona el botón con la leyenda de “Compartir”, con lo cual se abrirá un diálogo común en muchas aplicaciones para dispositivos móviles que permite seleccionar la opción de “Copiar al portapapeles”. Al seleccionar dicha opción, el texto de configuración está listo para ser pegado en el campo adecuado dentro de KoboCollect (ver paso 3.2.3.9 del cuestionario *Cámaras trama y Grabadoras v 1.0* en el capítulo *Cuestionarios en KoboCollect*).

Una vez configurado el equipo, para ponerlo a funcionar la configuración escrita es necesario colocar el interruptor de control en estado CUSTOM. Se volverá a mencionar este aspecto más adelante en la sección de colocación pero es importante tenerlo en mente, ya que cualquier otro estado en el interruptor es incorrecto y puede generar pérdida de información.

2.3.4. Colocación del equipo

Dentro de cada nodo SiPeCaM deberán colocarse tres pares de grabadoras, cada uno con un dispositivo configurado para captar el espectro audible y otro configurado para grabar en ultrasónico. La colocación de cada par deberá respetar la distancia mínima entre puntos de monitoreo acústico, que coinciden con 3 de los 5 puntos de fototrampeo, según lo mostrado en la Figura 2.3.4.1, moviéndose libremente en una zona de interés que satisfaga estas distancias. Dentro de esta zona de interés, deberán elegirse puntos de colocación adecuados, a partir de lo que se describe a continuación.

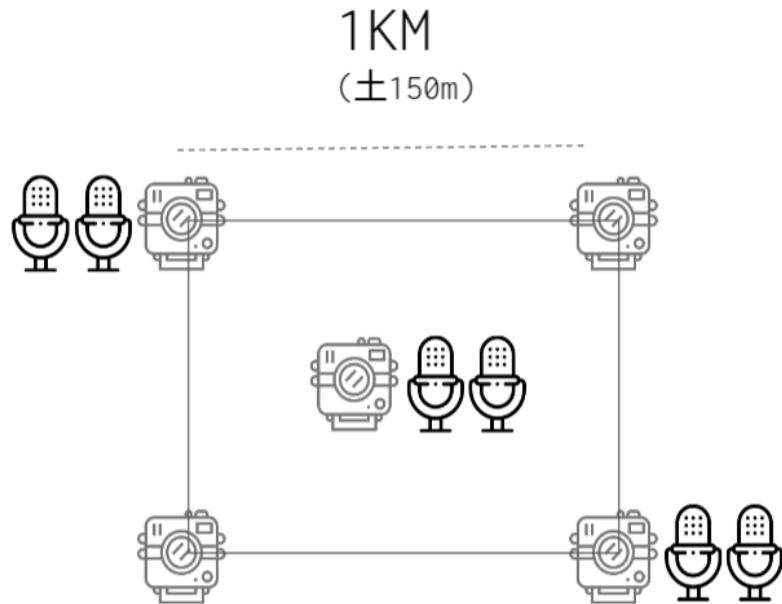


Figura 2.3.4.1: Posición de puntos de monitoreo acústico con respecto a puntos de fototrampeo en el esquema SiPeCaM.

2.3.4.1. Selección del punto de colocación

La selección de un punto de colocación para monitoreo acústico deberá responder a condiciones circundantes que minimicen la interferencia entre los distintos emisores de actividad acústica y el dispositivo de grabación. Por otro lado, deberán priorizarse lugares donde se maximice la detectabilidad de la fauna presente, dentro de la zona de interés. Con este cometido, se establecen los criterios de selección descritos a continuación y que se ven reflejados en el cuestionario de KoboCollect para los puntos de colocación de grabadoras:

1. **Cercanía a cuerpos de agua:** los cuerpos de agua dulce atraen a la fauna local que se acerca en busca del recurso o buscando recursos asociados (como presas o vegetación). Son también sitios en los que es más probable encontrar grupos directamente asociados al medio acuático, tales como anfibios y aves acuáticas.
2. **Cercanía a caminos de fauna o humanos:** este tipo de brechas formadas por el paso de la fauna o generadas por el tránsito humano representan lugares de alta probabilidad de detección dado que son preferidos por más de un grupo para desplazarse a través del área de muestreo. Por otro lado, dado que la vegetación a lo largo de dichos caminos suele ser más escasa, es común que exista menos interferencia en las grabaciones debido a obstáculos.
3. **Baja densidad de vegetación:** la presencia de una alta densidad de vegetación dificulta la transmisión del sonido, afectando la detectabilidad de muchos grupos. Por otro lado, en el caso de los murciélagos

(Chiroptera), dicha condición supone una mayor dificultad de navegación, por lo que es común que elijan sitios abiertos o de borde para sobrevolar el área en busca de recursos. De esta manera, entre distintas opciones de puntos de colocación, deberá elegirse aquella que evite lo más posible la presencia de obstáculos.

4. **Evidencias de actividad faunística:** la presencia de rastros como huellas, heces, pelo, huesos de presas, frutos consumidos, marcas en la corteza de árboles, entre otros, son indicadores de la actividad de la fauna, por lo que deberán preferirse sitios en donde se observen estas características sobre otros.
5. **Recursos vegetales para la fauna:** la presencia de vegetación con flores y/o frutos representa un atractor de la fauna que los consume, por lo que colocar los dispositivos cerca de estos recursos favorece su detección.

El sustrato más adecuado para colocar el equipo corresponde a ramas en árboles y arbustos de grosor no menor al ancho del instrumento pero no mucho mayor al mismo, es decir, deberán evitarse ramas con mucha movilidad o de aspecto frágil, así como procurar no elegir troncos muy gruesos para sujetar el equipo. En caso de no existir una rama o tronco adecuado para colocar las grabadoras, deberá usarse un poste para su colocación de longitud adecuada, según lo indicado en la siguiente sección para el montaje del equipo. En cualquier caso, es importante garantizar que el equipo se mueva lo menos posible y no esté en riesgo de caídas.

2.3.4.2. Montaje del equipo

Una vez elegido el punto de colocación para las grabadoras, se procede a configurar el equipo usando la aplicación SM Sipecam, como se describe en la sección de configuración. En paralelo, se registran los datos solicitados en el cuestionario “Cámaras Trampa y Grabadoras v1.0” dentro de la aplicación KoboCollect. En este caso, deberá llenarse un cuestionario por par de grabadoras, de manera que cada punto de monitoreo acústico implica siempre la configuración y colocación de una grabadora audible y una ultrasónica, así como la captura de dicha configuración para cada caso en KoboCollect, junto con los datos de referencia geográfica, evidencia de colocación y descriptores del punto (ver Cuestionario en el presente Manual).

Al mismo tiempo que se capturan los datos en KoboCollect, deberá registrarse en la bitácora de campo el identificador del dispositivo, la localización en coordenadas geográficas del punto, así como referencias de cómo encontrar el equipo, fecha y hora de colocación. La referencia obligada para encontrar las grabadoras es el flagging colocado para la cámara trampa correspondiente, sin embargo, si se elige un punto de colocación en árboles distintos o si es difícil de encontrar alguna grabadora, se recomienda colocar un flagging independiente.

Antes de colocar la carcasa es necesario pasar por los siguientes puntos de revisión:

1. El AudioMoth cuenta con pilas nuevas colocadas correctamente.
2. La tarjeta microSD ha sido reemplazada con una tarjeta limpia, lista para recibir las grabaciones nuevas.
3. Todos los pasos de configuración han sido cubiertos.
4. El interruptor del AudioMoth se encuentra en estado CUSTOM.
5. El LED verde del dispositivo parpadea de forma intermitente. En este caso, es posible que la observación del instrumento coincida con un momento de grabación en el esquema diario, con lo cual podría estar parpadeando el LED rojo mientras graba para después comenzar a parpadear en verde consistentemente, por lo que de ser así, es necesario esperar al menos 5 minutos.

Después de pasar por estos puntos de revisión, se procede colocar el equipo en la carcasa para su sujeción al sustrato. Como ya se mencionó, es muy importante cuidar que el orificio del micrófono del equipo coincida con el orificio de la carcasa para permitir el registro acústico. Al mismo tiempo, también es importante reiterar que en la sujeción del equipo deberá buscarse la menor movilidad posible para evitar efectos indeseados sobre la grabación, así como accidentes.

En cuanto a la altura y orientación de colocación para las grabadoras, la recomendación es diferente para cada espectro objetivo:

- **Espectro audible:** deberá colocarse a una altura aproximada entre 1.5 y 2 metros, tratando de orientar el micrófono apuntando hacia adelante, sin sesgos hacia arriba o hacia abajo.
- **Espectro ultrasónico:** deberá colocarse a una altura superior, entre 2 y 3 metros, así como una orientación sesgada alrededor de 30° hacia arriba.

En ambos casos, siempre deberá buscarse orientar el micrófono en la dirección en la que se obtenga menor interferencia con el entorno vegetal, es decir, hacia las regiones más abiertas del espacio circundante.

2.3.4.3. Recambio del equipo

A partir de la segunda salida a campo, el monitor deberá de hacer una inspección del equipo previamente desplegado y podrá solicitar un cambio completo bajo los siguientes casos:

- El equipo se ha perdido.
- El equipo muestra signos de desgaste físico excesivo (óxidos, golpes, carbonatos y otros residuos, etc.).
- El equipo no puede ser reconfigurado.

El proceso de recambio implica llevar a cabo todos los pasos descritos con anterioridad, colocando antes que nada, las baterías nuevas y la tarjeta microSD limpia, recuperando al mismo tiempo la tarjeta con la información grabada en el ciclo que termina, así como las baterías gastadas para manejar residuos de forma adecuada. Así mismo, deberá llenarse íntegramente el cuestionario en KoboCollect para recuperación de grabadoras en el que se incluyen preguntas sobre la integridad del equipo y su funcionamiento al momento de ser retirado.

2.3.5. Preguntas frecuentes

¿En qué momento debo de hacer la configuración de AudioMoth?

El procedimiento de configuración debe completarse antes de guardar el AudioMoth en la carcasa y previo a su colocación. Dado que es necesario capturar el texto resultante de la configuración usando a aplicación SM Sipecam, es conveniente configurar el instrumento en el momento en el que se llega al paso de captura de configuración en el cuestionario dentro de KoboCollect, de esa manera, puede interrumpirse momentáneamente el llenado del cuestionario para cambiar a la aplicación SM Sipecam, configurar el equipo, copiar la configuración resultante y por último volver a KoboCollect para pegar el texto que se encuentra en el portapapeles.

¿En qué momento debo usar la aplicación SM Sipecam?

La aplicación SM Sipecam se usa para el procedimiento de configuración de cualquier grabadora, sea ultrasónica o audible. El resultado de este proceso es el texto de configuración escrito que se puede copiar usando el botón con la leyenda “Compartir” y luego eligiendo la opción “Copiar al portapapeles” para después pegarlo en el campo adecuado en KoboCollect.

¿En qué momento debo usar el cuestionario de KoboCollect de colocación de grabadoras?

Los cuestionarios de KoboCollect para grabadoras se usan siempre que se coloca un dispositivo en un punto de monitoreo acústico dentro de un nodo, así como al retirarlos.

¿Cómo me aseguro que quedó grabando el AudioMoth?

