

Manual de prácticas para el estudio de
ecosistemas a partir del marco teórico de la
ecología urbana

Rodrigo Pacheco Muñoz
Edgar Perez-Negrón Souza
Salvador Pérez Heredia

Adrian Ceja Madrigal
Natalia Medrano Minet
Jorge E. Schondube

2021-03-19

Índice general

Índice	5
Introducción	7
1. Tipos de ambientes desde la ecología urbana	9
1.1. Los ambientes	9
1.2. Objetivo	9
1.3. Material requerido	9
1.4. Actividad virtual	10
1.5. Caminatas virtuales	10
1.6. Cuestionario	10
2. Información Espacial y uso de software	13
2.1. Objetivo	14
2.2. Software y material requerido	14
2.3. Prácticas	17
3. Caracterización del entorno urbano 1: Cuantificación de condiciones ambientales	29
3.1. Condiciones ambientales	29
3.2. Objetivo	29
3.3. Software y material requerido	29
3.4. Práctica	30
3.5. Preguntas	31

4. Caracterización del entorno urbano 2: lo verde y lo gris	33
4.1. Indicaciones preliminares y objetivo	34
4.2. Software y material requerido	34
4.3. Práctica	36
5. Usando a las aves como bioindicadores 1: puntos de conteo	39
5.1. Objetivo	40
5.2. Software y material requerido	40
5.3. Práctica	41
6. Usando a las aves como bioindicadores 2: Monitoreo de aves a través de su captura con redes de niebla	45
6.1. Objetivos	46
6.2. Bioética para la captura y la toma de datos de animales vivos	47
6.3. Estaciones de captura y anillado de aves y su manejo	48
6.4. Prácticas con redes	51
7. Usando a las aves como bioindicadores 3: Estudios de conducta animal en zonas urbanas	61
7.1. Aspectos a considerar en el estudio del comportamiento animal en áreas urbanas	62
7.2. Objetivo	63
7.3. Material requerido	63
7.4. Actividad	63

Índice

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM.

Introducción

Aunque las ciudades humanas fueron inventadas hace unos 10,000 años, el número y tamaño de las áreas urbanas se incrementó dramáticamente a lo largo del siglo XX, y ha continuado haciéndolo durante este nuevo siglo. Durante la primera década del siglo XXI, las áreas urbanas se convirtieron en el hábitat principal de nuestra especie, al llegar a albergar a más de la mitad de toda la población humana.

Actualmente las ciudades humanas, cubren un 4 % de la superficie terrestre de nuestro planeta. Aunque esta extensión puede parecer pequeña comparada con la que ocupan otros ecosistemas, el efecto que tienen las ciudades en los procesos ecológicos, se extiende más allá de sus límites territoriales. Esto se debe a que los habitantes urbanos utilizan recursos, tanto locales, como regionales y globales. De este modo las ciudades han sido consideradas funcionalmente como “hoyos negros” que consumen grandes cantidades de recursos que son producidos a escalas geográficas enormes.

Los efectos ambientales de las ciudades son aún mayores, si consideramos que las actividades humanas que ocurren dentro de ellas producen una gran cantidad de contaminantes. Estos contaminantes afectan al suelo y a los organismos localmente, al mismo tiempo que tienen efectos locales, regionales y globales al expandirse por el aire y el agua. Por ejemplo, la contaminación atmosférica generada en áreas urbanas representa un 80 % de la producción total de gases de efecto invernadero asociados al cambio climático. Esto, y la presión de cambio de uso de suelo que generan, hace de las ciudades elementos cruciales que debemos entender y manejar adecuadamente si queremos controlar los procesos de cambio global que enfrentamos actualmente.

De este modo, la ecología urbana es una rama de la ecología que nace buscando entender tanto el papel que la urbanización tiene sobre los diversos ecosistemas y organismos a los que afecta, como los procesos ecosistémicos propios de este sistema ecológico creado por nuestra especie. Mirar a las ciudades como un ecosistema, con dinámicas y procesos únicos, y no como una forma más en que los humanos perturbamos a los sistemas naturales, es crucial para poder empezar a construir ciudades sustentables que puedan ayudar a nuestra especie a sobrevivir la actual crisis ambiental. De este modo, la ecología urbana es un

ciencia indispensable para la supervivencia humana.

Este manual presenta varias prácticas que permitirán a estudiantes y profesores estudiar la complejidad del ecosistema urbano, funcionando al mismo tiempo como una herramienta para llevar a cabo estudios de ecología dentro de zonas urbanas. Por lo tanto pueden ser utilizadas tanto en la materia de ecología urbana, como en otras asignaturas del área biológica-ambiental como ecología, ecología de poblaciones, ecología del paisaje, ecología de fauna silvestre, y ornitología, por nombrar algunas. Es importante considerar que la mayor parte de las carreras universitarias se imparten dentro de áreas urbanas, por lo cual este manual ofrece la oportunidad de que los estudiantes lleven a cabo actividades prácticas dentro del área urbana donde viven.

Los autores de este manual consideramos que las áreas urbanas tienen un gran potencial para que estudiantes y profesores de diferentes carreras busquen familiarizarse con las técnicas y métodos más comunes para evaluar ambientes naturales. La complejidad de las ciudades en términos de su diversidad de componentes estructurales, biodiversidad y procesos socioculturales, nos oferta una oportunidad única para aprender sobre como hacer ciencia tanto disciplinaria como inter, multi y transdisciplinaria. Esperamos que estas prácticas sean un punto de partida para la formación de recursos humanos dentro de ciudades, generando interés sobre el campo de la ecología urbana, y llevando a estudiantes de licenciatura y posgrado a buscar soluciones a la problemática ambiental ligada a los ambientes urbanos.

Capítulo 1

Tipos de ambientes desde la ecología urbana

1.1. Los ambientes

Los ecólogos han clasificado los diferentes ambientes presentes en nuestro planeta por medio de comparar sus características abióticas y bióticas. Este tipo de clasificación nos ha permitido separar tipos de ecosistemas, y entender los elementos que los caracterizan. Sin embargo también podemos clasificar los diferentes tipos de ambientes por sus funciones, o por la forma en que los humanos interactuamos con ellos y los utilizamos.

Desde esta última perspectiva podemos clasificar los diferentes ambientes de nuestro planeta en tres grandes grupos: ambientes silvestres, ambientes productivos y ambientes urbanos. Cada uno de estos ambientes presenta diferencias importante tanto en los elementos que los conforman, como en sus dinámicas funcionales.

1.2. Objetivo

1. Identificar las diferencias existentes entre las características de los ambientes silvestres, los ambientes productivos, y los ambientes urbanos.

1.3. Material requerido

- Un ordenador con conexión a internet.
- Audífonos (opcional)

1.4. Actividad virtual

Realiza tres caminatas virtuales utilizando los tres videos de *YouTube* que se señalan en la siguiente sección de esta práctica. Utiliza lo que observas y escuchas en cada video para determinar las diferencias que existen entre los tres tipos de ambientes que estás observando. Posteriormente llena el cuestionario anexo, y discute tus respuestas con tus profesores y los otros estudiantes.

1.5. Caminatas virtuales

Para fines de esta práctica solo se requiere que observes los videos en los intervalos determinados que se indican para cada uno. Antes de realizar las caminatas revisa la sección de preguntas que se incluye al final de esta práctica.

1.5.1. Videos

Has click en sus nombres para acceder a ellos:

1. Parque Nacional Redwoods: Observa los primeros 10 minutos.
2. Campiña inglesa: Observa del minuto 20 al minuto 30 del video.
3. Centro de la CDMX: Observa los primeros 10 minutos.

Con 10 minutos de observación de cada video es suficiente para completar esta actividad. Sin embargo, si tienes tiempo puedes observar los videos completos. No solo utilices tus ojos al ver los videos, te recomendamos que también seas muy cuidadoso prestando atención a los sonidos presentes en cada video (por eso recomendamos el uso de audífonos).

1.6. Cuestionario

1.6.0.1. Primera parte

1. Realiza una breve descripción del ambiente que se muestra en cada vídeo. Incluye a los elementos físicos del ambiente (*¿Qué elementos artificiales o naturales hay y cuales son sus características?*), a las condiciones ambientales que puedas interpretar (*¿Qué escuchas o percibes?*), y a los organismos que consideras que dominan en cada ambiente (tanto vegetales como animales).

2. Menciona brevemente algunas de las principales actividades humanas que se realizan o que se pueden realizar en cada ambiente.

- Caminata bosque:
- Caminata campiña rural:
- Caminata urbana:

3. Compara los tres ambientes indicando que comparten y en qué son distintos.

- Cosas que comparten:
- Características únicas de cada ambiente:

4. Utiliza tus apuntes sobre la caminata, para generar tus propias definiciones de los tres tipos de ambientes:

- Ambientes naturales:
- Ambientes productivos:
- Ambientes urbanos:

5. Discute y compara tus respuestas con tus compañeros y profesores.

12 CAPÍTULO 1. TIPOS DE AMBIENTES DESDE LA ECOLOGÍA URBANA

Capítulo 2

Información Espacial y uso de software

El área de estudio y la ubicación de los sitios para la toma de muestras tiene una relevancia crucial en las investigaciones ecológicas y ambientales. Ya sea que se quieran evaluar parches fragmentados de vegetación natural de una región, parcelas productivas de sistemas agrícolas o áreas urbanas, la limitación espacial puede jugar un papel en los resultados que podamos encontrar.

Una de las características de las áreas urbanas es un heterogeneidad espacial. La matriz urbana cuenta con una gran diversidad en los tipos de áreas verdes que podemos encontrar como parques, camellones, jardines, jardineras, áreas naturales remanentes o techos verdes, entre otros. Fuera de los espacios verdes, las áreas urbanizadas o áreas grises también pueden contrastar entre si por sus actividades económicas principales, el tipo de calles, los distintos edificios que las constituyen, la intensidad de la actividad humana y también por la presencia e identidad de los elementos verdes que pueden ocurrir. Es posible que nuestro estudio pretenda evaluar únicamente a las áreas verdes o un solo a un tipo de área verde. También podemos pretender evaluar únicamente áreas grises o evaluar toda la matriz urbana. En cualquier caso es fundamental considerar la escala a la que se pretenda trabajar y delimitar las áreas de interés con el propósito de entender su similitud o sus contrastes.

Es importante considerar que en estudios de ecología urbana el acceso a algunos sitios estará restringido por diversas causas. Antes de visitar los sitios de muestreo para llevar a cabo el estudio es recomendable una evaluarlos con antelación para confirmar la accesibilidad y la seguridad del los sitios. Recuerda que tu bienestar es lo más importante.

En este capítulo aprenderemos a generar información espacial útil para estudios ecológicos o ambientales utilizando software de acceso libre, que será útil para llevar a cabo algunas de las prácticas con las que cuenta este manual.

2.1. Objetivo

1. Delimitar un área de estudio por medio de un polígono vectorial.
2. Dividir el área de estudio por medio de una gradilla definida sobre un polígono vectorial.
3. Despliegue de puntos de muestreo con base en una gradilla definida de un polígono vectorial.
4. Despliegue de una gradilla a nivel local con un solo punto espacial.

2.2. Software y material requerido

- Un ordenador con conexión a internet y con los siguientes programas instalados:
 - El sistema de Información geográfica (SIG) QGIS instalado.
 - El lenguaje de programación R y la versión de escritorio del entorno de desarrollo integrado RStudio

2.2.1. QGIS

Para visualizar el área de interés utilizaremos las imágenes satelitales que ofrecen diversos servicios de mapas como Google Maps y Bing. Para ello requerimos instalar un *plugin* dentro del software QGIS. Para instalarlo sigue las siguientes instrucciones: 1. Abre el programa QGIS. 2. En la barra de herramientas superior selecciona la pestaña **Plugins** y da click en **Manage and install plugins**. Luego de una breve carga se mostrará una nueva ventana. 3. En la parte superior de la nueva ventana se ubica un buscador. Ahí buscarás el *plugin*: **QuickMapServices**. 4. En la lista y selecciona **QuickMapServices**. Se desplegará información en el panel derecho sobre las características del *plugin*. 5. En la esquina inferior derecha da click en el botón **Install plugin**. Se iniciará el proceso de descarga. Permite que se complete. 7. Haz instalado el *plugin*. Este se puede observar en el menú superior, en la pestaña **Web**. 8. Puedes iniciar en el botón del ícono de hoja en blanco en la esquina superior derecha o haciendo click en la **barra de herramientas** en **Project -> New**.

2.2.2. R y Rstudio

Este manual no contiene material para el aprendizaje formal del lenguaje R. Este manual pretende el uso de código simple para realizar tareas, que contiene permitan a cualquiera familiarizarse con él. No es necesario que tengas conocimientos previos y confiamos en que las instrucciones sean suficientes para completar las prácticas con éxito.

RStudio utiliza la instalación de R para funcionar. En este manual de prácticas solo será necesario interactuar con RStudio. En Rstudio puedes configurar la apariencia. No te preocunes si el color de la interfaz de los ejemplos luce ligeramente distinta a la tuya.

La interfaz de Rstudio se compone de cuatro paneles. Es posible que al abrirlo solo veamos tres paneles como se muestran en la figura 2.1. Si es el caso, el panel faltante es el *script* donde escribiremos el código. Este puede abrirse con el botón que se encuentra en el panel superior izquierdo, que se identifica por un signo positivo verde. En el menú de ese botón selecciona **R script** como se muestra en la figura 2.2.