Para estar seguros de que un equipo AudioMoth se encuentra listo para ser colocado y grabar según el esquema adecuado es necesario: 1) seguir el procedimiento completo de configuración hasta obtener el texto resultante que se copia a los cuestionarios en KoboCollect, cuidando que el espectro (audible o ultrasónico) configurado y el solicitado en los cuestionarios coincidan; 2) cerciorarse de que el interruptor del AudioMoth quede en estado CUSTOM; y 3) observar los LED'S del dispositivo, deben parpadear en verde. Si parpadean en rojo, es posible que el dispositivo esté grabando en ese preciso momento, por lo

cual es conveniente esperar (no más de 10 minutos) hasta observar el parpadeo en verde. De mantenerse parpadeando en rojo o parpadear ambos LED's en estado CUSTOM, es posible que el instrumento no esté bien configurado o presente fallas.

¿Qué marca de pila se debe colocar?

La marca y modelo de pilas AA que se está usando por el momento es Duracell Quantum, siendo necesario mantener esta especificación. Estas baterías garantizan (según pruebas) que el equipo se mantendrá grabando durante el periodo establecido. Si se usa otro material, puede resultar en periodos de grabación incompletos, perdiendo una parte de la información.

¿Cuántas grabadoras por par de nodos se colocan?

En cada nodo deberán colocarse 6 grabadoras, es decir, 3 pares de AudioMoth's (cada uno con una grabadora configurada en ultrasónico y una en audible) que se colocan en tres puntos distintos, dando un total de 12 grabadoras por par de nodos (6 en el módulo perturbado y 6 en el módulo íntegro).

2.4. Monitoreo de pequeños mamíferos

2.4.1. Instrumental

En esta sección se describe la forma en que deben colocarse las trampas Sherman para el monitoreo mediante la colecta de pequeños mamíferos (roedores, musarañas, marsupiales, etc.).

La metodología para la manipulación de individuos vivos, obtención de medidas morfométricas, muestras de tejido, así como de sus ectoparásitos se aborda también en esta sección. Destaca la importancia de resguardar las muestras obtenidas con identificador único por cada individuo capturado mediante el número de arete colocado para que permita su asociación al nodo del que proviene y fecha de captura como se indicará en la presente sección. De igual forma, la integridad del proceso se apoya en el llenado en campo de los cuestionarios de KoboCollect **en el momento de la toma de datos de cada individuo**.

2.4.2. Uso básico del equipo en campo

Una vez localizada la estación central del nodo de uno de los Módulos, con ayuda del GPS, se identifica la zona mas plana posible con una extensión de 100x50m, en el que realizará la colecta de pequeños mamíferos.

Los monitores que llevan las trampas las desdoblan para armarlas, abren la puerta de la trampa que queda atorada con un seguro (Figura 2.4.2.1). Este seguro se desbloquea por el peso del roedor porque al entrar acciona el cierre de la puerta. En la trampa Sherman se pega un trozo de cinta canela donde se escribirá con plumón indeleble la clave de la posición de la trampa (Figura 2.4.2.1).

En total se deberán armar **50 trampas Sherman**.

2.4.2.1. Preparación de las trampas

Las trampas Sherman se identificarán con una clave que consta de una letra y de un número (A1 a A5, B1 a B5,C1 a C5, D1 a D5, en orden alfabetico hasta la J1 a J5)). Se deberá marcar cada trampa con un plumón indeleble en el área cubierta por la cinta canela para poder retirarla en otros eventos de muestreo, de ser necesario.



Figura 2.4.2.1: Trampa Sherman armada y abierta (activada)

2.4.3. Colocación del equipo

La colocación de trampas Sherman previamente marcadas se realiza durante la tarde (entre 17 y 18 horas) debido a que los pequeños mamíferos tienen hábitos principalmente nocturnos. Las trampas se colocan a 10 m de distancia

entre ellas- 10 pasos largos aproximadamente, puede utilizar un flexómetro para mejor precisión (Figura 2.4.3.1). A partir de la primera trampa A1 se colocará hacia el Este la A2 a 10 metros de distancia, la A3 a otros 10 m hasta la A5. Al sur de la trampa A1, a 10 m se coloca la trampa B1, la B2 a 10 m hacia el Este y así hasta colocar una malla de 50 trampas. La última trampa debería quedar en la posición J5 (Figura 2.4.3.1). Este procedimiento es un método estandarizado de colocación de las trampas Sherman.

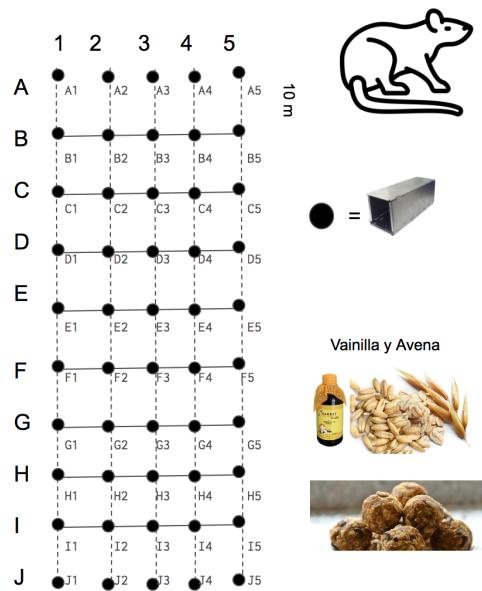


Figura 2.4.3.1: Posición en campo de las 50 trampas Sherman, cada trampa se marca con la posición en la que se colocó, y se ceba con avena y vainilla. A1 es la posición de referencia de la malla de muestreo.

Para poder encontrar posteriormente las trampas se colocará un flagging en un arbusto o árbol cercano a cada trampa (Figura 2.4.3.2). Los flagging se colocan desde la primera noche y se retiran después de la tercera noche de muestreo.

En el interior, al fondo de la trampa, aún vacía, se coloca el cebo que consta de hojuelas de avena y saborizante de vainilla para atraer a los roedores (se puede usar también crema de cacahuate). Se puede colocar un poco de cebo por fuera de la trampa para atraerlos hacia la entrada de esta (Figura 2.4.3.3).

Todas las trampas colocadas en el suelo se quedarán activas (abiertas) con cebo desde las 18 hrs hasta las 7hrs de la mañana del siguiente día, y se repite por 3 días seguidos. Serán revisadas la mañana siguiente antes de que el sol salga, caliente la trampa y pueda dañar a los roedores capturados (Figura 2.4.3.4).

Una vez colocadas todas las trampas con cebo se registra la ubicación de la trampa de referencia (A1) del rectángulo que conforma la malla de muestreo donde se dejarán toda la noche las 50 trampas y poder así localizarla de nuevo a la mañana siguiente. La coordenada de la primera trampa (A1) además, se registrará en el cuestionario KoboCollect a la mañana siguiente cuando registre en él las medidas de los pequeños mamíferos que hayan sido capturados durante la noche.

Se puede considerar acampar cerca del sitio si está muy alejado de cualquier población porque la revisión de las capturas se hace temprano al día siguiente en las primeras horas de luz.



Figura 2.4.3.2: Colocación de trampa Sherman armada en su sitio y marcaje con flagging.



Figura 2.4.3.3: Preparación del cebo y colocación dentro de una trampa Sherman. De derecha izquierda: adición de atractor de olor (vainilla); cebo colocado en el interior de la trampa.



Figura 2.4.3.4: Proceso de revisión de trampa Sherman en el que se muestra un ejemplar capturado.

2.4.4. Procesamiento de los ejemplares

El monitor revisa por la mañana -alrededor de las 7 hrs- todas las trampas. Las trampas que presenten la puerta cerrada se llevan al sitio de trabajo (este deberá ser de preferencia un lugar con sombra y/o con una mesa de trabajo).

Las trampas con capturas se mantienen en el suelo con la puerta hacia arriba y cerrada para impedir que por dentro muerdan el disparador y mantenerlas así en buen estado (Figura 2.4.4.1). Las trampas sin captura se dejan, pues no hay actividad diurna de roedores y se continuará con el muestreo esa misma tarde, alrededor de las 17:30 hrs, cuando deberán regresarse las trampas que fueron vaciadas, colocándose el cebo y revisando que todas las demás trampas sigan con cebo. En ocasiones las hormigas son las que llegan a consumirlo.



2.4.4.1. Manejo de los ejemplares capturados

Los ejemplares capturados se procesan uno a uno. Los monitores deben portar tapabocas y guantes para su seguridad y la del roedor y el tapabocas lo mantienen puesto todo el tiempo durante el procesamiento. La trampa donde se encuentra el roedor se abre y con la bolsa de plástico en la puerta se deja caer el roedor dentro de ella para poder manipularlo con cuidado y no recibir mordidas (Figura 2.4.4.2).

Figura 2.4.4.1: Trampas Sherman cerradas con un ejemplar en el interior. Nótese el apoyo de la trampa en el suelo usando el lado contrario a la puerta.

2.4.4.2. Medidas morfométricas

El monitor se asegura bien de que el roedor no se escape y enseguida inicia la toma de medidas morfométricas en el cuestionario KoboCollect y su Libreta de campo:

1. Se registra el peso en gramos del roedor con una pesola, colgando la bolsa que lo contiene (Figura 2.4.4.3).
2. Con un Vernier o regla mide la longitud de la oreja (de la base a la escotadura),
3. longitud de la cola,
4. longitud de la pata trasera, y
5. longitud total del individuo.

Todas las medidas serán registradas en milímetros (Figura 2.4.4.4).

Deberá determinarse además:

1. el sexo (Macho o Hembra),
2. la edad (Adulto o Juvenil), y
3. si es un individuo reproductivo (lactando: si/no, vagina: cerrada-abierta-túrgida, preñada: sí-no, testículos escrotados: sí-no) (Figura 2.4.4.5).

2.4.4.3. Extracción de muestras

Antes de la toma de muestras, el monitor marca con el identificador único del individuo capturado:



Figura 2.4.4.2: Extracción de ejemplares capturados en trampa Sherman. De derecha a izquierda, colocación de la bolsa en la puerta de la trampa y movimiento del ejemplar hacia la bolsa.



Figura 2.4.4.3: Pesado de ejemplar capturado con trampas Sherman usando pesola.

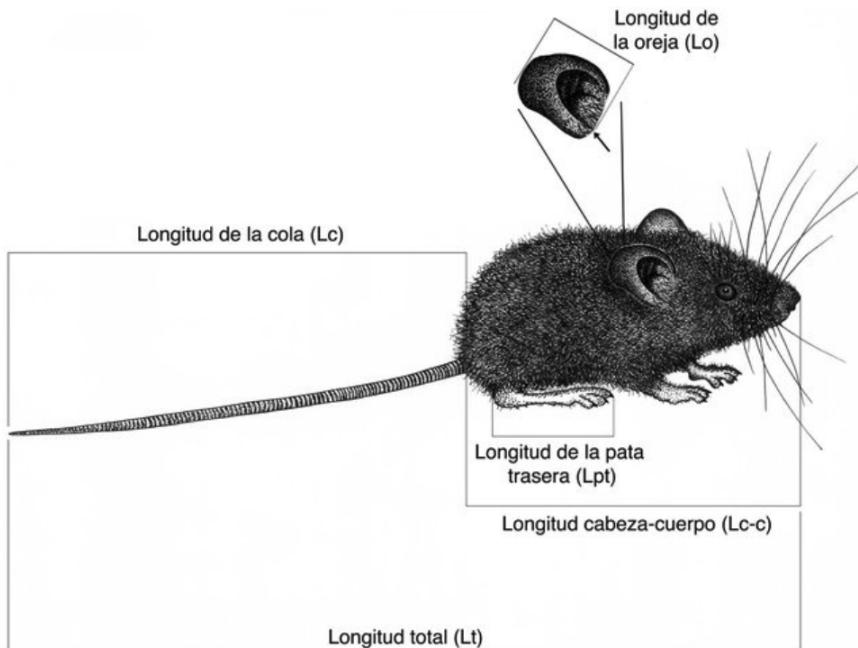


Figura 2.4.4.4: Medidas morfométricas a capturar en cada ejemplar.



Figura 2.4.4.5: Proceso de determinación del sexo en un individuo capturado.

1. Cada una de las 3 bolsas de papel glassine (pelo, heces fecales y papel nobuto),
2. cada uno de los 2 tubos eppendorf (uno para el tejido y otro para los ectoparásitos) y
3. el sobre de papel kraft que se utilizarán para resguardar todas las muestras.

El identificador único consta del número de Nodo seguido del número de arete que le será colocado al pequeño mamífero (Figura 2.4.4.6). Al sobre se le agrega además la fecha.

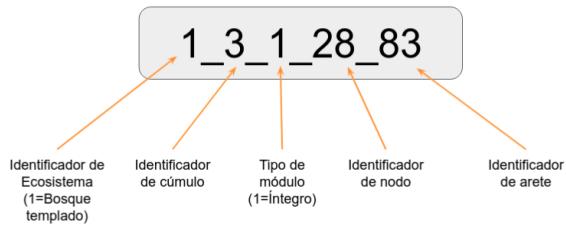


Figura 2.4.4.6: Ejemplo del identificador único de individuo.

Para saber la clave de los nodos que trabaja revise la [plataforma SiPeCaM](#) y haga click en el nodo. El campo *ID* indica la clave del nodo (Figura 2.4.4.7).

Muestra de Pelo: La muestra de pelo se realiza arrancando un mechón de pelo de guardia (útiles para análisis genéticos y de toxicidad) y se coloca en la bolsa de papel glassine (Figura 2.4.4.8).

Muestra de Tejido: Se toma un corte de la punta de la cola para obtener tejido del animal y su posterior determinación taxonómica en el laboratorio. Esta se hace con tijeras adecuadas al tamaño del roedor y se coloca el tejido en un tubo eppendorf en alcohol etílico 96 por ciento de grado molecular (Figura 2.4.4.9). Se puede usar además pinzas planas para detener la cola del roedor.

Muestra de Sangre: A partir de la herida provocada al ejemplar para la muestra de tejido, el monitor toma enseguida una muestra de sangre en papel nobuto o filtro, cuando ya secó, se guarda en una bolsa de papel glassine (Figura 2.4.4.10).

Muestra de Ectoparásitos: Se extraen los ectoparásitos mediante un peine cerrado, que se utiliza también en humanos para eliminar piojos o pulgas del cuero cabelludo. Se peina 20 veces alrededor de todo el roedor incluyendo una revisión de parásitos en la cabeza y orejas del roedor. Esto se realiza sobre una superficie blanca de cartulina u hoja de papel o charola blanca, para que caigan los ectoparásitos y se coloquen todos al final con pinzas o pinces en alcohol en el tubo eppendorf (Figura 2.4.4.11).

Muestra de Heces fecales o excretas: Finalmente, el monitor colecta las heces fecales que cayeron en la mesa de trabajo durante la manipulación, o que puede haber en la trampa y las coloca en la bolsa de papel glassine o tubos eppendorf.

Al final se coloca el arete al pequeño mamífero que contiene el mismo número del identificador que se anotó en los contenedores (bolsas y tubos) de las muestras (Figura 2.4.4.12).

2.4.5. Revisión de muestras y resguardo

Antes de la liberación del animal, y de procesar el siguiente individuo capturado. El monitor revisa que todas las muestras en bolsas estén bien cerradas con la cinta *magic tape* y los tubos eppendorf (con ectoparásitos y tejido del pequeño mamífero) bien cerrados y para asegurar que no se derrame el alcohol se sella con papel parafilm. El papel nobuto con la muestra de sangre se introduce a la bolsa de papel glassine, igual que los pelos y las excretas. Además de asegurarse que cada una esté correctamente marcada. Enseguida las introduce a un sobre

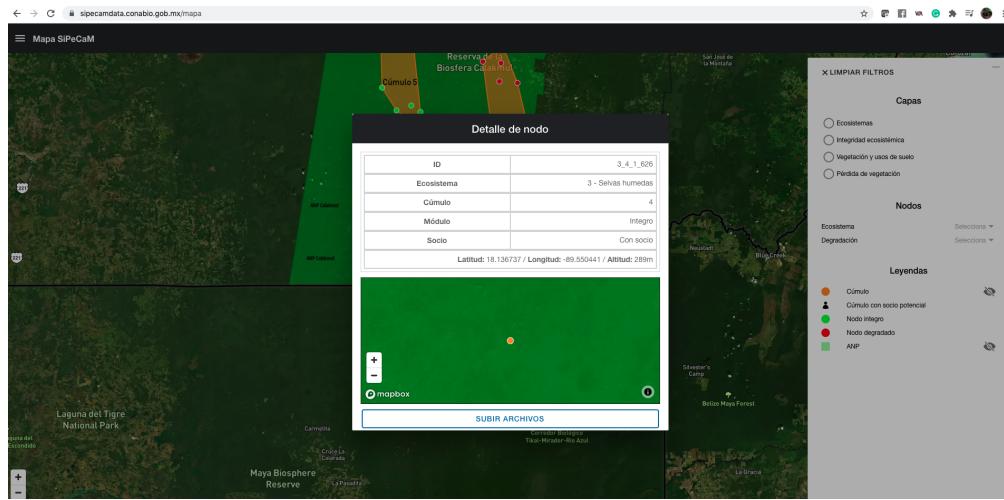


Figura 2.4.4.7: Plataforma SiPeCaM con un nodo seleccionado mostrando los metadatos asociados.



Figura 2.4.4.8: Toma de muestra de pelo de un ejemplar capturado en bolsa de papel galassine o tubo eppendorf.



Figura 2.4.4.9: Toma de muestra de tejido de la cola en un ejemplar capturado.



Figura 2.4.4.10: Toma de muestra de sangre y colocación en papel nobuto a partir del corte de la punta de la cola realizado para la muestra de tejido en un ejemplar de *Peromyscus gratus*



Figura 2.4.4.11: Colecta de ectoparásitos a partir de ejemplares capturados. Arriba: peinado del cuerpo del ejemplar y colecta en tubos Eppendorf; Abajo: colecta de ectoparásitos en orejas del ejemplar



Figura 2.4.4.12: Colocación del arete con identificador en ejemplar de roedor. Arriba: preparación del arete; Abajo: colocación del arete en la oreja del ejemplar.

de papel kraft que llevará también el número de identificación del Nodo seguido de la identificación del Individuo (número del arete colocado) y la fecha, para después cerrar el sobre, procurando revisar que quede bien sellado (Figura 2.4.5.1). Una vez revisadas las muestras completas, se libera en el mismo sitio donde fue colectado. Puede liberarlos después de procesarlos o en el momento en que se regresen las trampas limpias y con cebo nuevo a los sitios de la malla donde se capturaron roedores para la siguiente noche de muestreo.



Figura 2.4.5.1: Colocación de muestras colectadas en sobre etiquetado. De izquierda a derecha: 1) sobre con datos de identificación y fecha; 2) colocación de muestras en sobre, dejarlo cerrado y listo para ser enviado.

2.4.5.1. Limpieza y mantenimiento del equipo

Se recomienda sacudir bien las trampas y limpiarlas antes de volverlas a utilizarlas por si llegaran a quedar heces fecales. Así también hay que guardarlas limpias de cebo, hasta la siguiente visita de muestreo, para que no se oxiden o crezcan hongos.

2.4.6. Preguntas frecuentes

¿Debo llenar un cuestionario KoboCollect por día de muestreo de los 3 totales?

Sí y en ese cuestionario se registran las medidas y registros fotográficos de cada individuo con la opción de agregar cada uno de los individuos capturados en un solo cuestionario.

¿En qué consiste el identificador de cada individuo capturado que debe de registrarse en las muestras tomadas?

El identificador de individuo se compone de:

1. Código de ecosistema (ejemplo: 5 para Matorral xerófilo)
2. Número de cúmulo (ejemplo: 12)
3. Tipo de Módulo (ejemplo: 1 para un módulo íntegro)
4. Número de nodo (ejemplo: 234)
5. Número de arete (ejemplo: 24)

Usando los ejemplos en cada componente tendríamos el identificador: 5_12_1_234_24. Si quiere verificar el Id de su nodo puede hacerlo en la plataforma: <https://sipecamdata.conabio.gob.mx/mapa>

¿Dónde se registra el identificador del individuo del pequeño mamífero capturado?

En las bolsas de papel glassine, las muestra de pelo y heces, así como en los tubos eppendorf que contienen en tejido (punta de la cola) y en el papel nobuto que contiene la sangre y que se introduce a una bolsa de papel glassine. Así como el sobre kraft contenedor donde se guardan todas las muestras con el mismo

identificador de individuo, a este último se le agrega la fecha. Al final habrá tantos sobres como individuos capturados y deben cerrarse bien.

¿Cada cuánto tiempo se envía por paquetería las muestras de los pequeños mamíferos?

Después de la quinta visita y Conabio le indicará adónde enviarlas. Tiene que mantener las muestras en un refrigerador.

3. Cuestionarios en KoboCollect

3.1. Preliminares

3.1.1. Instalación de KoboCollect

Procedimiento en Android 3.1.1.1: KP.0



Kobo Collect es una herramienta que solamente funciona en dispositivos con sistema operativo Android, para realizar la instalación, ingrese los términos *Kobo Collect* en el campo de búsqueda de *PlayStore* para ubicar la aplicación. Una vez seleccionada, se presiona el botón con la leyenda 'Instalar', esperando unos segundos para que el proceso concluya. Una vez instalada, puede usar el botón con la leyenda 'Abrir' para entrar directamente a la aplicación como se muestra en la Figura o comenzar la aplicación desde el panel de aplicaciones del teléfono.

3.1.2. Configuración de KoboCollect

Al abrir por primera vez la aplicación de KoboCollect, es necesario pasar por los pasos de configuración que se describen a continuación para comenzar a usar cualquier formulario.

Procedimiento en KoboCollect 3.1.2.1: KP.1

La pantalla de inicio de KoboCollect muestra un menú de 6 opciones y la versión que instalada en la parte superior, donde también se encuentra un botón con un ícono de tres puntos verticales. Al presionar este botón se abre un menú donde deberá seleccionar la opción **Cambiar la configuración**.

Procedimiento en KoboCollect 3.1.2.2: KP.2

Dentro del menú desplegado, debe seleccionarse la opción *Servidor - Usuario*, con lo que se accede a una pantalla en la cual deben realizarse los siguientes cambios:

- Ingresar la dirección <https://kcat.conabio.gob.mx> en el campo *URL*
- Ingresar el dato que le fue entregado por el personal a cargo de su grupo en el campo *Nombre de de Usuario*
- Ingresar el dato que le fue entregado por el personal a cargo de su grupo en el campo *Contraseña*

Al terminar, solo debe regresar al inicio usando el botón regresar de su equipo para conservar los cambios.