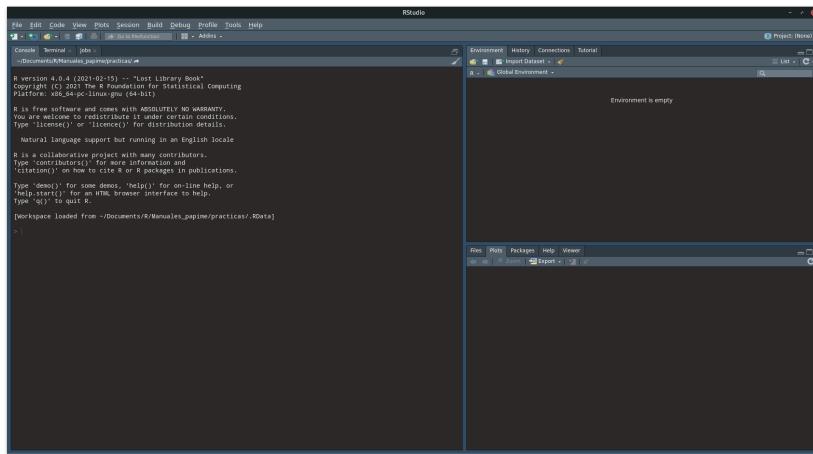


Figura 2.1: Interfaz de Rstudio con 3 paneles.

La interfaz de RStudio estandar se compone de cuatro paneles como se muestra en la figura 2.3. En el panel superior izquierdo se encuentra el editor, donde se edita el código de R y también se ejecuta de forma indirecta; el panel inferior izquierdo es la consola, donde se ejecuta el código de forma directa; el panel superior derecho pertenece al entorno de variables, donde podemos observar los objetos que iremos declarando. El panel inferior izquierdo es el de las utilidades, donde podemos observar las gráficas que iremos generando, los archivos del área de trabajo, la información auxiliar y los paquetes.

A lo largo de este manual instalaremos algunos paquetes de R. Su instalación la indicaremos cuando sea pertinente. En este capítulo instalaremos los primeros dos paquetes que utilizaremos en este manual: el paquete **sf** para el manejo de información espacial y el paquete **tidyverse**, que contiene una serie de paquetes que facilitan el manejo de la información. Ejecuta el siguiente código en R para su instalación:

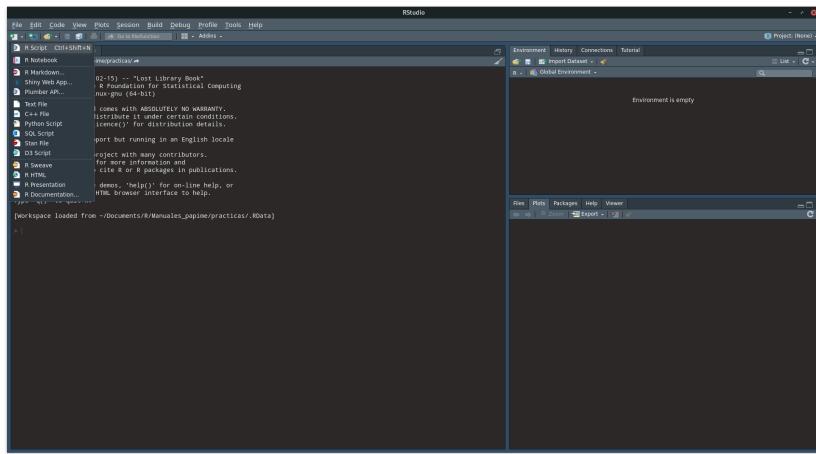


Figura 2.2: Interfaz de Rstudio que muestra el menú para generar el script de R.

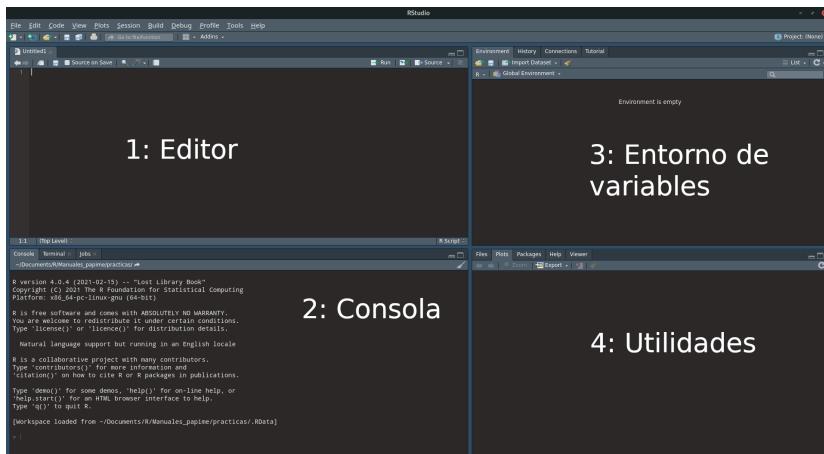


Figura 2.3: Interfaz de Rstudio que muestra los cuatro páneles estandar.

```
install.packages("sf")
install.packages("tidyverse")
```

2.3. Prácticas

2.3.1. Delimitar un área de estudio por medio de un polígono vectorial

En este ejemplo delimitaremos el área urbana del poblado de Tenencia Morelos, Michoacán (19.644979, -101.236746), que se encuente al frente del campus UNAM, Morelia. Para delimitar nuestra área de estudio utilizaremos el SIG *QGIS* e iniciaremos un nuevo proyecto. Inicialo dando click en el menú **Project** -> **New**. Este menú se encuentra en la barra superior de herramientas.

En nuestra nueva sesión daremos click al menú **Web** -> **QuickMapServices** -> **Search QMS**. Este menú se encuentra en la barra superior de herramientas. Esta instrucción abrirá un nuevo panel. En el buscador del nuevo panel escribirás **Google Satellite** y harás click en buscar. Presiona el botón de **Add** frente la opción deseada. Se desplegará un mapa en tu panel principal como muestra la figura 2.4. Una vez que actives el mapa puedes cerrar el panel. Ten en cuenta que puedes hacer uso de otros servicios de mapas como el que ofrece **Bing**.

Ahora vamos a ubicar lo que será nuestra selección de área. Da click derecho en el panel principal que contiene el mapa y precede a ubicarla realizando *zoom* con ayuda de la rueda de tu ratón o presionando las teclas **Control + símbolo positivo (+)**. También puedes explorar el mapa seleccionando *Pan map* (símbolo de mano blanca), que se encuentra en la barra superior. Cuando lo selecciones mantén presionado el botón izquierdo del cursor para explorar el mapa. Una vez que ubiques el sitio que deseas delimitar haz click en el botón de la barra superior **New Shapefile layer**, como se señala en la figura 2.5. Con esta acción iniciaremos la creación del polígono que delimitará nuestra área. El botón abrirá un panel en donde tienes que señalar la siguiente información: 1) En **File name** indicaras como se llamará el archivo que contendrá el polígono y en donde se ubicará en el ordenador; 2) en el menú de **Geometry type** seleccionaras *Polygon*; 3) y asegurate que el CRS sea *EPSG:4326 - WGS84* (Ver figura 2.5). Da click en el botón de *Ok*. Es importante que recuerdes la ubicación de archivo en tu ordenador.

Para comenzar a crear y editar el polígono tienes que seleccionar la capa recién creada en el panel de *layers* (1), en la esquina inferior izquierda (Ver figura 2.6). Una vez seleccionado haz click en el botón *Toggle editing*, que contiene la figura de lápiz (2). Este botón permitirá editar el polígono. Posteriormente haz click en el nuevo botón disponible *Add polygon* (3). Este botón habilitará el modo edición del polígono. Delimita el contorno del área seleccionada trazando el perímetro por medio de puntos a través del cursor, como se muestra en la

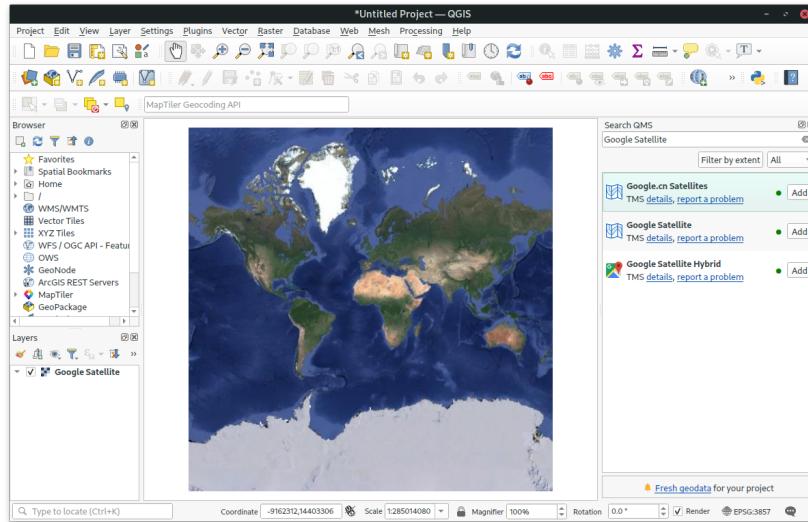


Figura 2.4: Interfaz de QGIS con el resultado de la búsqueda a través del servicio QuickMapServices. El panel dercho pertenece al plugin QuickMapServices, donde se muestra el buscador y los resultados de búsqueda. En el ejemplo seleccionamos el segundo resultado.

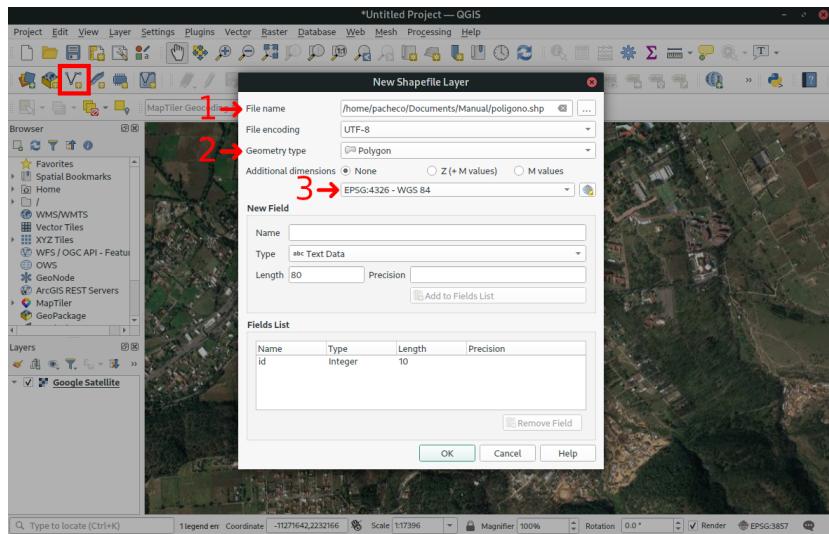


Figura 2.5: Interfaz de QGIS al iniciar la creación de un polígono con señalizaciones.

figura 2.6. Cuando termines de delimitarlo da click derecho. Se abrirá un panel en donde darás click al botón *Ok*. Finalmente guarda los cambios dando click en el botón *Toggle editing* (2; Ver figura 2.6).

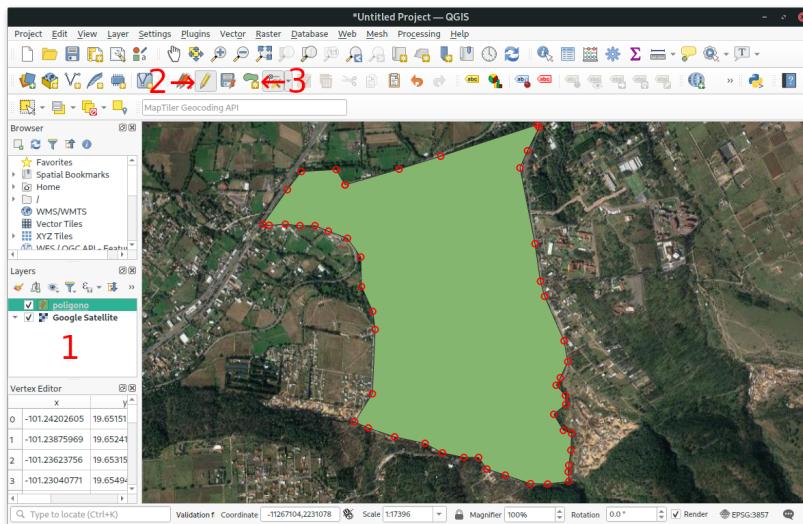


Figura 2.6: Interfaz de QGIS al editar un polígono. La señalización y la secuencia de instrucciones se indica con las flechas.

2.3.2. Dividir el área de estudio por medio de una gradilla definida

A partir de aquí los archivos que generaremos serán utilizando el lenguaje de programación R utilizando el polígono que creamos en la sección anterior. La visualización la continuaremos realizando a través de *QGIS*.

Al iniciar la sesión es recomendable verificar la carpeta en donde estamos trabajando, ejecutando el siguiente comando en la consola: `getwd()`. La dirección que arroje será donde se guardarán los archivos que generaremos. La localización de la sesión se puede cambiar indicando la dirección de la carpeta con el comando: `setwd(/Carpeta/subcarpeta/subcarpeta2/subcarpeta3)`.