3.1.3. Obtención y actualización de formularios

Una vez realizada la configuración, podrá descargar los formularios a su equipo, en los que podrá realizar la captura de información proveniente del campo, sin necesidad de conexión a internet, mismos que podrá acumular y enviar una vez que se encuentre en una zona con cobertura de su proveedor de internet o bien, que esté conectado a internet desde un *modem* local, esta segunda opción es la que recomendamos usar.

Es importante, explicar, que los **formularios de captura pueden presentar cambios al paso del tiempo**, derivado del mantenimiento propio del proyecto y éstos pueden presentarse en cualquier momento, por ello, **es importante realizar una revisión antes de salir a campo**, esto lo explicaremos a detalle más adelante.

Procedimiento en KoboCollect 3.1.3.1: KF.1

Desde el menú principal y una vez configurado el servidor de conexión, se selecciona la opción *Obtener Formulario en Blanco* con lo que se accede las opciones para descargar y actualizar formularios en la que se enlistan los formularios disponibles. Cada formulario de interés se selecciona marcando con una palomita el recuadro a la derecha. Con los formularios ya seleccionados, se presiona *Obtener los Seleccionados*, si es la primera vez que se descarga el formulario, o *Actualizar*, para obtener (de existir) nuevas versiones de los cuestionarios seleccionados.

Una vez que los formularios se encuentren en su dispositivo, puede llenar tantos como sea necesario y acumularlos libremente, aquellos formularios que hayan sido concluidos podrá enviarlos y los que no, podrá continuar con su llenado conforme lo requiera.

3.2. Cámaras Trampa y Grabadoras v 1.0

Los cuestionarios de KoboCollect para colocación de cámaras trampa y grabadoras en campo están destinados a recabar la evidencia del montaje y configuración del equipo, así como datos de referencia sobre los puntos elegidos. Es importante tener en cuenta que no sustituyen a la toma de referencias en la bitácora de campo y GPS, así como el marcate del punto de colocación con flagging, aspectos que podrían ser indispensables al momento de reubicar el equipo.

El cuestionario de Cámaras Trampa y Grabadoras v1.0 lo encontrará en la aplicación KoboCollect previamente instalada en su celular android y actualizada (Sección IV). Se sugiere hacer las actualizaciones antes de salir al campo cuando el acceso a internet sea apropiado, pues podrían aparecer pequeñas mejoras en los cuestionarios con el tiempo.

3.2.1. Información básica de colocación

En esta parte del procedimiento se capturan aspectos generales sobre el punto de colocación, tanto para grabadoras como para cámaras trampa. La fecha y hora de arribo, así como el nombre del monitor responsable se cubren en esta sección para pasar a preguntas específicas en cada metodología.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.1.1: IB.1

Al momento de llegar al sitio de colocación de la primera cámara se abrirá la aplicación KoboCollect y se selecciona *Llenar Nuevo Formulario*. En la siguiente pantalla se selecciona el formulario *Cámaras Trampa y Grabadoras v 1.0*. Posteriormente, se elige el nombre de uno de los monitores que esté en la salida de campo, ya sea de usted o de alguno de sus acompañantes, en caso de que no se encuentre enlistado ninguno de los presentes se elige *Otro* y se escribe el Nombre completo de uno de los que han acudido al campo. En este caso se muestra un ejemplo donde se elige el nombre de “Guillermo Gutiérrez” que corresponde a algún miembro del equipo técnico o monitores en campo que fue previamente registrado en el Cúmulo (por esta razón aparecería en el cuestionario) y que participa en la colocación de las cámaras y grabadoras de esa salida. Aunque vaya más gente sólo se solicita el nombre de una persona, sólo con fines de control y apoyo en sus experiencias en campo.

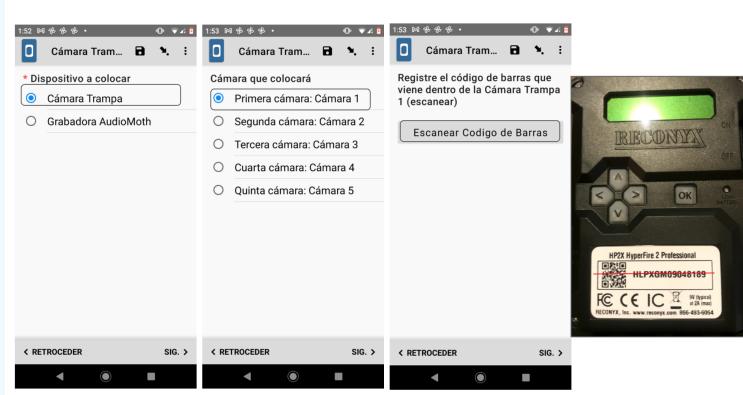
Procedimiento en KoboCollect 3.2.1.2: IB.2

Enseguida se coloca la fecha y hora que son los que corresponden a los del celular y hora local del lugar donde está realizando el monitoreo. Para aceptar la hora y la fecha correcta "Aceptar" y continúe. Para pasar a la siguiente pantalla avance después de llenar los datos completos en "SIG.>" que indica siguiente.

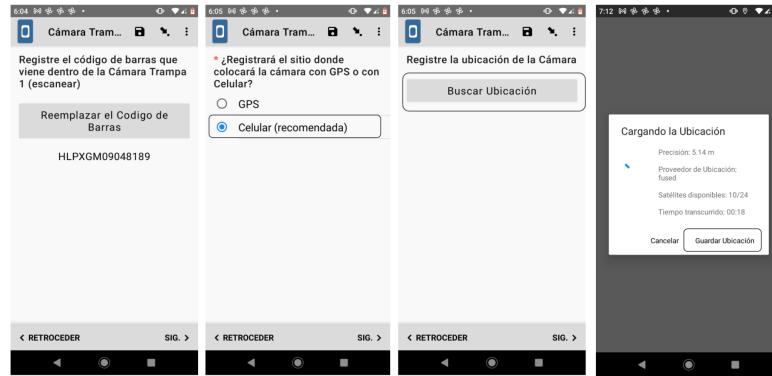
NOTA IMPORTANTE: Es necesario reiterar que en 3 de los 5 sitios que tiene un Nodo, además de llenarse **un cuestionario por cámara colocada**, deberá completarse **un cuestionario por cada par de grabadoras colocado** (cada par de grabadoras consta de: una grabadora configurada para que grabe sonido **audible** y otra para que grabe sonido **ultrasónico**). En los dos sitios restantes, únicamente deberá completarse la información sobre fototrampeo.

3.2.2. Información de campo sobre colocación de fototrampas

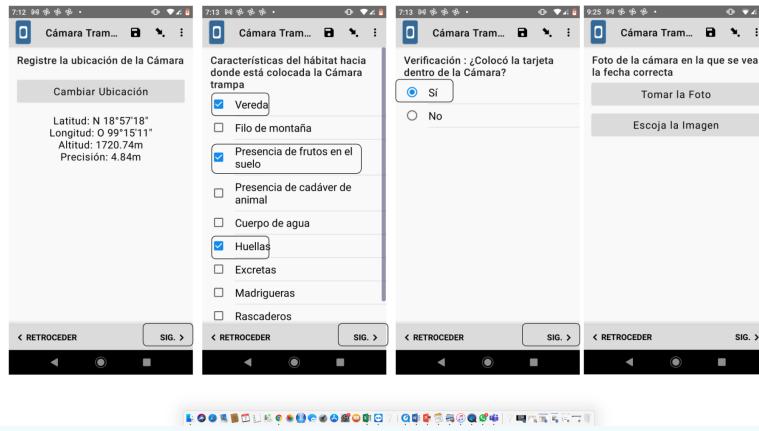
Procedimiento en KoboCollect 3.2.2.1: IF.1



Para registrar en su cuestionario la colocación de la primera cámara se indica el dispositivo a colocar, es decir “Cámara Trampa”, y se marca “SIG.>” en la parte inferior derecha, enseguida se marca el número de Cámara que va a colocar (“Primera Cámara Trampa: Cámara Trampa 1”), y se marca después “SIG.>”, enseguida se selecciona el botón de “Escanear Código de Barras”, al presionar dicho botón accede a la cámara de su celular, al escanear con su cámara verá una línea roja cuando la acerque al código QR se su cámara trampa (la que colocará en ese sitio) y escuchará un sonido que indica que capturó el Código, usted podrá ver el código capturado en el cuestionario y comprobar que es idéntico al que está al lado del código QR de su cámara trampa, en este ejemplo el Código QR que capturó su celular fue el HJPXGM09048189.

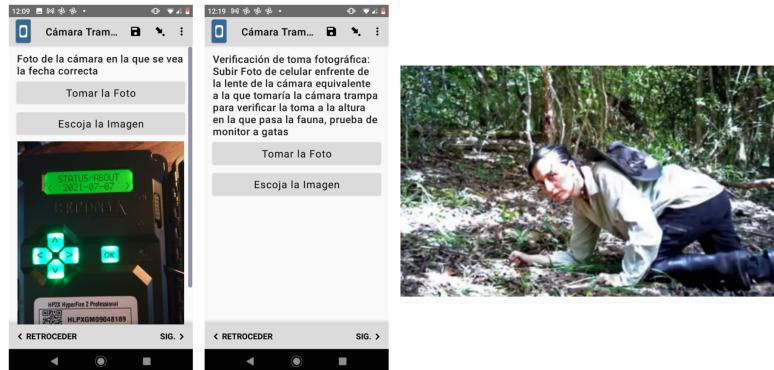
Procedimiento en KoboCollect 3.2.2.2: IF.2

Después de que compruebe que el código de su cámara trampa es el que se registró en el cuestionario, se le da “SIG.>”. La siguiente pantalla pregunta de qué modo registrará las coordenadas donde se encuentra una vez que decidió dónde colocar exactamente la cámara en campo de acuerdo al hábitat que haya determinado adecuado para detectar a la fauna presente (Ver Colocación de la Cámara Trampa, Capítulo III). Si seleccionó por Celular, al dar “SIG>”, se oprime el botón de “Buscar Ubicación”, cuando la Precisión que indique sea de 10 m o menos se oprime el botón de “Guarda la Ubicación” .

Procedimiento en KoboCollect 3.2.2.3: IF.3

En la pantalla de “Registro de la ubicación de la Cámara” la ubicación se puede observar la localización, altitud y precisión capturada por el celular. Si no se obtuvo una ubicación precisa, registre en la opción de Registro mediante “GPS” la latitud y longitud en grados decimales. Enseguida del registro de la localización al darle “SIG.>” le pregunta las características del hábitat (pueden ser una o más) que tiene el sitio donde se decidió la colocación de la cámara trampa. En la siguiente pantalla se verifica la colocación adecuada de la tarjeta de memoria de la cámara trampa.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.2.4: IF.4

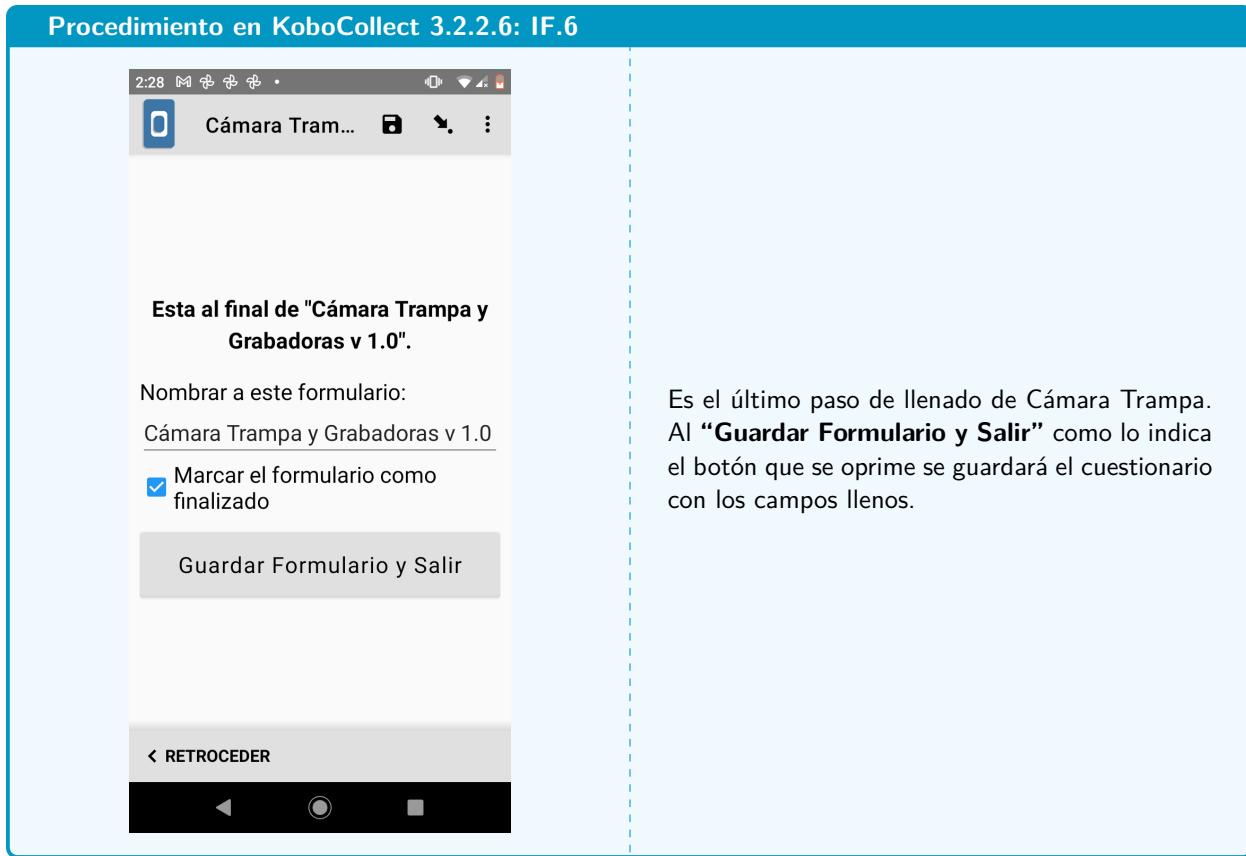


Para registrar en el cuestionario de campo KoboCollect la fecha del día de colocación de la cámara trampa, vaya a la sección llamada “STATUS ABOUT” en la configuración de la cámara trampa y obtenga una foto con el botón “Tomar foto” del cuestionario” de la fecha correcta, como se muestra en la primera imagen de izquierda a derecha. En la siguiente parte del cuestionario, se le pedirá una foto hacia donde está dirigida la cámara trampa, la tiene que tomar enfrente de la lente de la cámara trampa simulando la toma de esta, y que demuestre la posición adecuada para la toma adecuada del paso de animales, puede hacer la prueba de gateo en esta foto.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.2.5: IF.5



Esta sección es importante para guardar la localización de la cámara en el metadatos de las fotos que se obtendrán por la cámara trampa. Para esto se establece en la configuración, en la sección “LOCATION” de la cámara trampa la localización donde dejará la cámara (Ver la Configuración del equipo de Fototrampeo SiPeCaM) y “Tomar una Foto” que muestre su GPS junto con la pantalla de la Latitud establecida en la cámara trampa. La siguiente sección del cuestionario le pide lo mismo sólo que fotografiando el GPS junto con la pantalla de la Longitud.



Cuando los puntos de colocación no tienen grabadoras asociadas, el cuestionario puede marcarse como finalizado (como se muestra en la imagen) y está listo para enviarse. Por otro lado, en los puntos de colocación con grabadoras asociadas, deberá dejarse vacía la caja con la leyenda “Marcar el formulario como finalizado”. Una vez guardado, puede accederse nuevamente al cuestionario para llenar la información de campo sobre de colocación de grabadoras como se describe en la siguiente sección, al término de la cual, se llegará a esta misma pantalla en la que podrá marcarse como finalizado con toda la información de audio completada.

Si toda la información de grabadoras ya fue cubierta o si se trata de un punto sin grabadoras, puede ir a la pantalla “Enviar Cuestionario Finalizado” y enviar todos los cuestionarios guardados marcados como finalizados y que se consideren listos, en cuanto se tenga acceso a internet.

3.2.3. Información de campo sobre colocación de grabadoras.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.1: IG.1

* Dispositivo a colocar

- Cámara Trampa
- Grabadora AudioMoth

Las grabadoras deberán colocarse en un rango de 1.5 a 2 m de altura, para el espectro audible, y de 2 a 3 m, para el ultrasónico. Debe procurarse elegir ramas estables, que no estén secas, que no presenten mucho movimiento por el viento y de un grueso no mucho mayor que el ancho de la grabadora, pero no menor. Indique el par de grabadoras que va a colocar:

- Primer par de Grabadoras Audible/Ultrasónica
- Segundo par de Grabadoras Audible/Ultrasónica

A partir de la pantalla de selección de dispositivo a colocar, se accede a la sección de grabadoras marcando la opción “Grabadora AudioMoth” y presionando el botón de avance. En el paso inmediato se solicita elegir el par de grabadoras a colocar dentro de los tres correspondientes a cada nodo muestrado. En lo que sigue, se usa el primer par.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.2: IG.2.1

¿Con cuál dispositivo registrará la ubicación del Primer par de Grabadoras Audible / Ultrasónica?

- Celular (recomendado)
- GPS

Registre la posición del Primer par de grabadoras

Buscar Ubicación

Cargando la Ubicación

Precisión: 14.5 m
Proveedor de Ubicación:
fused
Satélites disponibles: 0/24
Tiempo transcurrido:
00:04

Cancelar Guardar Ubicación

Registre la posición del Primer par de grabadoras

Cambiar Ubicación

Latitud: N 19°18'59"
Longitud: O 99°8'27"
Altitud: 2243.54m
Precisión: 14.5m

Una vez indicado el par, se toman las coordenadas exactas del punto de monitoreo acústico empleando el celular. Lo anterior puede lograrse usando el celular o el GPS, siendo preferible el uso del primero.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.3: IG.2.2

The screenshots show the following data entry steps:

- Question 1:** "¿Con cuál dispositivo registrará la ubicación del Primer par de Grabadoras Audible / Ultrasónica?" (With which device will you record the location of the first pair of audible/ultrasonic recorders?). Options: Celular (recomendado) (Cellular (recommended)) and GPS.
- Question 2:** "Latitud en grados decimales de Primer par de grabadoras (audible/ultrasonica)" (Latitude in decimal degrees of the first pair of recorders (audible/ultrasonic)). Value: 19.4978.
- Question 3:** "Longitudes grados decimales de Primer par de grabadoras (audible/ultrasonica)" (Longitude in decimal degrees of the first pair of recorders (audible/ultrasonic)). Value: -99.1269.

Below the screenshots is a note: "Si el valor del campo ‘Precisión’ en la salida de las coordenadas es mayor a 6 metros, deberá usarse el dispositivo GPS para tomar las coordenadas en decimales."

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.4: IG.3

The screenshots show the following process:

- A question: "* Hora de colocación de Primer par de Grabadoras Audible/ Ultrasónica". Below it is a button: "Seleccione la hora" (Select the hour).
- A note: "No se ha seleccionado una hora" (No hour has been selected).
- A modal dialog titled "Seleccione la hora" (Select the hour) showing a digital clock interface with the time set to 19:19. Buttons at the bottom are "Cancelar" (Cancel) and "Aceptar" (Accept).

Acto seguido, se captura la hora de colocación de las grabadoras en el punto de monitoreo acústico para pasar a preguntas sobre el entorno específico de colocación.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.5: IG.4

The screenshots show four separate survey screens:

- Cercanía a cuerpos de agua de Primer par de grabadoras Audible/Ultrásónica:** Radio buttons for < 10 m (selected) and > 10 m.
- Cercanía a caminos de fauna de Primer par de grabadoras Audible/Ultrásónica:** Radio buttons for < 10 m and > 10 m (selected).
- Cercanía a caminos humanos de Primer par de grabadoras Audible/Ultrásónica:** Radio buttons for < 10 m and > 10 m (selected).
- Registrar el grado de densidad de vegetación de Primer par de grabadoras Audible/Ultrásónica:** Radio buttons for Abierta (selected), Semiabierta, and Cerrada.

At the bottom of each screen are navigation buttons: < RETROCEDER, SIG. >, < RETROCEDER, SIG. >, < RETROCEDER, SIG. >, < RETROCEDER, SIG. >, and < RETROCEDER, SIG. >.

Como parte de los descriptores del entorno, se capturan - en orden de aparición dentro del cuestionario - la cercanía aproximada a cuerpos de agua, cercanía aproximada a caminos de fauna y cercanía aproximada caminos humanos, todo en términos de dos rangos: mayor a 10 metros y menor o igual a 10 metros. Posteriormente, se captura la densidad de la vegetación circundante de acuerdo con tres categorías: abierta, cuando la mayor parte del espacio que rodea al punto de colocación se encuentra desprovisto de vegetación; semiabierta, cuando se elige un punto de colocación que corresponde con un espacio relativamente claro rodeado de vegetación densa o en el borde de la misma; y cerrada, cuando se elige un sitio en un entorno con vegetación densa, sin claros^a.

^aIndependientemente de esta condición, no debe olvidarse que al colocar el equipo es necesario orientarlo en la dirección que suponga menos obstáculos para propagación del sonido

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.6: IG.5

The screenshots show two survey screens:

- Registrar la presencia de los siguientes signos de actividad de fauna en un radio de 5 metros de Primer par de grabadoras Audible/Ultrásónica:**
 - Excretas
 - Huellas
 - Huesos
 - Pelos
 - Marcas en la corteza de árboles
 - Frutos consumidos
 - Marcas de ramoneo
- Registrar la presencia de los siguientes signos de recursos vegetales en un radio de 5 metros de Primer par de grabadoras Audible/Ultrásónica:**
 - Vegetación con frutos
 - Vegetación con flores
 - Vegetación leñosa con hojas

At the bottom of each screen are navigation buttons: < RETROCEDER, SIG. > and < RETROCEDER, SIG. >.