Para generar la gradilla primero cargaremos los paquetes `tidyverse` y `sf`. Luego cargaremos el polígono y luego lo cuadricularemos en cuadros de 250 m X 250 m. Ten a la mano la dirección completa del archivo espacial que contiene el polígono. El resultado de este código creará una gradilla en donde cada cuadro que la compone será un polígono. Luego de ejecutar el código, la gradilla se pueden visualizar rápidamente con la función `plot(gradilla)` (2.7).

```

library(tidyverse)
library(sf)
library(pgirmess)

#Carga el polígono a la sesión de R. La dirección es la misma que elegí al guardar el 
#Del ejercicio anterior
poligono <- st_read("/home/pacheco/Documents/Manual/poligono.shp", quiet = T)

#La función st_make_grid() crea la gradilla y la almacena en el objeto "gradilla".
#"x" indica el polígono que se usará y y cellsizes indica el tamaño de los cuadros.
#En este ejemplo `cellsize = 1` corresponde a 100 km
gradilla = st_make_grid(x = poligono, cellsizes = 0.0025) %>% #250 m X 250 m
st_sf() %>% mutate(id = as.character(1:nrow(.))) #Esta linea crea el "id" de los cuadros

```

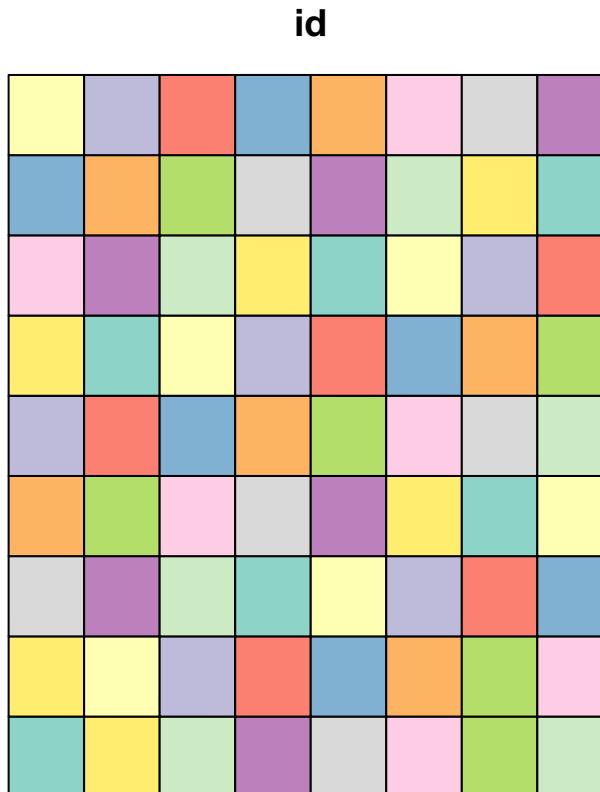


Figura 2.7: Gradilla acotada a las dimensiones del polígono sin ajuste al área delimitada. Los colores hacen referencia a los distintos id.

La **gradilla** abarca la extensión máxima y mínima tanto de la latitud como de la longitud del **polígono**. Para ajustar la gradilla al polígono que delimita el

área de estudio ejecuta la función `st_intersection` (Figura 2.8) :

```
gradilla_ajustada = st_intersection(gradilla, polígono) %>% #Ajusta gradilla al polígono
  select(id) #Selecciona la columna "id"
```

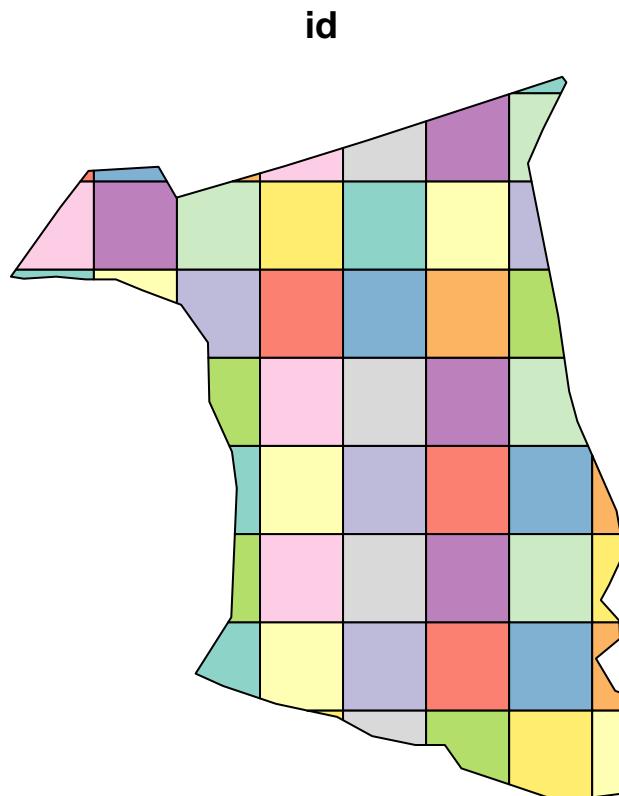


Figura 2.8: Gradilla acotada a las dimensiones ajustada al área delimitada por el polígono. Los colores hacen referencia a los identificadores.

La `gradilla_ajustada` puede ser guardada en diversos formatos de archivos espaciales con la función `st_write(gradilla_ajustada, "gradilla_ajustada.kml")` del paquete `sf`. En este ejemplo el archivo contiene la terminación `.kml`, que hace referencia al formato espacial de Google.. No obstante, también podemos guardarla en otros formatos como `.gpkg`, que hace referencia a GeoPackage, un formato libre de información geoespacial y `.shp`, que hace referencia al formato `shapefile` de la compañía ESRI, entre otros. Recuerda que si no sabes donde se guardó tu gradilla puedes intentar empezar donde indica la función `getwd()`.

El nuevo archivo `gradilla_ajustada.kml` puede ser visualizado arrojándolo al panel principal de *QGIS* (Figura 2.8. En *QGIS* puedes ajustar su opacidad dando click derecho a la capa que contiene la gradilla y seleccionando en el menú

Properties, donde puedes seleccionar un formato de visualización con fondo transparente. La gradilla ajustada también puede visualizarse en tu cuenta de *Google maps*, aunque esto solo es posible si el archivo se guarda. Utilizar *Google maps* te permite ubicarlas en tu móvil, no obstante requieres una cuenta en sus servicios. Si tienes una cuenta de Google maps puedes visualizarla visitando Mis mapas y dando click en el botón **Crear un nuevo mapa**. En la nueva ventana darás click en **Importar** y arrojarás el archivo *gradilla_ajustada.kml*. Puedes ver las instrucciones de Google aquí. Asignale un nombre y podrás cerrar la ventana. Si cuentas con la app de Google Maps en tu móvil puedes visualizarla seleccionándola en el menú **Guardado -> Mapas**.

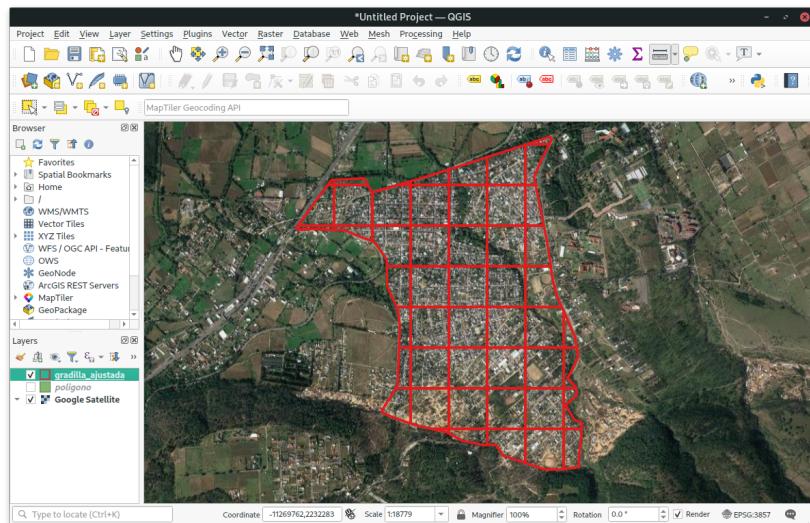


Figura 2.9: Interfaz de QGIS mostrando la gradilla ajustada.

2.3.3. Despliegue de puntos de muestreo con base en una gradilla definida de un polígono vectorial

En esta sección desplegaremos los puntos de muestreo utilizando la gradilla ajustada al objeto **polígono** de las secciones anteriores, que delimita nuestra área de estudio. Para ello vamos a utilizar un método similar a al despliegue de la gradilla de la sección anterior. La visualización la continuaremos realizando a través de *QGIS*. En esta sesión instalaremos el paquete **pgirmess** escribiendo el siguiente comando en la consola: `install.packages("pgirmess")`.

Para generar los puntos primero cargaremos los paquetes **tidyverse**, **sf** y **pgirmess**. Posteriormente cargaremos el polígono y generaremos puntos separados a una distancia mínima de 250 m. Ten a la mano la dirección completa del archivo espacial que contiene el polígono. El resultado de este código creará una

gradilla de puntos similar a la gradilla de la sección anterior. Nota en el código que el nombre del identificador es distinto al de las gradillas, al sustituir “id” por “name”. Este cambio tiene el propósito de facilitar la integración de esta información espacial con aparatos de geoposicionamiento global (GPS). Estos aparatos requieren que se declare el identificador de los elementos espaciales con este formato. Luego de ejecutar el código recuerda que puedes visualizar la información espacial rápidamente con la función `plot(gradilla)` (2.10).

```
library(tidyverse)
library(sf)
library(pgirmess)

#Carga el polígono a la sesión de R.
#La dirección es la misma que elegí al guardar el polígono que generé al delimitar el área (Sección 2.1).
#Del ejercicio anterior
poligono <- st_read("/home/pacheco/Documents/Manual/poligono.shp", quiet = T)

#La función st_make_grid() crea la gradilla y la almacena en el objeto "gradilla".
#x indica el polígono que se usará, 'cellsize' indica la distancia entre los puntos
#'what = "centers"' indica que se generen puntos al centro de la gradilla.
#En este ejemplo `cellsize = 1` corresponde a una distancia mínima de 100 km
puntos = st_make_grid(x = poligono, cellsize = 0.0025, what = "centers") %>% #250 m
  st_sf() %>% mutate(name = as.character(1:nrow(.))) #Esta linea crea el el identificador de los puntos
```

Al igual que `gradilla`, `puntos` también abarca la extensión máxima y mínima tanto de la latitud como de la longitud del `poligono`. Para ajustar `puntos` al polígono que delimita el área de estudio ejecuta la función `st_intersection` (2.11):

```
puntos_ajustados = st_intersection(puntos, poligono) %>% #Ajusta gradilla al polígono
  select(name) #Selecciona la columna "id"
```

Los `puntos_ajustados` puede ser guardados en diversos formatos de archivos espaciales con la función `st_write(puntos_ajustados, "puntos_ajustados.kml")` del paquete `sf`. En este ejemplo el archivo contiene la terminación `.kml` o `.gpkg`, que hace referencia al formato espacial de Google.. No obstante, también podemos guardarlo en otros formatos como GeoPackage, un formato libre de información geoespacial y `.shp`, que hace referencia al formato *shapefile* de la compañía ESRI, entre otros. Recuerda que si no sabes donde se guardó tu gradilla puedes intentar empezar donde indica la función `getwd()`.

El nuevo archivo `puntos_ajustados.kml` puede ser visualizado arrojándolo al panel principal de *QGIS* (Figura (2.12). En *QGIS* puedes ajustar su opacidad dando click derecho a la capa que contiene la gradilla y seleccionando en el menú **Properties**, donde puedes seleccionar un formato de visualización con fondo transparente. La gradilla ajustada también puede visualizarse en tu cuenta de

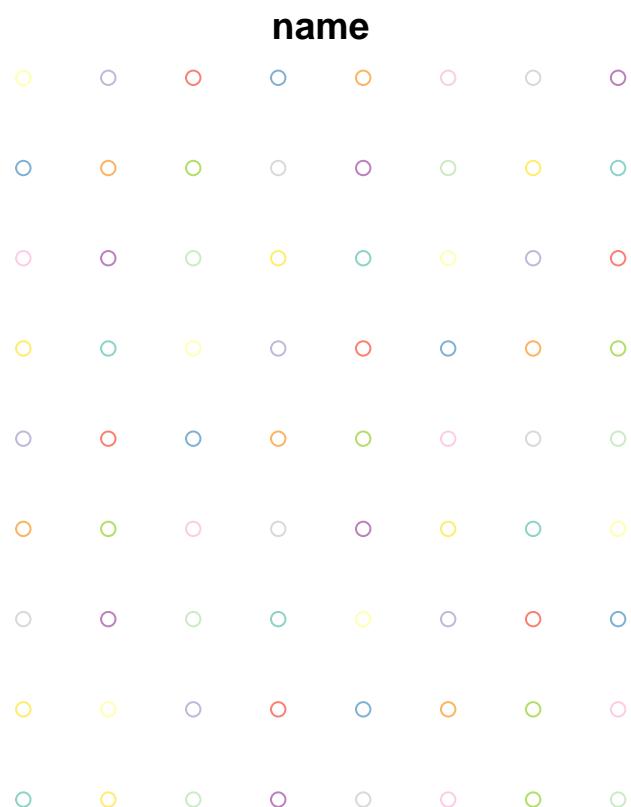


Figura 2.10: Despliegue de puntos acotados a las dimensiones del polígono sin ajuste al área delimitada. Los colores hacen referencia a los identificadores.



Figura 2.11: Puntos acotados a las dimensiones ajustada al área de estudio delimitada por el polígono. Los colores hacen referencia a los identificadores.

Google maps, aunque esto solo es posible si el archivo se guarda. Utilizar *Google maps* te permite ubicarlas en tu móvil, no obstante requieres una cuenta en sus servicios. Si tienes una cuenta de Google maps puedes visualizarla visitando Mis mapas y dando click en el botón **Crear un nuevo mapa**. En la nueva ventana darás click en **Importar** y arrojarás el archivo *gradilla_ajustada.kml*. Puedes ver las instrucciones de Google aquí. Asignale un nombre y podrás cerrar la ventana. Si cuentas con la app de Google Maps en tu móvil puedes visualizarla seleccionándola en el menú **Guardado -> Mapas**.

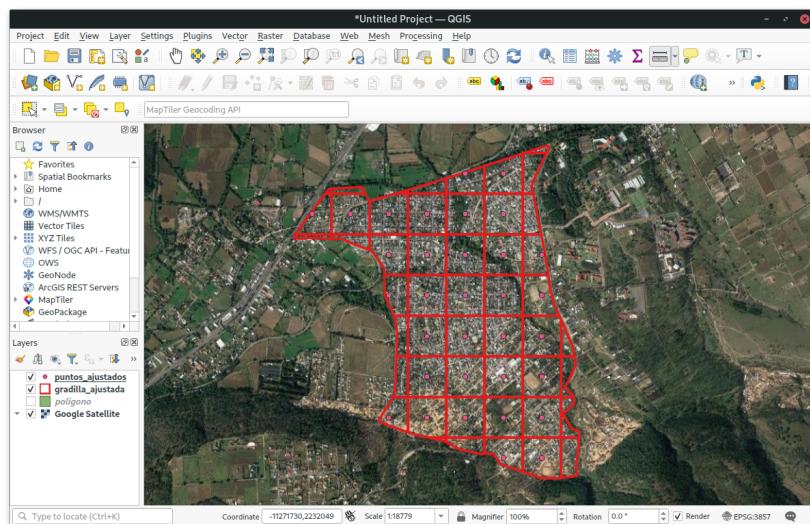


Figura 2.12: Interfaz de QGIS mostrando la gradilla ajustada.

2.3.3.1. Del archivo al GPS

En el dado caso que contemos con un aparato GPS marca GARMIN (aunque) y pretendamos ubicar los puntos con el se requiere otra aproximación. La función `st_write()` del paquete `sf` no cuenta con la capacidad de generar archivos `.gpx`, que es el que los aparatos GPS de la marca GARMIN requieren. Para generarlo y guardarlo utiliza el siguiente código:

```
library(pgirmess)

puntos_gpx <- puntos_ajustados %>%
  mutate(Lat = unlist(map(puntos_ajustados$geometry, 1)),
        Long = unlist(map(puntos_ajustados$geometry, 2))) %>%
  data.frame() %>%
  select(-geometry)
```

```
writeGPX(puntos_gpx, "puntos_gpx.gpx")
```

Una vez hayas creado el archivo puedes cargarlos al GPS conectándolo a tu ordenador. Ingresa a su memoria y copia el archivo en la siguiente dirección: GARMIN/Garmin/GPX. Este archivo también se puede visualizar en el móvil a través de Google utilizando Mis mapas.

2.3.4. Despliegue de un gradilla a nivel local con un solo punto espacial

Para generar una sola gradilla solo se requiere seleccionar un solo punto en el espacio. Este punto se puede obtener a través de Google maps dando click al espacio deseado y examinándolo. La coordenada que se tiene que registrar es la que se señala en la figura (2.10).

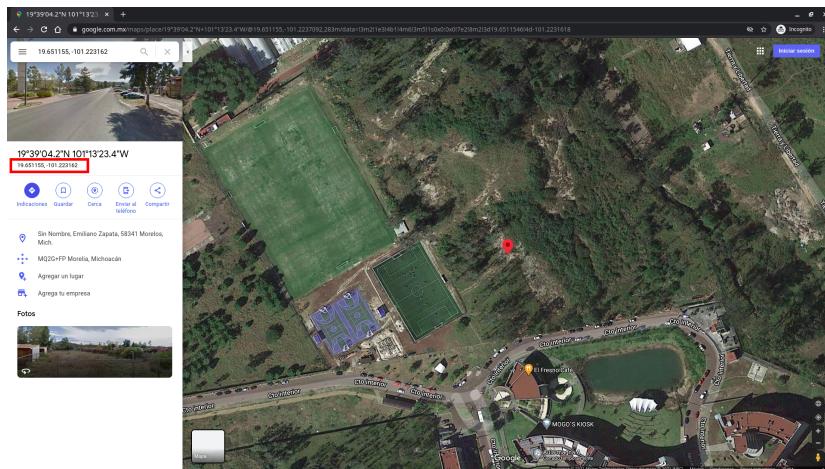


Figura 2.13: Interfaz de Google Maps donde se señala el espacio que contiene las coordenadas

Con estas coordenadas puedes ejecutar el siguiente código para obtener tu gradilla de 9 cuadros x 9 cuadros, con una dimensión de 50 m x 50 m. Los puntos generados a partir de la gradilla local se pueden guardar en un aparato GPS, con base en las indicaciones de la sección anterior.

```
#Agrega la longitud y latitud
punto <- data.frame(Long = -101.223162, Lat = 19.651150)

punto <- st_as_sf(x = punto,
                   coords = c("Long", "Lat"),
```

```

    crs = "+proj=longlat +datum=WGS84 +ellps=WGS84 +towgs84=0,0,0" #Transoforma

#Gradilla local
punto %>% st_buffer(0.0007) %>% # un km
st_make_grid(0.0005) %>% #Cuadros de 50 m X 50 m.
st_sf() %>% mutate(id = as.character(1:nrow(.)))%>% #Identificador de los cuadros q
st_write("gradilla_local.kml", delete_dsn = TRUE, append = F, quite = F)

## Deleting source 'gradilla_local.kml' using driver 'KML'
## Writing layer 'gradilla_local' to data source 'gradilla_local.kml' using driver 'KML'
## Writing 9 features with 1 fields and geometry type Polygon.

#Despliegue de puntos de gradilla local
punto %>% st_buffer(0.0007) %>% # Buffer de 70 m de radio.
st_make_grid(0.0005, what = "centers") %>% #Realiza gradilla con buffer de 70 m. Cuadros
st_sf() %>% mutate(name = as.character(1:nrow(.))) %>% #Esta linea crea el el identificador
st_write("puntos_local.kml", delete_dsn = TRUE, append = F, quite = F)

## Deleting source 'puntos_local.kml' using driver 'KML'
## Writing layer 'puntos_local' to data source 'puntos_local.kml' using driver 'KML'
## Writing 9 features with 1 fields and geometry type Point.

```

Capítulo 3

Caracterización del entorno urbano 1: Cuantificación de condiciones ambientales

3.1. Condiciones ambientales

Breve Explicación sobre condiciones ambientales
Personas, autos, ruido, luz y temperatura.

3.2. Objetivo

- Evaluar y cuantificar las condiciones ambientales de ruido, transeuntes y vehículos de un área urbana.

3.3. Software y material requerido

- Formato de registro de datos (Ver tabla 3.1)
- Sonómetro digital o aplicación para dispositivos móviles que permiten una aproximación simple para cuantificar decibeles. Recomendamos el uso de la app Decibel X, disponible para Android y iOS.
 - Cronómetro
 - Lápiz
 - Generar puntos aleatorios a lo largo de un área de estudio definida en caso de llevarlo a cabo a lo largo de la ciudad (Ver capítulo 2).

3.4. Práctica

3.4.1. Captura de datos

En esta práctica cuantificaremos las condiciones ambientales de ruido, de intensidad de transeúntes y de intensidad de coches. Se recomienda definir una cantidad de tiempo para la toma de datos, generalmente ronda entre los 3 y los 5 minutos. El ruido se medirá al mismo tiempo que se cuantifica el número de transeúntes y vehículos. Los transeúntes y vehículos que se medirán serán los que se encuentren en movimiento en nuestro alrededor. Sugerimos que se acuerde la regla de midición entre los participantes.

3.4.2. Cuantificación de las condicionaes ambientales un área de studio.

Para llevar a cabo esta versión de la práctica es necesario definir un área de estudio y desplegar puntos como sitios de muestro (Ver capítulo 2). Los puntos se requieren repartir entre todos los miembros de la clase para que la cuantificación sea eficiente. Recomendamos que el formato de registro de datos se encuentre en la nube y que todos los participantes puedan evitado. Se requiere que todas las personas participantes se coordinen a fin de que el registro de las condiciones de ruido, autos y transeúntes sea a la misma hora o durante el mismo intervalo del día (Ej. mañana, tarde o noche). También puedes cuantificar las condiciones ambientales a distintas horas. Considerar horarios distintos permite mayor exactitud para identificar cambios en las actividades humanas a lo largo del día.

3.4.3. Cuantificación de las condicionaes ambientales desde casa

Esta versión de la práctica no tiene como requisito la generación de información geoespacial. No obstante, si se pretende comparar las condiciones ambientales entre las casas de los participantes se puede utilizar una gradilla local. Puedes encontrar las instrucciones para generarla en el capítulo 2.

Todos los participantes cuantificarán las condiciones ambientales de ruido, transeúntes y vehículos al frente de su hogar. En esta versión de la práctica es fundamental repetir las mediciones a lo largo del día. Se requiere que todas las personas participantes se coordinen a fin de que el registro de las condiciones ambientales ocurra a la misma hora o durante el mismo intervalo del día (Ej. mañana, tarde y noche).

Cuadro 3.1: Ejemplo del formato de registro de datos de las condiciones ambientales y sus variables

dB_promedio	dB_max	dB_mi	vehiculos	transeuntes	Hora	Estudiante	id_punto_gradilla
55.3	70.5	38.4	1	0	8	Estudiante1	11
68.3	86.2	45.4	2	5	12	Estudiante1	11
70.6	92.1	52.8	3	7	16	Estudiante1	11
47.1	66.2	39.4	0	2	20	Estudiante1	11
57.4	86.5	50.6	5	1	8	Estudiante2	4
58.4	94.0	47.6	3	3	12	Estudiante2	4
50.2	80.3	43.8	1	2	16	Estudiante2	4
58.0	78.7	48.4	3	3	20	Estudiante2	4
78.8	105.5	59.1	3	0	8	Estudiante3	18
75.6	94.0	58.6	1	0	12	Estudiante3	18
78.1	99.2	59.1	2	0	16	Estudiante3	18
88.1	104.3	60.2	2	0	20	Estudiante3	18

3.4.4. Formato de registro de datos

En el Formato de Registro se coloca la siguiente información: **nombre**, **Fecha**, **hora**, **decibeles mínimos**, **decibeles máximos**, **media de los decibeles**, **número de vehículos** que pasan frente al observador durante un tiempo determinado y **número de transeúntes** que pasan frente al observador durante un tiempo determinado (Ver tabla 3.1). También se tiene que anotar el identificador del punto.

3.5. Preguntas

Evaluá y discute con tus compañeros las siguientes preguntas: 1. ¿Cuál es la zona más ruidosa? o ¿Quién vive en la zona más ruidosa? 2. ¿El ruido se relaciona con los transeuntes y/o vehículos? 3. ¿Cuál es el papel que juegan estas condiciones en el ambiente tanto para humanos como para animales no humanos?

Capítulo 4

Caracterización del entorno urbano 2: lo verde y lo gris

La forma en la que se estructura un ambiente urbano es resultado del conjunto de decisiones y procesos políticos, socioculturales, ambientales y económicos que ocurren en él, por lo que cada ciudad es distinta y se compone de elementos característicos específicos. Tal estructuración puede influir en la calidad y forma de vida de las personas y organismos que habitan en el ambiente urbano. Para poder estudiar los elementos que componen al entorno urbano y su relación con diversos organismos desde la ecología urbana, se han agrupado en dos tipos de acuerdo con las características de la infraestructura: elementos grises y verdes.

1. **Elementos grises:** La infraestructura gris es muy diversa y compleja, pues refleja la historia y los procesos culturales y económicos que ocurren en una ciudad (Seto et al. 2011 c.p. Faggi, A., & Caula, S., 2017). La infraestructura gris se refiere a las estructuras construidas como instalaciones de tratamiento, sistemas de alcantarillado, sistemas de aguas pluviales o depósitos de almacenamiento. El término “gris” se refiere al hecho de que tales estructuras a menudo están hechas de concreto. (Programa Internacional de Certificación de Infraestructura Verde IGICP, 2020**). Otros elementos grises son las vías de comunicación como carreteras, las edificaciones y viviendas.
2. **Elementos verdes:** La infraestructura verde es la suma de todos los componentes de la vegetación dentro de los asentamientos urbanos. Estos van desde grandes parches o remanentes de vegetación nativa hasta árboles aislados de las calles (Faggi, A., Caula, S., 2017). Los elementos verdes se caracterizan por comprender parte de la superficie del ambiente urbano que permite el desarrollo de procesos ecológicos en el ambiente urbano, también son sitios importantes para la biodiversidad urbana. Otros ejemplos de los elementos verdes son los parques urbanos, jardines, árboles a

lo largo de avenidas y glorietas con pastos o arbustos. La vegetación es principalmente ornamental y puede contener especies nativas y exóticas.

4.1. Indicaciones preliminares y objetivo

En esta práctica puedes evaluar un área de estudio definida a distintas escalas espaciales y de forma remota o *in situ*. Aquí lo realizaremos en el área de estudio del capítulo 3.s

1. Evaluar y cuantificar los elementos del ambiente urbano
2. Identificar las diferencias entre los elementos de los ambientes grises y verdes

4.2. Software y material requerido

4.2.1. Remoto

Para cuantificar los elementos verdes y grises de forma remota se requiere lo siguiente:

- Ordenador con internet con el siguiente software instalado:
 - Lenguaje de programación R
 - Rstudio
 - *QGIS*
- Generar una gradilla en el área de estudio elegidas con un tamaño no mayor a 500 m x 500 m (Ver capítulo 3).
- Formato para el registro de datos (Ver tabla 4.1)

4.2.2. *In situ*

- Ordenador con internet con el siguiente software instalado:
 - Lenguaje de programación R
 - Rstudio
 - *QGIS*
- Despliega puntos para el muestreo del área de estudio elegida con una distancia mínima de 250 m (Ver capítulo 3).
- Equipo:

Cuadro 4.1: Ejemplo del formato de registro para la cuantificación de elementos grises y verdes

Nombre	Fecha	Num_arboles	Num_contrucciones	id_gradilla
Estudiante 1	20/11/21	6	10	1
Estudiante 2	20/11/21	22	6	2
Estudiante 3	20/11/21	25	4	3
Estudiante 4	20/11/21	29	9	4
Estudiante 5	20/11/21	4	6	5
Estudiante 1	20/11/21	9	6	6
Estudiante 2	20/11/21	16	2	7
Estudiante 3	20/11/21	17	1	8
Estudiante 4	20/11/21	9	9	9
Estudiante 5	20/11/21	19	6	10

1. **Cinta métrica** para obtener el *diámetro a la altura del pecho* (DAP): medida estandarizada para calcular el diámetro de los árboles, es útil para hacer una descripción adecuada de la estructura de la vegetación.
2. **Contador manual** (Opcional): útil para contar los elementos verdes como los árboles, plantas y troncos presentes en el ambiente urbano.
3. **GPS o móvil**: Necesario para ubicar los puntos en el espacio (Ver capítulo 3 para integrar información espacial)
4. Lápiz
5. Distanciómetro: útil para tomar las medidas dentro de un radio determinado, así como para calcular las alturas de la vegetación.
6. Formato para el registro de datos (Ver tabla 4.2)

4.2.3. Formato de registro de datos

4.2.3.1. Remoto

En el Formato de Registro se coloca la siguiente información: **nombre**, **Fecha**, **Número de árboles**, **Número de construcciones** y el **Identificador del sitio** (Ver tabla 4.1).