Los últimos descriptores intentan registrar signos relacionados con la presencia de animales en las cercanías, para lo cual se pide la captura de una o más de las opciones enlistadas para distintos tipos de evidencia de actividad faunística, así como la presencia de plantas con flores, hojas o frutos que podrían fungir como atrayentes.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.7: IG.6.1

The screenshots show two pages of a survey:

- Page 1:** Question: * Configuración de grabadora AUDIBLE: ¿Colocó correctamente la tarjeta de memoria dentro de la grabadora que va a configurar como AUDIBLE? Options: Sí, No.
- Page 2:** Question: * ¿Colocó las baterías dentro de la grabadora que va a configurar como AUDIBLE? Options: Sí, No.

Both screens include navigation buttons: < RETROCEDER, SIG. >, and standard mobile control icons at the bottom.

En los pasos consecutivos se abordan preguntas relacionadas con el equipo y su colocación, para lo cual es recomendable realizar los procedimientos relacionados en ese momento. Para cada grabadora, empezando por la destinada a capturar en el espectro audible, la evidencia de colocación y configuración se incorpora como sigue:
Se verifica inicialmente si fue colocada la tarjeta de memoria microSD, así como las baterías AA, para poder configurar la grabadora.

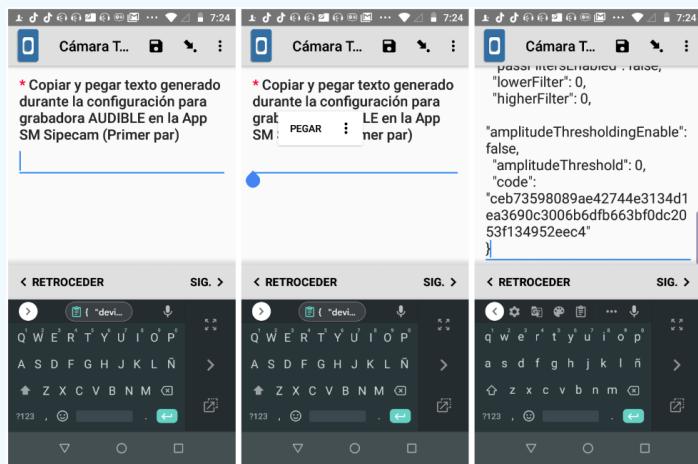
Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.8: IG.6.2

The screenshots show three steps of a barcode registration process:

- Step 1:** Instruction: * Registre el código de barras que presenta el AudioMoth de la grabadora AUDIBLE del primer par de grabadoras. El número debe coincidir con el que aparece escrito debajo del código de barras. En caso de no ser así, repetir el procedimiento hasta que coincida. Button: Escanear Código de Barras.
- Step 2:** Image of a green printed circuit board (PCB) with a white sticker labeled "AudioMoth 1.1.0". A red rectangle highlights a barcode area. Text: Coloque el código de barras dentro del rectángulo. Buttons: Encender flash, < RETROCEDER, SIG. >.
- Step 3:** Result screen showing the registered barcode number: 10211425. Buttons: Reemplazar el Código de Barras, < RETROCEDER, SIG. >.

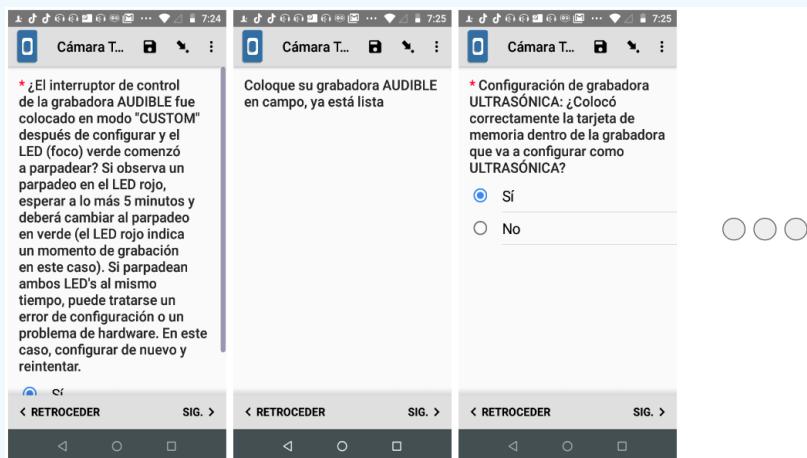
Se captura el código de barras de la grabadora, para o cual el usuario deberá verificar que el número impreso coincide con el registrado, repitiendo el proceso en caso contrario.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.9: IG.6.3



Se solicita el texto de configuración para la grabadora, para lo cual deberá cambiarse a la aplicación SM Sipecam, conectar la grabadora con el interruptor en “USB/OFF” y configurarla como se describe en la sección de Monitoreo acústico pasivo, obteniendo el texto correspondiente para después regresar a KoboCollect y pegarlo.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.10: IG.6.4



Por último, se solicita verificar que el interruptor del AudioMoth ha quedado en estado “CUSTOM” para comenzar a grabar con la configuración escrita, lo cual se corrobora observando el comportamiento de los LED's (focos). En este punto, la grabadora debería estar lista para colocarse dentro de la carcasa y sujetarse al punto en el que quedará fija, lo cual se notifica con la intención de guiar el procedimiento en campo. **Posteriormente, se aplica el mismo proceso para la grabadora destinada a registrar en el espectro ultrasónico.**

Es importante tener en cuenta que cuando el dispositivo ya está funcionando correctamente, el LED verde deberá de observarse parpadeando (indicando un momento de reposo), a menos que el dispositivo se encuentre grabando en ese preciso momento, en cuyo caso, presentará un parpadeo en rojo durante la grabación (que no dura más de

5 minutos) para después pasar a parpadear en verde cuando entra en reposo. En los dispositivos con configuración para registrar en audible, las grabaciones ocurren durante el día y la noche, por lo cual es más probable que la colocación coincida con un momento de grabación, en contraste con lo que ocurre para la configuración correspondiente al espectro ultrasónico, que graba sólo desde el atardecer hasta el amanecer. En cualquier caso, observar el LED parpadeando en verde es criterio suficiente para determinar el correcto funcionamiento del equipo. Si llegara a observarse un parpadeo de **ambos LED's al mismo tiempo** esto indica **algún tipo de error** que puede ser de configuración o de la integridad del dispositivo. Para descartar un error de configuración, deberá repetirse el proceso de configuración y probar de nuevo, si el comportamiento persiste, será necesario contactar a responsables en Conabio para un posible reemplazo o compostura.

Procedimiento en KoboCollect 3.2.3.11: IG.6.5

2:28 M + + + . Cámara Tram... : :

Esta al final de "Cámara Trampa y Grabadoras v 1.0".

Nombrar a este formulario:
Cámara Trampa y Grabadoras v 1.0

Marcar el formulario como finalizado

Guardar Formulario y Salir

< RETROCEDER

Después de completar todo lo anterior, si el cuestionario está listo, incluyendo toda la información sobre cámaras trampa, se indica marcando el recuadro con la leyenda "Marcar el formulario como finalizado". Para guardar cambios, se presiona el botón con la leyenda "Guardar Formulario y Salir", con lo que se regresa a la pantalla inicial de KoboCollect.

Si toda la información de grabadoras y cámaras trampa ya fue cubierta y el cuestionario ha sido marcado como finalizado, puede accederse a la pantalla "Enviar Cuestionario Finalizado" y enviar el cuestionario junto con otros que ya estén listos en cuanto tenga acceso a internet. Se reitera que puede marcarse un cuestionario como finalizado accediendo al cuestionario guardado y llenando el recuadro con la leyenda "Marcar el formulario como finalizado" en el último paso del cuestionario, permitiendo su envío.

3.3. Toma de muestras en Pequeños Mamíferos v1.0

El cuestionario Pequeños Mamíferos está destinado a registrar datos clave como la fecha, coordenadas, datos morfológicos y verificar que se tomen las muestras en campo de los pequeños mamíferos capturados en 3 noches de muestreo. Asimismo el cuestionario sirve de guía al monitor para que no olvide hacer el registro de alguna de las medidas o toma de muestras. Se utiliza un cuestionario cada día, de tal forma que en cada cuestionario se introducen los datos de todos los individuos capturados como se verá más adelante. Únicamente son enviados 3 cuestionarios al regresar de las 3 noches de muestreo.

Procedimiento en KoboCollect 3.3.0.1: PM.1

* Nombre de un monitor en campo
 Manuel Martínez
 Juan Balderas
 Martha Villegas
 Guillermo Gutierrez
 Otro

* Fecha y Hora
 Seleccione la fecha
 12 de julio de 2021
 Seleccione la hora
 07:00

* ¿Registrará el sitio donde se estableció la malla de muestreo de pequeños mamíferos con Geoposicionador satelital (GPS) o con Celular?
 GPS
 Celular

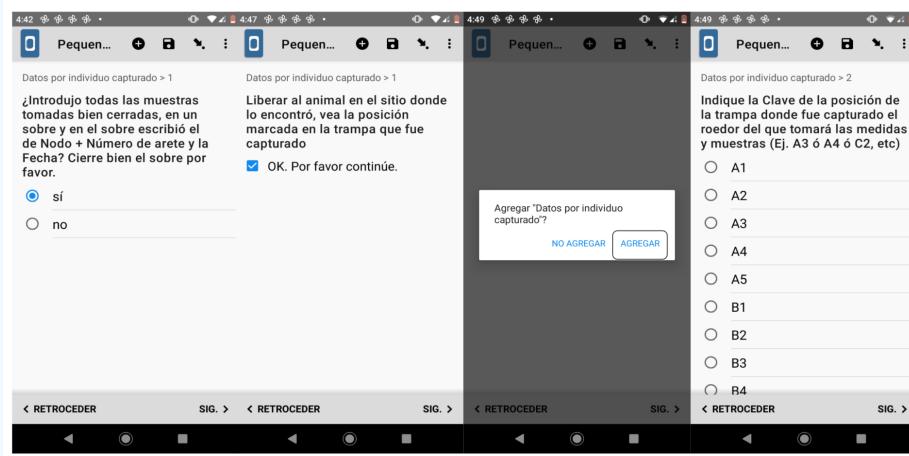
* Registre la localización sólo de la posición de la trampa A1
 Cambiar Ubicación
 Latitud: N 18°57'18"
 Longitud: O 99°15'12"
 Altitud: 1718.22m
 Precisión: 8.62m

SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. >

This section contains a descriptive text about the questionnaire's purpose and how it is used for monitoring:

Este cuestionario se llena en el momento en que se empiezan a revisar las trampas por la mañana del primer día de muestreo. Se le pregunta su Nombre al monitor, fecha, hora y coordenadas de localización de la posición de la trampa A1.

Procedimiento en KoboCollect 3.3.0.2: PM.2



El Número de día de muestreo se refiere a que ha dejado la noche anterior en la estación central del nodo activas las 50 trampas Sherman. Así se indica el día que lleva de muestreo, como Primer, Segundo o Tercer día. Si obtuvo capturas de roedores a la mañana siguiente de la primera noche de muestreo se indica “Primer da” y “SIG>”. Le pregunta si desea **“Agregar “Datos de individuo capturado””: AGREGAR**. Esta respuesta se dará tantas veces como individuos capturados tuvo. (si selecciona la opción de “NO AGREGAR”, se considerará que no obtuvo ninguna captura de pequeños mamíferos ese día es decir que todas las trampas están vacías). Enseguida se le pregunta la clave que tenía la trampa donde encontró el animal que va a medir y tomar sus muestras. La siguiente pregunta del cuestionario le pregunta si el roedor que está registrando es o no una recaptura. Una recaptura es un animal con arete. El Primer día de muestreo es imposible que existan recapturas, porque no se ha muestreado antes en el sitio. El Segundo o Tercer día sí podrían tenerse recapturas y nos daremos cuenta por el arete que tendría el individuo re-capturado, solo en ese caso pondría la opción de “sí”, y continuamos el cuestionario. Sin embargo la respuesta más común será que “no” es una recaptura.

Procedimiento en KoboCollect 3.3.0.3: PM.3

Datos por individuo capturado > 1
Registre el peso del pequeño mamífero con la pesola (gr)
25

Datos por individuo capturado > 1
Indique el Nombre de la especie, si lo reconoce
Peromyscus gratus

Datos por individuo capturado > 1
Medidas Morfométricas: Longitud de la cola (mm)
100

Datos por individuo capturado > 1
Medidas Morfométricas: Longitud de la pata trasera derecha (mm)
21

< RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. >

Una vez que tiene afuera el animal de la trampa, registre el peso en la pesola en gramos, dentro de la bolsa de plástico que utilizó para extraerlo. La siguiente pregunta se refiere a si identifica a la especie, si es así escríbalo y si no, no conteste. Las siguientes dos preguntas son datos de medidas morfométricas en mm que va a tomar con la regla o vernier de la longitud de la cola, y de la longitud de la pata trasera.

Procedimiento en KoboCollect 3.3.0.4: PM.4

Datos por individuo capturado > 1
Medidas Morfométricas: Longitud total (mm)
182

Datos por individuo capturado > 1
Medidas Morfométricas: Longitud de la Oreja (mm)
18

Datos por individuo capturado > 1
Indique el número del Arete que se le va a colocar.
83

Datos por individuo capturado > 1
¿Se tomó la muestra de pelo de la región dorsal y lo colocó en una bolsa de papel glassine, marcando la Clave del Individuo en la bolsa?
Nota: La clave del individuo consta del Id del Nodo donde usted se encuentra + número de arete
 Sí
 no

< RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. >

Se registran los valores de la longitud total del extremo de la cabeza a la punta de la cola. La longitud de la oreja, el número de arete que va a colocar, y se le indica cómo tomar la muestra de pelo y donde guardarla. Así como indicar en la bolsa donde guardó los pelos la clave correctamente escrita.

Procedimiento en KoboCollect 3.3.0.5: PM.5

Datos por individuo capturado > 1

¿Se cortó la punta de la cola y se colocó en un tubo con alcohol etílico 96% (no es el que venden en farmacia) marcando también la clave del individuo en el tubo?

sí
 no

Datos por individuo capturado > 1

¿Se colectó la sangre obtenida del corte de la punta de la cola en un papel filtro, se secó, y se guardó en una bolsita de papel, marcando también la clave del individuo?

sí
 no

Datos por individuo capturado > 1

*¿Se peinó al pequeño mamífero (con el peine de metal) en una charola con alcohol etílico del 96% (20 veces alrededor de todo el individuo) y revisar con pinzas ectoparásitos en la cabeza y cara.

¿Se colocaron los ectoparásitos con las pinzas en un tubo eppendorf marcando la Clave del Individuo?

sí
 no

Datos por individuo capturado > 1

Edad del pequeño mamífero

Adulto
 Juvenil
 No identificada

< RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. >

La segunda muestra que se toma es la de tejido, que es la punta de la cola, se corta aproximadamente 1 cm si es un ratón o musaraña de talla pequeña, o 2 cm si es un mamífero de talla mayor (e.g. rata, *Neotooma sp.*) de esta y el tejido se guarda en el tubo eppendorf con el alcohol recomendado, bien cerrado. De la sangre que sale por el corte se toma la muestra en el papel nobuto y se seca para guardarla posteriormente en una bolsita de papel glassine. Enseguida se verifica si se peinó a los roedores como se indica para la obtención de ectoparásitos para guardarlos también en alcohol en un tubo eppendorf. Finalmente se indica si es un individuo Adulto o Juvenil.

Procedimiento en KoboCollect 3.3.0.6: PM.6

Datos por individuo capturado > 1

¿Es macho?

Sí
 No
 No identificado

Datos por individuo capturado > 1

¿Cuál(es) de las siguientes de las siguientes características presenta el individuo Hembra?

Vagina cerrada
 Vagina abierta
 Lactando
 Prefñada

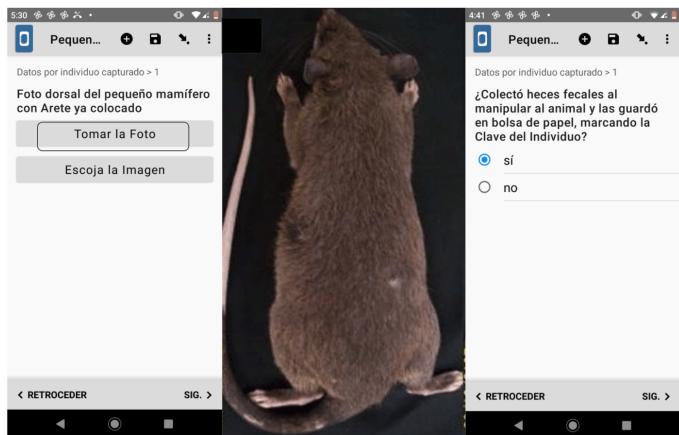
Datos por individuo capturado > 1

Foto ventral del mamífero con Arete ya colocado

< RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. > < RETROCEDER SIG. >

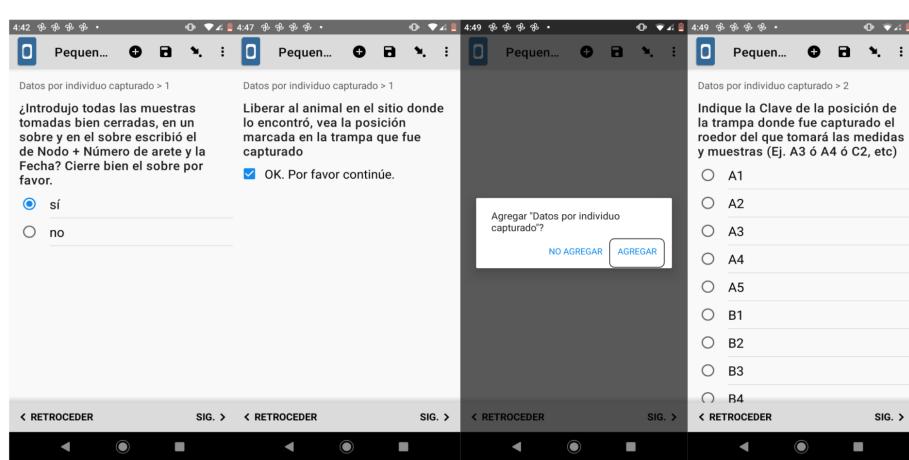
Se identifica el sexo del animal. En el ejemplo hemos puesto el caso en que fuera una hembra por lo que se contesta que "No" es un macho por lo tanto manda a preguntas asociadas con hembras y el estado en el que se encuentra. Enseguida se selecciona el botón de "Tomar la foto" para enfocar la sección ventral del pequeño mamífero.

Procedimiento en KoboCollect 3.3.0.7: PM.7

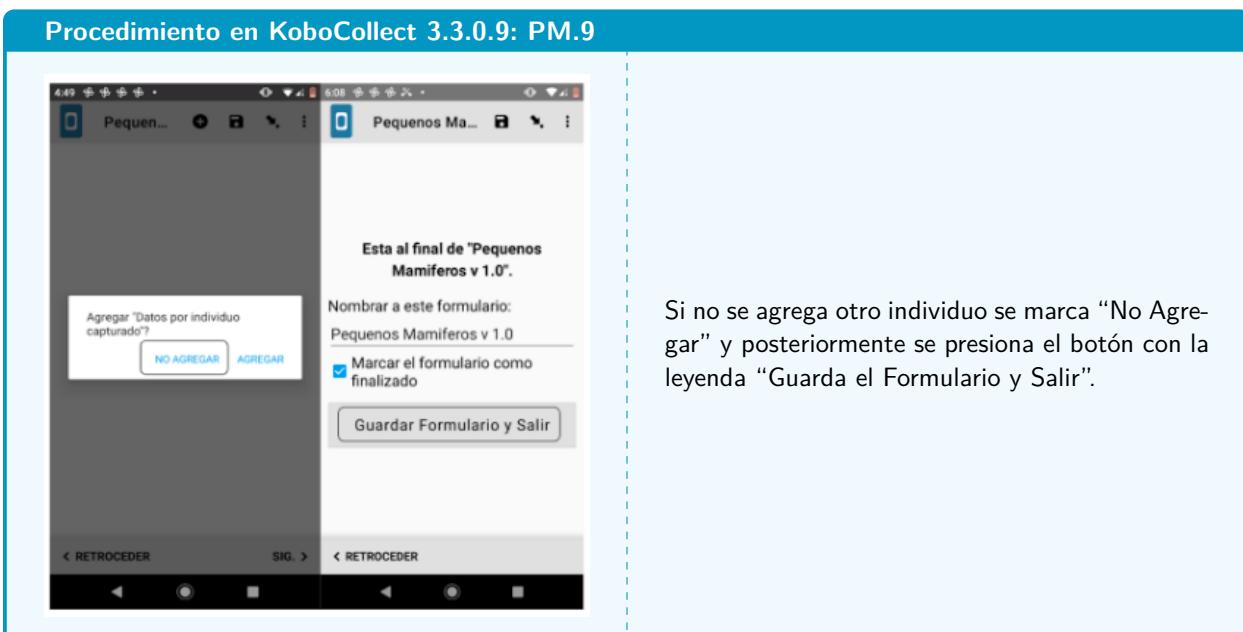


En la siguiente pantalla al presionar el botón de la “Toma de foto” se solicita tomar la foto del roedor en posición dorsal. Y enseguida se confirma si se recolectaron las heces fecales obtenidas de la bolsa, trampa o en el momento de la manipulación del individuo, estas se introducen en bolsas de papel glassine y se cierran bien.

Procedimiento en KoboCollect 3.3.0.8: PM.8



Estas secciones validan que haya guardado las muestras en el sobre de cada individuo y registrado su clave y fecha. Enseguida se libera al animal, si hay más individuos que fueron capturados en otras trampas se presiona el botón de “Agregar” y le volverá a salir el cuestionario, y si no es el caso se presiona “No agregar”.



A. Configuración avanzada

A.1. Parámetros de configuración para grabadoras

Además de especificar los parámetros descritos en la tabla A.1.0.1 de arriba, la configuración contiene la sección deviceInfo que especifica: la clave serial del hardware (deviceId), el firmware instalado en el dispositivo (firmwareVersion), el nivel de batería en el momento (battery) y la fecha y hora guardados durante el proceso de configuración (date), los cuales se observan los ejemplos de configuración A.1.0.1 y A.1.0.2.

Cuadro A.1.0.1: Valores de configuración en los espectros audible y ultrasónico dentro del sistema SiPeCaM.