4.2.3.2. *In situ*

En el Formato de Registro se coloca la siguiente información: **nombre**, **Fecha**, **Número de árboles**, **Número de morfoespecies arbóreas**, **DAP mínimo (cm)**, **DAP máximo (cm)**, **Número de puertas**, **Tipo de actividad económica principal** y el **Identificador del sitio** (Ver tabla 4.2).

36 CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO URBANO 2: LO VERDE Y LO GRIS

Cuadro 4.2: Ejemplo del formato de registro para la cuantificación de elementos grises y verdes

Nombre	Fecha	Num_arboles	Num_morfo_spp	DAP_min	DAP_max	Num_puer
Estudiante 1	20/11/21	1	6	11	230	4
Estudiante 1	20/11/21	19	10	11	230	4
Estudiante 2	20/11/21	17	1	9	197	4
Estudiante 2	20/11/21	20	3	9	197	4
Estudiante 3	20/11/21	20	7	10	244	3
Estudiante 3	20/11/21	27	1	10	244	3
Estudiante 4	20/11/21	14	1	14	138	5
Estudiante 4	20/11/21	6	7	14	138	5
Estudiante 5	20/11/21	27	1	5	172	19
Estudiante 5	20/11/21	14	9	5	172	19

4.3. Práctica

4.3.1. Conteo de árboles remoto

Abre la gradilla del área de estudio en *QGIS* (Ver instrucciones en capítulo 3) para comenzar la identificación de los individuos arbóreos y los edificios o construcciones. Con el fin de facilitar la observación se recomienda revisar las imágenes satelitales capturadas en distintas fechas para notar los cambios entre temporadas húmedas y secas o apoyarse de las sombras. Para las construcciones es útil identificar los tamaños de los lotes, en el caso de ser perceptibles. Debe contabilizarse la totalidad de los árboles localizados dentro de los límites de la gradilla, sin importar la especie. Asimismo debe reportarse el número total de edificaciones que se encuentren en el interior de la gradilla. Para el caso de los edificios que no entran por completo, bastará con que la mitad de la construcción entre.

La práctica puede considerar que cada estudiante eliga un poblado o ciudad de una cuenca determinada. También pueden dividir un área urbana por sectores.

4.3.1.1. Cuestionario:

1. ¿Cuál es el pueblo o sector más árboles?
2. ¿Cuál es el pueblo con más construcciones?
3. ¿Hay una relación entre el número de árboles y las construcciones?
4. ¿Cuántos árboles hay por habitante en cada pueblo o sector de la ciudad?
5. ¿Cuántas construcciones hay por habitante en cada pueblo o sector de la ciudad?
6. ¿Cuáles son las ventajas y limitantes que identificas a través de este método?

4.3.2. *In situ*: Conteo de árboles en un radio definido.

Para conocer algunas características elementales de la vegetación contigua a los sitios de interés se pueden medir los elementos separando a las plantas por **árboles** y **arbustos**. También podemos obtener una medida de intensidad urbana con el **número de puertas**.

El primer paso consiste en definir el área de estudio. Posteriormente se requieren desplegar los puntos en el área de estudio y cargarlos al móvil o a un GPS como se indica en el capítulo 3. El levantamiento de información se realizará por un radio definido (No exceder los 30 metros). Con ayuda de un distanciómetro (o algún otro método) se identifican los bordes del círculo imaginario, utilizando referencias claras para todo el equipo.

Para medir árboles: Es necesario contabilizar todos los árboles que se encuentren dentro del círculo. Se requiere además medir las alturas, prestando especial atención a las alturas máximas y mínimas. Igualmente debe medirse el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) y registrar los valores máximos y mínimos por separado. Si es posible deberán registrarse las especies presentes. Si se desconocen las especies, por el contrario, se identificarán las morfoespecies junto con el apoyo fotográfico o de colecta para identificación posterior.

4.3.2.1. Cuestionario:

1. ¿Cuál es el sector con más biodiversidad de árboles?
2. ¿Cuáles son los árboles más abundantes?
3. ¿Hay una relación entre el número de puertas y las morfoespecies arbóreas o el número de árboles?
4. ¿Cuántas especies encontraron?
5. ¿Qué sector o zona tiene más especies arbóreas?
6. ¿Qué sector o zona tiene más individuos arbóreos?
7. ¿Cuáles son las ventajas y limitantes que identificas a través de este método?

Capítulo 5

Usando a las aves como bioindicadores 1: puntos de conteo

En los trabajos de monitoreo de aves suelen emplearse distintos métodos de censado para obtener índices de diversidad y métricas de quantificación demográfica. El método de puntos de conteo suele ser el más socorrido por la poca necesidad de equipo, la facilidad para llevarse a cabo en distintos contextos topográficos y ecosistémicos, la amplia cobertura espacial que se puede censar y por la buena calidad de los datos, relativo a otros métodos de observación (Nava-Díaz et al.2019, Ralph, 1996).

Este método es útil para cuantificar por medio de observaciones la riqueza y la abundancia relativa de las especies. Si las observaciones se complementan con la distancia de cada registro, relativo al observador, con ayuda de un distanciómetro, también es posible estimar la densidad de los organismos en un área determinada. No obstante, calcular esa información requiere del establecimiento de un área definida. Tanto el conteo de individuos como la riqueza pueden tener una relación con su contexto ambiental.

Al ser un método que por sus características puede llevarse a cabo con periodicidad, este método permite hacer comparaciones interanuales, que permiten evaluar las relaciones entre los cambios poblacionales de las aves con las características ambientales de las áreas evaluadas y a través del tiempo. Por lo que es posible realizar análisis complejos para la toma de decisiones de manejo y conservación.

5.1. Objetivo

- Conocer los alcances y los límites del método de puntos de conteo para la descripción de organismos con base en su contexto ambiental.
- Describir la riqueza y abundancia de un **ensamblaje de aves** o describir la **población** de una especie en un área determinada.

5.2. Software y material requerido

- Ordenador con internet con el siguiente software instalado:
 - Lenguaje de programación R
 - Rstudio
 - *QGIS*
 - Distance Sampling o su paquete R *Distance* (Opcional: estimación de densidad).
- Despliega una serie de puntos en el área de estudio elegida con una distancia mínima de 250 m o hasta 500 m (Ver práctica 3)
- Equipo:
 - Necesarios:
 1. Binoculares
 2. Formato para el registro de datos (Ver tabla 5.1 y tabla 5.2)
 3. lápiz
 4. Distanciómetro laser (Únicamente si se pretende evaluar la densidad)
 5. Cronómetro.
 6. GPS o móvil (Ver capítulo 3 para integrar información espacial a aparatos)
 - Opcionales:
 1. Guías de identificación de aves físicas (*Nat. Geo., Howell y Webb*) o digitales (*Merlin, iNaturalist*)
 2. Diario de campo
 3. Cámara digital para identificación posterior de aves

5.2.1. Formato de registro de datos

5.2.1.1. Describir un ensamblaje

La tabla 5.1 es una propuesta para capturar los datos de observación del ensamblaje de aves. Esta tabla incluye la distancia. Observa como a pesar de que registremos a la misma especie en el mismo punto, la estimación de densidad por distancia requiere cada distancia de forma independiente.

Cuadro 5.1: Ejemplo del formato para capturar datos de observación de aves

Nombre_observador	Fecha	id_punto	especie	individuos	distancia_m
Estudiante 1	20/11/21	1	Especie 1	5	35
Estudiante 1	20/11/21	1	Especie 2	3	18
Estudiante 1	20/11/21	1	Especie 2	1	8
Estudiante 1	20/11/21	2	Especie 1	8	44
Estudiante 1	20/11/21	2	Especie 2	3	9
Estudiante 1	20/11/21	2	Especie 3	2	64
Estudiante 1	20/11/21	2	Especie 4	1	9
Estudiante 1	20/11/21	2	Especie 4	1	64
Estudiante 2	20/11/21	3	Especie 2	5	36
Estudiante 2	20/11/21	3	Especie 4	1	58

Cuadro 5.2: Ejemplo del formato para capturar datos de observación con estimación de distancia de una o más especies determinadas

Nombre_observador	Fecha	id_punto	especie	individuos	distancia_m
Estudiante 1	20/11/21	1	Especie 1	1	50
Estudiante 1	20/11/21	1	Especie 1	8	68
Estudiante 1	20/11/21	1	Especie 1	4	53
Estudiante 1	20/11/21	2	Especie 1	1	40
Estudiante 1	20/11/21	2	Especie 1	3	44
Estudiante 2	20/11/21	2	Especie 1	7	21
Estudiante 2	20/11/21	2	Especie 1	6	68
Estudiante 2	20/11/21	2	Especie 1	5	33
Estudiante 2	20/11/21	3	Especie 1	7	57
Estudiante 2	20/11/21	3	Especie 1	1	67

5.2.1.2. Describir a una población

La tabla 5.2 es una propuesta para capturar los datos provenientes de observación con estimación de distancia de una o más especies determinadas. Esta tabla incluye la distancia. Observa como a pesar de que registremos a la misma especie en el mismo punto, la estimación de densidad por distancia requiere cada distancia de forma independiente.

5.3. Práctica

Cada punto de conteo se tiene que realizar en un tiempo de 3 o 5 minutos. Los puntos requieren estar dispuestos a una distancia mínima de 250 m y una máxima de 500 m. Es importante que consideres el horario óptimo para la obser-

42 CAPÍTULO 5. USANDO A LAS AVES COMO BIOINDICADORES 1: PUNTOS DE CONTEO

vación de aves, que va de 7:00 am a 11:00 am. Si pretendes estimar la densidad poblacional de uno o más organismos inmóviles no es necesario considerar un horario óptimo.

Es importante que se verifique el acceso a los puntos que se muestrearán antes de realizar el registro de las observaciones.

5.3.1. Especies y abundancia

Para describir la riqueza de especies y la abundancia de un ensamble de aves es necesario tener un buen conocimiento de su identificación. Esto puede tomar de uno a dos meses de entrenamiento en áreas urbanas con apoyo de las guías de identificación. Si no se cuenta con dicha habilidad no se recomienda realizarla.

5.3.1.1. Instrucciones

1. En un área de estudio urbana que hayas determinado despliega los puntos de muestreo (Ver sección de Software y material requerido).
2. Identifica los puntos que cuenten con elementos verdes abundantes (30% < de cobertura) y los puntos que no cuenten con elementos verdes. Procura elegir un mismo número de puntos en cada una de las condiciones (*Puntos verdes* y *Puntos grises*). Cada condición requiere un número mayor a 10 unidades de muestreo.
3. Visita los puntos en un horario óptimo de observación de aves (7:00 am a 11:00 am).
4. Al llegar al sitio determina el centro del punto y espera un minuto.
5. Inicia tus observaciones y límítalo a 3 minutos. Anota tus observaciones en el formato para el registro de datos (Tabla 5.1)

5.3.1.2. Cuestionario

Para responder las siguientes preguntas recomendamos hacer uso de los paquetes de R *vegan* y *iNext*.

1. ¿En qué condición urbana hay un mayor número de especies?
2. ¿En qué condición urbana hay un mayor número de individuos?
3. ¿Qué especie domina el ensamble en cada condición? ¿Es la misma?
4. ¿La composición del ensamble de aves entre condiciones es similar?
5. Discute los resultados con tus compañeros y profesores

5.3.2. Densidad de un organismo

La estimación de la densidad de una población de uno o más organismos requiere establecer un área determinada y una habilidad de identificación de especies

menor. Recomendamos evaluar un máximo de tres especies de forma simultanea. Si se pretende utilizar a las aves recomendados elegir alguna de estas cuatro especies: *Passer domesticus*, *Columba livia*, *Quiscalus mexicanus*, *Streptopelia decaocto*.

5.3.2.1. Instrucciones

1. Determina un área de estudio urbana y despliega los puntos de muestreo (Ver sección de Software y material requerido).
2. Identifica si en tu área urbana ocurren al menos dos de las cuatro especies de aves sugeridas. Las aves que sugerimos son comunes, abundantes y se extienden ampliamente en las áreas urbanas de México.
3. Antes de iniciar los participantes deberán reconocer y familiarizarse con las dos especies de aves elegidas.
4. Identifica puntos de muestreo con base en las siguientes características:
 - Al menos 20 sitios cercanos a la periferia del polígono y 20 sitios cercanos al centro del polígono. Es importante que se cuente con el mismo número de puntos en cada condición.
5. Visita los puntos en un horario óptimo de observación de aves (7:00 am a 11:00 am).
6. Al llegar al sitio determina el centro del punto y espera un minuto.
7. Inicia tus observaciones y límítalo a 3 minutos. Mide con el distanciómetro la distancia que hay del punto al objeto y anótalo en el formato para el registro de datos (Tabla 5.2)

5.3.2.2. Cuestionario

Para responder las siguientes preguntas se requiere hacer uso del programa Distance o el paquetes de R Distance. El paquete en R lo puedes instalar siguiendo escribiendo el siguiente comando: `install.packages("Distance")`.

1. ¿Cuál es la especie más densa en el área urbana?
2. ¿Las poblaciones cuentan con densidades distintas entre la periferia y el centro? ¿El patrón es similar o es distinto entre las especies?
3. Discute tus resultados con tus compañeros

Capítulo 6

Usando a las aves como bioindicadores 2: Monitoreo de aves a través de su captura con redes de niebla

Para poder comprender los patrones de riqueza de especies y abundancias de los organismos, es crucial poder llevar a cabo estudios de dinámicas poblacionales. Entender la dinámicas poblaciones implica no solo estudiar parámetros poblacionales secundarios como la abundancia, o la estructura poblacional (distribución de sexos y edades en una población), sino también poder estudiar sus parámetros poblacionales primarios (natalidad, mortalidad, inmigración y emigración). Los parámetros poblacionales primarios nos permiten entender que tan productiva es una población, su capacidad para sobrevivir ante ciertas condiciones o cambios en su ambiente, y que tan capaz es esta de mantenerse a futuro, independientemente de lo que ocurra en poblaciones adyacentes.

Aunque este tipo de información es crucial para entender patrones espaciotemporales de presencia y abundancia de diferentes especies, y llevar a cabo acciones de manejo para asegurar la permanencia de estas poblaciones, hacer estudios demográficos puede ser complejo. Para obtener datos demográficos que van más allá de las abundancias de los organismos, requerimos atraparlos, marcarlos, volver a soltarlos, e intentar recapturar a todos los individuos marcados previamente. Llevar a cabo esto requiere mantener sitios de estudio por lo menos durante varias salidas de campo, y conocer las técnicas para captura y procesamiento de los organismos de estudio.

Como ya se mencionó anteriormente, uno de los grupos más estudiados en ambientes urbanos son las aves. Las aves han sido utilizadas ampliamente como

bioindicadores en el pasado. Esto se debe a que son organismos que muestran gran diversidad y abundancia, y que responden rápidamente a cambios en el ambiente. Esto nos permite relacionar procesos de perturbación o cambio en el ambiente, con cambios en la abundancia, riqueza de especies y parámetros poblacionales de las aves, volviéndolas una herramienta muy útil para comprender procesos de perturbación humana.

Estudios recientes utilizando datos de diferentes proyectos de monitoreo han mostrado que las aves de América del Norte han reducido sus abundancias en 30 % desde 1970 (Rosenberg et al. 2019). Esto indica que estamos enfrentando una crisis de conservación de aves a nivel continental. Antes de este estudio, ya estaba bien documentado la disminución de las poblaciones de algunas especies de aves migratorias neotropicales (Askins et al., 1990; Finch, 1991; Hogan y Johnston, 1992), y aunque tenemos muy poca información para México, sabemos que procesos similares están ocurriendo para muchas especies de aves residentes de nuestro país. Las causas de la disminución en los tamaños poblacionales de las especies afectadas no son del todo conocidas, aunque se sabe que un factor importante es la modificación del hábitat y la deforestación (perdida total de los bosques o fragmentación de estos). Actualmente sabemos muy poco de cómo la urbanización afecta las dinámicas poblaciones de las aves, por lo cual una prioridad de investigación a nivel mundial es iniciar estudios a largo plazo en ciudades para comprender el impacto de la urbanización sobre las poblaciones de aves.

6.1. Objetivos

El objetivo principal de esta sección del manual es proveer un marco de referencia, y las técnicas básicas necesarias para establecer estaciones de captura y marcaje de aves. En estas estaciones se pueden llevar actividades de monitoreo a largo plazo con apoyo de los estudiantes, relacionando los elementos de la estructura del hábitat con parámetros poblacionales como la abundancia, estructura poblacional, condición corporal de los individuos, supervivencia y reproducción de las aves en sitios urbanos. Estos son tres de los parámetros que se recomienda monitorear a largo plazo para lograr obtener información aplicable a la conservación de aves. Aunque en este manual nos enfocamos a ambientes urbanos, estas técnicas pueden ser utilizadas en cualquier sistema ecológico.

Adicionalmente a este objetivo general, las estaciones de monitoreo de aves utilizando capturas con redes de niebla permiten explorar muchos objetivos particulares. Algunos de ellos pueden ser:

1. Generar información básica sobre períodos de reproducción, muda, patrones de desarrollo, y condición física de las aves, como herramientas para el desarrollo de estudios de dinámicas poblacionales y ecología básica en zonas urbanas.

6.2. BIOÉTICA PARA LA CAPTURA Y LA TOMA DE DATOS DE ANIMALES VIVOS

2. Describir patrones de abundancia estacional de especies de aves residentes y migratorias en sitios urbanos.
3. Describir al paso del tiempo (años; usando los datos generados en prácticas anteriores) cambios en los parámetros poblacionales de abundancia, supervivencia, y éxito reproductivo de las aves urbanas.
4. Determinar el uso que las aves residentes y migratorias hacen del ambiente urbano.
5. Contribuir al inventario de las aves urbanas de nuestro país.

Estos objetivos particulares pueden ser modificados dependiendo de los intereses de los profesores y alumnos participando en las prácticas.

6.2. Bioética para la captura y la toma de datos de animales vivos

Cuando requerimos capturar organismos con fines de investigación, es importante contar con un equipo que conozca bien sus técnicas específicas de captura y manipulación. Este equipo de personas deben de estar capacitado y certificado para manejar las capturas, asegurando que las aves capturadas se vean lo menos afectada posible en su salud e integridad física. Adicionalmente debe contar con permiso de captura y colecta de aves por parte de las autoridades correspondientes (p.ej. la oficina de Fauna Silvestre de la SEMARNAT en México). De este modo, las prácticas asociadas con la captura de aves deben ser coordinadas por al menos dos personas que cuenten con estas características, y que puedan guiar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Se deben conocer muy bien qué aspectos influyen en las respuestas de estrés de cada tipo de aves capturadas. Es crucial que la manipulación y toma de datos sea rápida y eficiente, priorizando ante todo el bienestar de las aves capturadas. Algunos de los factores que se deben tomar en cuenta son la temperatura ambiental, el estado hídrico del organismo, los sonidos irritantes, la luz intensa y el tiempo de manipulación. Es crucial seguir las indicaciones y el protocolo establecido por el equipo de trabajo capacitado. Quienes tengan interés en trabajar en el manejo de fauna deben tener presentes los principios detrás de la Bioética, y procurar siempre que los organismos presenten niveles de estrés mínimos y mantengan estables sus condiciones fisiológicas. Para más detalles recomendamos consultar el apartado de “Bioética y bienestar animal en investigaciones con fauna silvestre” del manual de Técnicas para el Estudio de Fauna Nativa en Ambientes Urbanos de la Red Temática Biología, Manejo y Conservación de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados aquí.

6.3. Estaciones de captura y anillado de aves y su manejo

Cada uno de los sitios que se utilizarán para capturar y anillar aves y colectar sus datos es conocido como una estación de captura y anillado de aves. Cuando los muestreos son repetidos de forma regular y sistemática en el tiempo y en el espacio, entonces a cada estación de captura la llamamos Estación de Monitoreo. La cantidad de estaciones de captura y/o monitoreo, así como su disposición espacial, dependerá del objetivo y las preguntas de investigación que se tengan al llevar a cabo prácticas. En estas estaciones, además de la captura con redes de niebla, se pueden llevar a cabo métodos complementarios de censado como puntos de conteo (ver capítulo anterior). Las estaciones de captura y anillado deben de contar con una Unidad de Procesamiento. Esto se refiere a un espacio físico en el que se trabajará con las aves capturadas. Este espacio debe estar cerca de las redes, pero no adyacente a ellas, de modo que la actividad de la práctica no afecte las capturas en las redes. Ahí se debe tener el equipo, materiales e instrumentos necesario para procesar a las aves capturadas y tomar sus datos.

6.3.1. Personal necesario para el manejo de una estación de captura y anillado

Como ya mencionamos, se requiere un mínimo de dos personas capacitadas y certificadas como anilladores para manejar un sitio de redes. Estas dos personas estarán a cargo de la práctica y coordinar el trabajo de los estudiantes. Para sitios con muchas capturas, se recomienda tener de 3 a 5 personas capacitadas para que el trabajo funcione bien, y los estudiantes puedan separarse en varios equipos de trabajo, cada uno de ellos relacionado con un anillador capacitado. Las personas que participen en estas prácticas deben evitar hablar en las redes, y mantener un nivel de voz bajo al trabajar en la unidad de procesamiento para afectar lo menos posible los patrones de actividad normales de las aves, y no estresar de más a los individuos capturados.

El trabajo con redes generalmente es llevado a cabo por personas capacitadas y voluntarios, estos últimos pueden tener diferentes niveles de entrenamiento. En cada sitio debe haber por lo menos un anillador primario (alguien con entrenamiento completo y capacidad de toma de decisiones sobre el manejo de redes), y uno o más anilladores secundarios (personas capaces de sacar aves de las redes y tomar datos pero con menos experiencia o sin certificación). Es muy importante que los anilladores primarios que dirigen el anillado conozcan las capacidades de los anilladores secundarios que trabajarán con ellos. Durante la práctica, los anilladores primarios y secundarios deben formar equipos con los estudiantes para enseñarles a registrar datos (mostrarles y explicarles las hojas de campo), sacar aves de las redes, y si hay tiempo disponible, entrenarlos en las técnicas para anillar y procesar a las aves capturadas. **UNA PERSONA**

6.3. ESTACIONES DE CAPTURA Y ANILLADO DE AVES Y SU MANEJO49

SIN EXPERIENCIA NUNCA DEBE SACAR AVES DE LAS REDES SIN SER ASESORADA, lo mismo podemos decir sobre el procesar las aves capturadas. Aves previamente anilladas y recapturadas deben ser solo manejadas por personas con experiencia, y procesadas por el anillador primario.

6.3.2. Equipo y material necesario para la estación de captura y anillado

A continuación encontraras una lista del equipo y material que se requiere para poder realizar capturas de aves con redes de niebla. Es importante revisar que tu material este completo y en buen estado antes de llevar a cabo tus prácticas.

1. Redes. Su número y luz de malla varia dependiendo el sitio a muestrearse. Asegúrate de llevar 2 o 3 redes de repuesto.
2. Tubos extensibles, o tubos con coples. Número variable según el sitio de muestreo.
3. Cuerdas para sujetar las redes. Número variable según el sitio de muestreo. Lleva cuerdas de repuesto como para 3 redes extras.
4. Bolsas de tela blanca y de malla para colocar a las aves. Por lo menos lleva 40 bolsas de tela y 20 de malla. Si vas a anillar en un sitio con muchas capturas aumenta estos números a 60 y 40.
5. Pinzas para colgar ropa, de preferencia de madera. Estas pinzas deben tener números que correspondan con el número de redes colocadas y sirven para marcar las redes. Se necesitan de 3 a 5 pinzas por red, y se usan para marcar las bolsas con aves que fueron capturadas en cada red.
6. 1 o 2 toldos.
7. Hojas para colecta de datos en campo (e.g.hojas de anillado, hoja de bitácora). Es importante llevar suficientes hojas para registrar la información de todas las aves capturadas.
8. Caja para hojas de campo o tabla clip para la toma de datos.
9. 2-4 lápices, o lapiceros mecánicos (con puntillas extras) y borrador blanco.
10. Guías para identificación de especies. Para estas prácticas recomendamos que los profesores y alumnos instalen en su teléfono inteligente la app Merlin. Esta app es gratuita y permite identificar a las aves utilizando una fotografía de las mismas tomada al momento de su captura.
11. Caja de anillado contenido el siguiente equipo y materiales:
 - Pinzas para poner anillos de metal.

- regleta para medir piernas de aves.
- Juego de pesolas (por lo menos 4 de las siguientes denominaciones- 10, 30, 50 y 100 g).
- Regla para alas (“alometro”).
- Vernier o pie de rey para tomar medidas morfológicas exactas.
- Anillos metálicos numerados para aves, una serie en uso y una serie extra de repuesto de cada tamaño.
- Bolsas de papel encerado para guardar muestras adicionales.
- Material para tomar muestras de sangre y plumas.
- 1 Tijeras pequeñas (para cortar uñas).
- Gotero con agua azucarada para colibríes.
- Optivisor.
- Termómetro de máximas y mínimas.

6.3.3. Manejo de las redes

Para llevar a cabo actividades de monitoreo sistemático, las redes deben abrirse entre 5 y 10 minutos después de la salida del sol, justo cuando empieza la actividad de la mayoría de las aves. Debe evitarse abrir las redes cuando aun no ha amanecido y este oscuro para evitar la captura de murciélagos.

Las redes deben ser revisadas continuamente haciendo rondas de entre 20 y 30 minutos en la que un equipo de personas revisa todas las redes. Nunca deben de pasar más de 45 minutos entre rondas. Si las condiciones climáticas son desfavorables (e.g. frío extremo, viento, lluvia ligera, o calor), el tiempo entre rondas debe ser menor (~15 minutos o incluso menos). Todas las aves capturadas deben ser llevadas a la unidad de procesamiento. Sin embargo, si un ave se encuentra en mal estado al ser sacada de la red, y existe el riesgo de que llevarla hasta la unidad de procesamiento pueda causar su muerte, ésta debe ser liberada en el acto tomando los siguientes datos antes de hacerlo: 1) especie, 2) número de anillo (de ser una recaptura), y de ser posible 3) edad y sexo. Para esto es bueno llevar una libreta de campo y pluma en las rondas de revisión de redes. Debido a su acelerado metabolismo, es muy importante que los colibríes sean llevados a la Unidad de Procesamiento primero, así como las aves que aparenten un mal estado, pero no requieran ser liberadas. Algunos de los peligros para las aves que son capturadas en redes son deshidratación, altos niveles de estrés, asfixia por enredarse del cuello, y depredación por rapaces, gatos u otros depredadores.