Parámetro	Valor	
	Audible	Ultrasónico
timePeriods.endMins	1440	720
timePeriods.startMins	0	0
ledEnabled	true	true
lowVoltageCutoffEnabled	true	true
batteryLevelCheckEnabled	true	true
sampleRate	48000	384000
gain	2	2
recordDuration	60	30
sleepDuration	540	1170
localTime	true	true
dutyEnabled	true	true
passFiltersEnabled	false	false
lowerFilter	0	0
higherFilter	0	0
amplitudeThresholdingEnable	false	false
amplitudeThreshold	0	0

Ejemplo A.1.0.1: Salida de configuración audible SM Sipecam

```

1 {
2   "deviceInfo": {
3     "date": "12:19:13 02/07/2021 -0500",
4     "deviceId": "2453AC035CC5E7A1",
5     "firmwareVersion": "1.4.4",
6     "battery": "4.5V"
7   },
8   "timePeriods": [
9     "endMins": 1440,
10    "startMins": 0
11  ],
12   "ledEnabled": true,
13   "lowVoltageCutoffEnabled": true,
14   "batteryLevelCheckEnabled": true,
15   "sampleRate": 48000,
16   "gain": 2,
17   "recordDuration": 60,
18   "sleepDuration": 540,
19   "localTime": true,
20   "dutyEnabled": true,
21   "passFiltersEnabled": false,
22   "lowerFilter": 0,
23   "higherFilter": 0,
24   "amplitudeThresholdingEnable": false,
25   "amplitudeThreshold": 0,
26   "code": "ceb73598089ae42744e3134d1ea3690c3006b6dfb663bf0dc2053f134952
27      eec4"
28 }

```

Ejemplo A.1.0.2: Salida de configuración ultrasónica SM Sipecam

```

1 {
2   "deviceInfo": {
3     "date": "12:18:42 02/07/2021 -0500",
4     "deviceId": "2453AC035CC5E7A1",
5     "firmwareVersion": "1.4.4",
6     "battery": "4.5V"
7   },
8   "timePeriods": [
9     "endMins": 720,
10    "startMins": 0
11  ],
12   "ledEnabled": true,
13   "lowVoltageCutoffEnabled": true,
14   "batteryLevelCheckEnabled": true,
15   "sampleRate": 384000,
16   "gain": 2,
17   "recordDuration": 30,
18   "sleepDuration": 1170,
19   "localTime": true,
20   "dutyEnabled": true,
21   "passFiltersEnabled": false,
22   "lowerFilter": 0,
23   "higherFilter": 0,
24   "amplitudeThresholdingEnable": false,
25   "amplitudeThreshold": 0,
26   "code": "9818afaa9d3c7a65ca7234ad7d6156602afab5c52820fcf97279be273201
27      ba6"
28 }

```

A.2. Actualización de firmware AudioMoth

Se trata de un proceso que se realiza una sola vez por cada instrumento y únicamente en caso de ser necesario. Consiste de unos cuantos pasos en los que se descarga el firmware adecuado y se escribe al AudioMoth a través de una conexión USB.

Al término del proceso, el AudioMoth queda listo para ser configurado con la aplicación SM Sipecam, según lo que se describe arriba en la sección correspondiente.

A.2.1. Descarga de la aplicación para escritura de firmware AudioMoth

Esta aplicación nos servirá tanto para descargar distintas versiones del firmware que quedan almacenadas en la computadora usada durante el proceso, como para escribir cualquier versión en el instrumento.

Materiales A.2.0.1: Actualización de firmware

- Cable USB/microUSB
- Computadora personal (PC)
- Aplicación para escritura de firmware
- Dispositivo AudioMoth

La aplicación se encuentra actualmente disponible para su descarga desde la página de Open Acoustic Devices a través de las siguientes ligas, según el sistema operativo usado en la PC:

Windows: <https://github.com/OpenAcousticDevices/AudioMoth-Flash-App/releases/download/1.3.0/AudioMothFlashAppSetup1.3.0.exe>

MacOs: <https://github.com/OpenAcousticDevices/AudioMoth-Flash-App/releases/download/1.3.0/AudioMothFlashAppSetup1.3.0.dmg>

A.2.2. Proceso de actualización de firmware

Una vez descargada la aplicación en su versión correcta para el sistema operativo empleado, puede ejecutarse, con lo que se mostrará algo similar a lo mostrado en la Figura A.2.2.1, en la cual se indican algunas regiones importantes de la interfaz para la descripción del proceso (*panel de versiones*, *panel de descripción* y *panel de estado*).

Para llevar a cabo la actualización del firmware en dispositivos es necesario seguir los siguientes pasos con la aplicación de actualización de firmware abierta:

1. Descargar la versión 1.4.4 del firmware: para este paso se selecciona en el *panel de versiones* la versión 1.4.4, con lo que debería de cambiar el texto en el *panel de descripción*, para después presionar el botón con la leyenda “Download” en la aplicación.
2. Conectar AudioMoth: en este paso, se coloca el AudioMoth en modo USB/OFF, sin pilas, para después conectarlo a la computadora a través del cable USB/microUSB, con lo que deberá aparecer la versión del firmware que contiene nuestro dispositivo en el *panel de estado*. Si la versión ya es 1.4.4, como en la Figura A.2.2.1¹, no es necesario hacer nada más.
3. Escribir el firmware 1.4.4: con el AudioMoth conectado y el firmware 1.4.4 descargado, si todo está en orden, deberá de habilitar el botón con la leyenda “Flash AudioMoth” en la parte inferior. Al presionar el botón, se escribe el firmware y el *panel de estado* debería de indicar que la versión 1.4.4 se encuentra ya instalada en el AudioMoth Figura A.2.2.2.

¹Si el firmware contiene una versión demasiado aparecerá un diálogo que indica que es necesario seguir pasos adicionales para su configuración. En este caso, la aplicación muestra una guía paso a paso para completar el proceso.

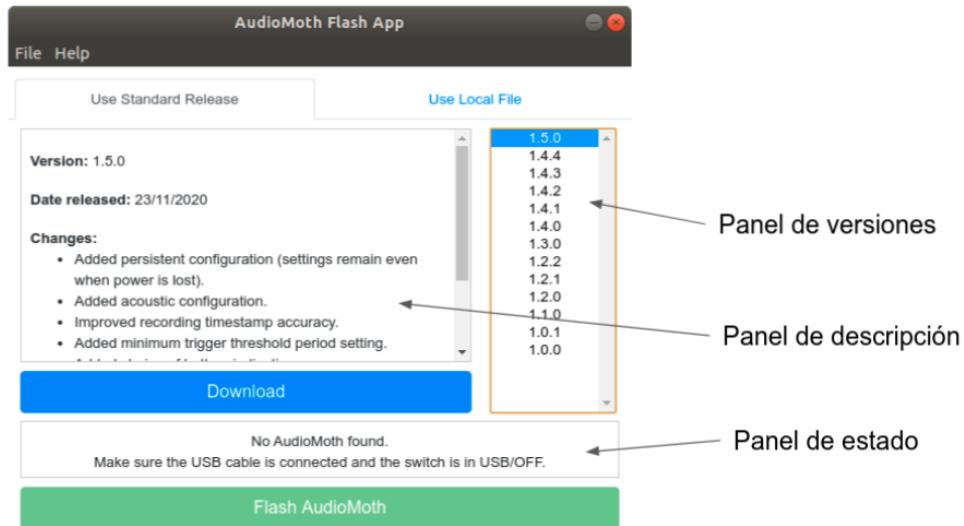


Figura A.2.2.1: Interfaz gráfica para la actualización de firmware AudioMoth.

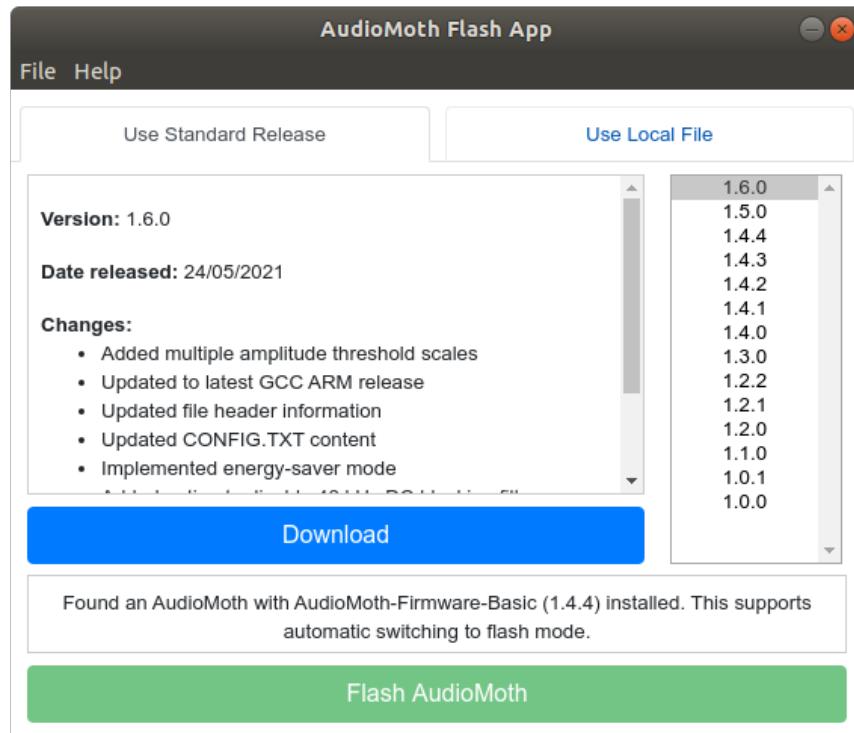


Figura A.2.2.2: La aplicación de escritura de firmware mostrando que la versión 1.4.4 ya se encuentra instalada.

B. Materiales de apoyo.

B.1. Videos de capacitación SiPeCaM.

B.1.1. Taller 1

Sesión 1: https://drive.google.com/file/d/1jqoyvIapjwjgWe2E8w_2-cs4FGk_RI47/view?usp=sharing

Sesión 2: https://drive.google.com/file/d/1kgR32deLG93KLoauYVX6R1F8gicn_egm/view?usp=sharing

Sesión 3: <https://drive.google.com/file/d/1sl-65FFhknibBxsYSABJwQl71U7tYRJl/view?usp=sharing>

Sesión 4: <https://drive.google.com/file/d/1VNP-gU4ERC61oYNuHMnv7U9eCOn3odCk/view?usp=sharing>

Sesión 5: <https://drive.google.com/file/d/1K8EifcuMIZr6h0pZ-CJcnixqxh1Xdzk1/view?usp=sharing>

B.1.2. Taller 2

Sesión 1: https://drive.google.com/file/d/1eLoiqjgA9aRXY3Bo_1tyBQCQhc0apMUB/view?usp=sharing

Sesión 2: <https://drive.google.com/file/d/1mfx5BipPt2c4vHFXBpaTXewV3sbRezlx/view?usp=sharing>

Bibliografía

- [1] Díaz Pulido A and Payán Garrido E. *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Number 26070 in CO-BAC. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 2012.
- [2] Zar J. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey, USA, 5th edition, 2015.
- [3] MacSwiney MC, Clarke FM, and Racey PA. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in neotropical bat assemblages. *Journal of applied Ecology*, 45(5):1364–1371, 2008.
- [4] Meek PD, Fleming P, and Ballard G. *An introduction to camera trapping for wildlife surveys in Australia*. Invasive Animals Cooperative Research Centre Canberra, Australia, 2012.