Las redes deben cerrarse cuando el viento sea muy fuerte, llueva moderada o intensamente, o haya acumulación intensa de humedad en ellas. Algunas redes

pueden verse más afectadas que otras, por lo tanto a veces se tendrán que cerrar solo algunas de las redes del sitio. Si las condiciones meteorológicas mejoran, las redes deben abrirse otra vez. Es muy importante apuntar cuales redes fueron cerradas y durante cuánto tiempo permanecieron en ese estado.

Las redes deben cerrarse exactamente después de 6 horas de haber sido abiertas, cerrándolas en el mismo orden en el que fueron abiertas. Terminado el trabajo, se recoge el equipo del sitio de anillado y se apuntan los siguientes datos en la bitácora del sitio (ver formato anexo): 1. La hora de apertura de la primera red. 2. Hora a la que se cerro la primera red. 3. El número de redes abiertas. 4. Temperaturas mínima y máxima. 5. Número de aves capturadas separadas en paseriformes y colibríes, separándolas en capturas (individuos marcados por primera vez) y recapturas (individuos capturados que ya tenían anillo). 6. Descripción del clima (e.g.. soleado, nublado, con neblina, con o sin viento indicando su intensidad aparente). 7. Número de aves capturadas y recapturadas por especie. 8. Nombres de las personas que anillaron ese día, incluyendo su código de anillador.

9. Observaciones varias (importante anotar detalles sobre cualquier red no utilizada, o suceso inusual).

6.4. Prácticas con redes

El tener una, o varias estaciones de captura y anillado de aves permite llevar a cabo multiples prácticas con los estudiantes. Si estas estaciones se utilizan regularmente cada vez que se imparte un curso, entonces se pueden empezar a comparar datos entre años, y llevar a cabo sesiones prácticas de análisis de datos. Las siguientes son algunas de las prácticas que pueden llevarse a cabo con los estudiantes.

6.4.1. Poner y quitar redes

La primera práctica que hay que llevar a cabo es aprender a colocar y quitar las redes de niebla que se utilizarán para la captura de aves. esta es una práctica simple que requiere de 1 a 2 horas. Es importante separar al grupo en equipos de trabajo de tres o cuatro estudiantes. Se inicia la práctica con una demostración del proceso llevada a cabo por las personas que están a cargo de la estación de captura. Posteriormente cada equipo deberá poner y quitar una red, asegurándose que todos los estudiantes hayan llevado practicado el proceso completo.

Los mejores método para poner y quitar las redes requieren de dos a tres personas por red. Para poner las redes es crucial saber que estas no deben nunca tocar el suelo o lo vegetación adyacente, o se quedarán atoradas o se enredarán

52CAPÍTULO 6. USANDO A LAS AVES COMO BIOINDICADORES 2: MONITOREO DE AVES A TI

en ellas hojas, palitos o cualquier cosa que haya en el suelo. También es necesario evitar usar anillos y pulseras, y utilizar ropa que carezca o tenga el menor número de elementos en los que la red se pueda enredar (e.g.botones, cierres).

Las redes de niebla nuevas están empacadas en bolsas de plástico. Una vez usadas, recomendamos guardarlas en bolsas plásticas con asas (como las que se usaban en los supermercados en el pasado - ver figura ??). Este método permite que la red se guarde sin que se tuerza o enrede, haciendo más fácil colocarla la siguiente vez que se use. Para personas que no hayan utilizado este método, recomendamos revisarlo a detalle en la publicación original (Blackshaw, 1993).

Para poner las redes hay que sacarlas de su bolsa. Recomendamos si se usa el método de Blackshaw (ver arriba), no sacar la red de la bolsa, hasta que se han puesto los tensores dentro del tubo que sostendrá la red (comúnmente hay 5 tensores en cada extremo de la red). Entonces se puede sacar el asa de la bolsa de los tensores, mientras con la otra mano se sujetla segunda asa de la bolsa dejando los tensores del otro extremo de la red dentro del asa. Mientras una persona sujeta el poste, la otra debe de ir alejándose mientras saca la red de la bolsa lentamente manteniéndola tensa para que no toque el suelo. Al tener la red totalmente extendida, se procede a sacar los tensores del asa y ver que la red no esté torcida antes de poner los tensores en el segundo poste. Una vez la red esté colocada, los postes se sujetan firmemente en su lugar usando tensores de cuerda.

Para cerrar y quitar las redes hay dos métodos. En el primer método una persona cierra su lado de la red y comienza a enredar la red sobre si misma con movimientos circulares, sin dejar que la red se enrede sobre el tensor superior; la segunda persona cierra su lado de la red mientras la primera esta enredándola. La segunda técnica consiste en cerrar ambos extremos dejando el tensor superior un poco abierto, y que ambas personas enreden la red al mismo tiempo girándola en la misma dirección. Una vez enredada la red en sí misma, el tensor superior se baja, y se le dan un par de vueltas a la red sobre este, para asegurar que la red no se abra por acción del viento. Una vez cerrada la red, se pueda retirar y guardar en una bolsa, cuidando de mantener los tensores de la red juntos. Hay tantas formas de guardar las redes una vez que han sido retiradas, como personas que trabajan con redes. Hay que seguir la forma de guardar las redes de las personas a cargo de la estación de captura y anillado.

6.4.2. Extracción de aves de las redes y toma de datos de las aves

Una vez los estudiantes han aprendido a colocar, abrir, cerrar y quitar redes, ellos pueden montar las redes de las estaciones de captura y anillado con apoyo de los responsables de las prácticas. En la estación de captura y anillado se deben formar equipos de trabajo con los estudiantes. el número de equipos dependerá del cuantos anilladores primarios y secundarios haya presentes en la

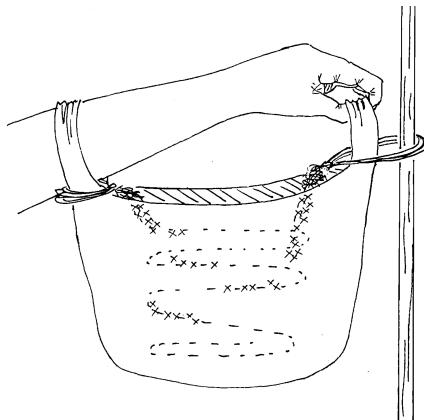


Figura 6.1: Técnica de Blackshaw (1993) para guardar redes de niebla en bolsas con asas. Los tensores de la red no deben de estar en el asa de la bolsa o en el tubo de soporte. Si esta técnica se utiliza correctamente los diferentes tensores de la red no se torcerán, facilitando el montaje y la apertura de las redes, y disminuyendo el tiempo para colocarlas y utilizarlas. Dibujos tomados del artículo original con permiso del autor.

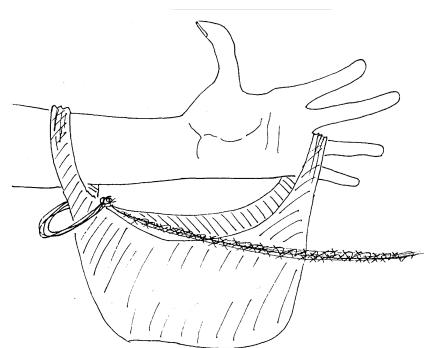


Figura 6.2: Técnica de Blackshaw (1993) para guardar redes de niebla en bolsas con asas. Los tensores de la red no deben de estar en el asa de la bolsa o en el tubo de soporte. Si esta técnica se utiliza correctamente los diferentes tensores de la red no se torcerán, facilitando el montaje y la apertura de las redes, y disminuyendo el tiempo para colocarlas y utilizarlas. Dibujos tomados del artículo original con permiso del autor.

estación. Uno o dos equipos revisarán redes y sacarán a las aves capturadas, mientras los otros equipos trabajarán procesando a las aves capturadas. Los diferentes equipos deben tomar turnos para que todos los estudiantes puedan observar, y de ser practicar, realizar ambas actividades. Se recomienda hacer varias prácticas de extracción de aves y toma de datos durante el semestre, de modo que los estudiantes puedan ir ganando experiencia y participen cada vez de forma más activa.

6.4.2.1. Extracción de aves de las redes

Las formas en que se pueden sacar aves de las redes son variadas, y diferentes anilladores pueden usar diferentes técnicas. Sacar aves de la red requiere de práctica, paciencia y sobre todo, de responsabilidad ética por parte de la persona que está manejando al ave. Nunca hay que olvidar que estamos manejando a un organismo vivo, y que nosotros somos responsables de cuidar su salud y liberarlo en buen estado. Para manejar a un ave, tanto en la red como fuera de esta, es necesario sujetarla al mismo tiempo con firmeza y delicadeza. Todos los estudiantes principiante deben aprender a sacar a las aves bajo la tutela de un anillador experimentado. Nunca hay que olvidar que la vida y la salud del ave son lo más importante cuando trabajamos con redes u otros métodos de captura. Cuando revisamos las redes y encontramos un ave enredada, debemos seguir los siguientes pasos para sacarla:

1. Ver por qué lado de la red entró el ave.
2. Una vez que sabemos por qué lado de la red entró el ave, se le sujetra con la mano tratando de impedir su movimiento sin apretarla. Una vez que está inmovilizada, se empiezan a sacar al ave de la red liberando primero sus patas. Hay que ser muy cuidadosos para encontrar una área del cuerpo del ave que no esté enredada, e iniciar la remoción de la red desde ese lugar. Generalmente la zona del ave que no se enreda es la de la cola/rabadilla/vientre. Nunca se debe sujetar al ave por su cola, ya que las aves pueden liberar las plumas de la cola a voluntad, y esto implica que pierda la cola. Un ave sin cola no vuela bien, y requiere volver a crecer sus plumas perdidas. Esto le provoca costos energéticos altos que debemos evitar.
3. Cuando estamos aprendiendo, siempre debemos empezar a desenredar al ave por sus patas. Cuando liberemos una pata, hay que sujetarla con los dedos para evitar que se vuelva a enredar. Cuando ambas patas están libres, se puede tomar al ave colocando sus muslos entre nuestros dedos índice y medio. Esto permite empezar a liberar las alas del ave. Hay que ser cuidadoso de no tomar al ave por su tarso, ya que este es frágil y se puede llegar a lastimar al ave.

4. Sosteniendo al ave por sus muslos permite desenredar las alas del ave, una a la vez. Los hilos de la red se atoran en las alas a nivel del codo o de la muñeca, y entre algunas de las plumas del ala. Por lo tanto, hay que extender el ala suavemente y buscar los hilos en la parte interior del ala a la altura del codo, y pasarlos uno a uno por encima del codo deslizándolos hacia la punta del ala, hasta que esta quede libre. Este procedimiento debe repetirse con la segunda ala después de haber liberado la cabeza.
5. Una vez las patas y un ala del ave estén libres, se debe sujetar al ave utilizando la llamada “posición de anillador” (figura ??). En esta forma de sujetar al ave, se apoya la espalda del ave sobre la palma de la mano, y se sujetta la cabeza del ave colocando los dedos índice y medio alrededor del cuello del ave. En esta posición se puede desenredar la cabeza del ave, y después la segunda ala.
6. Para liberar la cabeza se buscan hilos entre las plumas de la nuca, y se recorren hacia la parte delantera de la cabeza. Muchas veces es necesario soplar para separar las plumas y poder ver dónde están los hilos de la red. Cada uno de los hilos se pasa por encima de la cabeza del ave y se recorren hasta la punta del pico. Hay que ser muy cuidadosos si hay hilos dentro de la boca del ave, ya que a veces se pueden enredar en su lengua. Cuando haya hilos dentro del pico, se debe abrir el pico muy suavemente y ver dónde están los hilos. En la mayoría de las veces, al abrir el pico, los hilos se liberan por completo. Si los hilos están enredados en la lengua se recomienda utilizar unas pinzas finas para ayudar a desenredarla jalando los hilos con mucho cuidado.
7. Ya que el ave está libre, se le continua sujetando en la posición de anillador, y finalmente se mete dentro de una bolsa de tela para ser transportada a la Unidad de procesamiento. Hay que marcar la bolsa con una de las pinzas de ropa que lleva el número de la red donde el ave fue capturada.

6.4.2.2. Toma de datos de las aves

Antes de procesar un ave es muy importante que se conozca el tipo de información que se va a colectar, y los códigos y valores que se utilizan para llenar la hoja de campo. Esta información, y ejemplos de las hojas de campo puede ser consultadas en al Apéndice I de este manual.

a) Identificación

El primer paso al procesar un ave es identificarla a nivel de especie. Hay especies sumamente fáciles de identificar por su plumaje, pero hay otras que pueden ser muy difíciles. Si no estas seguro de la identificación del ave revisa por lo menos dos guías de campo para asegurarte que tu identificación sea correcta. En algunos casos para especies difíciles de identificar será necesario tomar medidas para identificarlas correctamente. ES MUY IMPORTANTE QUE ANTE



Figura 6.3: Posición de anillador para sujetar aves. Esta posición se utiliza, tanto para sujetar al ave cuando la estamos sacando de la red, como durante el proceso de toma de datos. Debido a que las alas del ave quedan apoyadas sobre la palma de la mano del anillador, es más difícil que el ave las mueva y escape volando. Desde esta posición es muy sencillo color el anillo en la pata del ave durante el proceso de anillado.

CUALQUIER DUDA SE REVISEN LAS GUIAS, no es valido decir: “como estoy casi seguro voy a decir que es esta especie...”, debe haber total certeza en la identificación. En contadas ocasiones la identificación de la especie es imposible (no hay información definitiva para separar la especie), quedándose a nivel de género, si esto sucede has lo siguiente:

Escribe en la hoja de campo el género seguido por las letras “sp.”.

Si esta casi seguro de que es una especie pero no puede probarlo, escriba “aff.” entre el género y la especie.

En ambas situaciones se debe fotografiar al ave y utilizar la sección de notas de la hoja de campo para explicar detalladamente porque no se pudo confirmar la identificación. Se recomienda complementar esta nota con medidas morfológicas.

Un anillador que no revisa, lee y utiliza continuamente sus guías es un mal anillador. En cada equipo de anillado deben haber por lo menos dos guías de aves. Algunas de las guías que se pueden usar son:

1. A guide to the birds of México and Northern Central America. Howell and Webb (Inglés).
2. A field Guide to Mexican Birds. Peterson and Chalif (versión en Inglés o en Español).
3. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic Society (Inglés).
4. Identification Guide to North American Passerines. Pyle et. al.(Inglés).

Se recomienda también bajar la app Merlin y tenerla disponible en sus teléfonos inteligentes. Esta app ha sido generada por el laboratorio de ornitología de Cornell y es gratuita. Permite identificar a las aves por medio de tomarles una fotografía. Aunque esta app es muy útil, no remplaza el uso de las guías tradicionales de aves.

b) Anillar un ave

Una vez identificada la especie, anota su nombre científico en la hoja de datos y colócale un anillo. Los anillos metálicos que se utilizan para marcar a las aves tienen un número en relieve que permite identificarlos cuando son recapturados. Los anillos vienen en diferentes tamaños, por lo que debes utilizar utilizar la regleta para medir piernas de aves que se encuentra en la caja de anillado para determinar que tamaño de anillo le debes colocar al ave. Toma el anillo del tamaño adecuado, colócalo abierto en una pinza de anillar, y mete el tarso del ave dentro del anillo. Aprieta la pinza suavemente hasta que el anillo este cerrado, cuidando de que el tarso del ave quede adentro y no sea lastimado por al anillo.

58 CAPÍTULO 6. USANDO A LAS AVES COMO BIOINDICADORES 2: MONITOREO DE AVES A TI

Asegúrate que el anillo se encuentra bien colocado, que no esté ni muy apretado ni muy flojo, que los bordes están bien cerrados y no se han traslapado uno sobre el otro. Si el anillo ha sido mal colocado (bordes traslapados), o le quedo chico (no gira) o grande al ave (pasa sobre el talón), debe ser retirado, y destruido. Un nuevo anillo debe ser colocado en el ave.

Retirar un anillo es una operación sencilla que requiere dos personas: una debe sujetar el ave en posición de anillado, inmovilizándole la pierna anillada, mientras la otra se dedica a retirar el anillo. Pasa dos pedazos de alambre delgado dentro del anillo, y uniendo sus extremos gíralos de modo que cada alambre quede fijo al anillo formando una especie de “asa”. Coloca cada alambre a un lado de la unión del anillo y tira de ellos al mismo tiempo en direcciones opuestas, ayudándose con las pinzas de anillado para sujetar los alambres. El anillo debe irse abriendo lentamente. Es importante realizar esta maniobra rápida y delicadamente para no causarle estrés al ave.

Una vez anillada el ave se debe registrar el número del anillo en la hoja de campo. Hay que revisar que el número este registrado correctamente. Cualquier error en el registro del anillo anula nuestra oportunidad de volver a identificar al ave en el futuro.

c) Cuando el ave es una recaptura:

Si el ave capturada ya tiene anillo, se le considera una recaptura. Es muy importante recuperar el número del anillo que trae puesto el ave correctamente. Se debe tomar al ave y leer el numero del anillo para que alguien lo registre en la hoja de campo. Una vez registrado el anillo, la persona que lo escribió debe leerlo en voz alta para que el anillador corrobore que el número es correcto revisando una vez más el anillo en el ave. **ES MUY IMPORTANTE QUE SE ANOTE CORRECTAMENTE EL NÚMERO DE ANILLO**, por lo tanto este debe ser leído con mucho cuidado, anotado y vuelto a leer para evitar errores de anotación.

d) Toma de datos

Toma los datos sobre el ave capturada en el siguiente orden:

1. Porcentaje de osificación craneal (valores 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6).
2. Edad del ave (valores L, P, S,V, A, D), y los criterios que utilizaste para determinarla (revisa el apéndice I de este manual).
3. Sexo (valores M, H, D), y los criterios que utilizaste para determinarlo (revisa apéndice I).
4. Condición reproductora. Protuberancia cloacal (valores 0, 1, 2, 3) y Parche de incubación (valores 0, 1, 2, 3,4). Generalmente estas características reproductivas pueden encontrarse en los meses de marzo a Septiembre.
5. Cantidad de grasa acumulada (valores 0, 1, 2, 3).

6. Muda corporal (valores 0, 1, 2, 3, 4), anotando en “Notas” las regiones con muda.
7. Muda de vuelo. Utilizando las plumas de las alas para determinarla (valores 0, A, S), y anotando en “Notas” las plumas que están mudando.
8. Desgaste de vuelo (valores 0, 1, 2, 3).
9. Presencia de plumaje juvenil (valores 0, 1, 2, 3).
10. Medida de la cuerda alar (ala no aplanada) en mm.
11. Peso en gramos al mayor detalle posible. Utiliza de preferencia la balanza analítica, de no poderse trabaja con las pesolas. Asegúrate de tarar la balanza y las pesolas cada vez que las utilices.
12. Toma notas sobre ectoparasitos, heridas, malformaciones, características inusuales del plumaje o cualquier cosa fuera de lo normal.
13. Si el ave excreta durante el proceso y la excreta contiene semillas o restos de frutas, coléctala utilizando papel encerado. En el papel anota la especie, edad y sexo del ave, el sitio y la fecha.
14. Revisa una vez más el número del anillo.
15. Una vez liberada el ave, escribe el estado del ave en la hoja (300 para aves sin anillos de colores y en buen estado de salud, 301 para aves con anillos de colores, 615 para aves heridas o en mal estado (estresadas), describiendo en “Notas” el problema, y 600 para aves muertas).
16. Siempre ten en cuenta que es indispensable que seas honesto con la toma de datos. Si no estas seguro sobre algún dato en particular, coloca un 9 (dato no tomado) o una d (dato desconocido) en el lugar correspondiente. Vale más tener pocos datos que sean precisos, que muchos datos de baja calidad. En proyectos de monitoreo donde participan diferentes anilladores, es indispensable tener estandarizada la toma de datos, ya que la calidad de la información obtenida será igual a la del anillador de menor calidad dentro del grupo.

e) Toma de datos mínimos

Bajo condiciones adversas de clima, cuando el número de capturas sea muy elevado o haya aves en mal estado (estrés, heridas) se recomienda tomar datos mínimos para acelerar la toma de datos y liberar con mayor rapidez a las aves capturadas. Los datos considerados mínimos son: número de anillo, especie, edad, sexo y peso.

f) Orden de procesado

Es importante tener un orden para procesar a las aves capturadas, de modo que se les dé preferencia a aves de especies sensibles. El orden recomendado a seguir es:

60CAPÍTULO 6. USANDO A LAS AVES COMO BIOINDICADORES 2: MONITOREO DE AVES A TI

1. Colibríes y aves heridas.
2. Aves sensibles
3. Recapturas.
4. Demás aves.

e) Liberar a las aves

Es importante liberar a las aves capturadas lo más rápido posible a aves una vez que hayan sido procesadas. Para lograr esto hay que aprender a procesar a las aves de forma rápida y precisa. Por lo general, un anillador avanzado puede procesar a un ave por completo en menos de un minuto. Hay que dar prioridad para procesar y para liberar más rápido a aves con las siguientes características:

1. Aves en mal estado, o heridas.
2. Aves con anillos de metal o anillos de colores.
3. Aves con parche de incubación activo. A estas aves hay que liberarlas en la cercanía de la red donde fueron capturadas, para facilitarles regresar a su nido lo más rápido posible.
4. Aves juveniles con colas que no han terminado de crecer (esto indica que aún son dependientes de los padres y requieren ser liberados cerca de su red de captura).
5. Miembros de una familia o parvada. Las aves hay que son capturadas en grupo deben ser liberadas juntas.

Capítulo 7

Usando a las aves como bioindicadores 3: Estudios de conducta animal en zonas urbanas

En términos generales, la conducta se puede definir como el conjunto de respuestas que un organismo presenta ante los estímulos externos presentes en el ambiente. Aunque la conducta podría considerarse sólo como aquellos actos externos observables, también incluye respuestas internas adaptativas de los individuos. Por lo tanto, la conducta es considerada un rasgo fenotípico sujeto a la selección, que es heredable, y que puede repercutir en el éxito reproductivo o en la supervivencia diferencial de los individuos de una población. Estos rasgos, además, pueden medirse cualitativa y cuantitativamente para entender aspectos de la ecología de las especies, así como su capacidad para responder a los cambios que ocurren en el ambiente (Maya-Elizarrarás y Schondube 2015).

En el ámbito de la ecología, estudiar la conducta nos permite determinar relaciones entre individuos de una misma especie o las interacciones entre diferentes especies que cohabitan en un ambiente determinado, a nivel de individuos, especies y comunidades. El estudio de la conducta también nos permite entender la capacidad de los organismos para responder a los cambios en el ambiente, particularmente en nuestro caso, los cambios en los ambientes urbanos producto de la modificación antrópica que ocurren en las ciudades. Así, el estudio de la conducta en las ciudades nos permite entender el papel que las áreas urbanas juegan en la conducta animal y su evolución (Johnson y Munshi-South, 2017).

Existe una variedad de condiciones y enfoques bajo las cuales podemos estudiar la conducta de un individuo, por ejemplo: ¿llevaremos a cabo observaciones de

conducta en un ambiente modificado por actividades humanas, o sólo en ambientes naturales?, ¿la observación será bajo condiciones naturales o bajo condiciones experimentales?, ¿registraremos conductas generales o sólo algunas de interés particular?, ¿usaremos sólo datos descriptivos o también cuantitativos? Dada la cantidad de aproximaciones y la complejidad del tema, iniciar la observación de la conducta de un individuo puede parecer confuso y abrumador. Sin embargo, la observación continua, la adquisición de conocimiento y la familiarización con nuestra(s) especie(s) de estudio nos permite desentrañar patrones conductuales que podemos analizar (Maya-Elizarrarás y Schondube 2015).

7.1. Aspectos a considerar en el estudio del comportamiento animal en áreas urbanas

1. **Definir** qué conducta se pretende estudiar. Los estudios de conducta se pueden llevar a cabo mediante observaciones en campo o mediante experimentos controlados. Para estudios de campo sobre conducta, particularmente en ambientes urbanos, las aves son un buen modelo de estudio, dada la facilidad que tiene su observación directa. Antes de llevar a cabo un estudio sobre conducta se deben formular preguntas precisas para estudiar el comportamiento en cuestión, las cuales deben abordarse mediante un diseño de investigación adecuado. En este manual presentamos prácticas de estudios observacionales de conducta con aves en ambientes urbanos. Algunas de las conductas que se pueden estudiar en las aves de las ciudades son su territorialidad, reproducción (cortejo, anidación, cuidado parental), patrones de forrajeo y otras interacciones sociales inter e intraespecíficas.
2. **Cuantificación** de la conducta por muestreo focal. Un comportamiento puede ser un “evento” o un “estado”. Los eventos son acciones instantáneas, mientras que los estados tienen una duración apreciable (Altmann 1974). La decisión de registrar eventos o estados depende de la pregunta de sobre comportamiento que buscamos responder. Mediante observaciones focales, se van a caracterizar y contabilizar las conductas, ya sea eventos o estados, de individuos de aves en campo.
3. Determinación del alcance del estudio y los tipos de medidas a analizar. Se debe determinar la escala del estudio (individuos, especies, poblaciones, comunidades) y, específicamente para el caso de las aves, se deben tomar en cuenta pautas de comportamiento alusivas a la territorialidad, el forrajeo y la reproducción de los individuos de todas las especies que conforman una comunidad de aves dentro de un área modificada por actividades humanas. Esto se puede lograr por medio de observaciones sistemáticas para determinar cómo varían la latencia, frecuencia, duración o intensidad de las pautas de comportamiento seleccionadas. De acuerdo a Maya-Elizarrarás y Schondube (2015):

- La latencia se refiere al tiempo que transcurre entre la aparición de un determinado suceso y el momento en que se produce un comportamiento determinado de respuesta.
- La frecuencia es el número de veces que aparece la pauta de comportamiento por unidad de tiempo.
- La duración es la longitud de tiempo durante la que se presenta la aparición de la pauta de comportamiento.
- La intensidad representa qué tan fuerte fue la reacción conductual y lo que afecta su forma de medirse.

7.2. Objetivo

Que el alumno obtenga habilidades para definir y medir aspectos de la conducta de un animal considerando una hipótesis definida.

7.3. Material requerido

- Binoculares
- Distanciómetro (Opcional)
- Contador
- Lápiz
- Formato para el registro de datos

7.4. Actividad

7.4.1. El comportamiento de las aves en las estructuras urbanas

Seleccionar una especie focal, que sea conspicua en los ambientes urbanos, como el Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*), el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*), la Paloma Doméstica (*Columba livia*), la Tortolita Cola Larga (*Columbina inca*), el Pinzón Mexicano (*Haemorhous mexicanus*) o el Mosquero Cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*).

Define un área de estudio y dividela por medio de una gradilla (Ver capítulo 3) de al menos 500 m x 500 m. Recorre los cuadros de lado a lado de forma que sigas un transecto lo más recto posible y realiza observaciones focales de los individuos detectados de la especie seleccionada durante un periodo de 10 minutos por individuo. Registra qué tipos de comportamiento realiza (descanso,

forrajeo, acicalamiento, confortamientos intra e interespecíficos, construcción de nidos, alimentación de pollos, etcétera), el tiempo en el que realiza cada comportamiento y los sustratos (estructuras humanas o de vegetación, capítulo XX) en los que realiza cada tipo de comportamiento.

7.4.1.1. Cuestionario

Realizar un etograma para contabilizar los tipos de comportamientos y el tiempo dedicado a ellos, y mediante análisis estadísticos pertinentes contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los comportamientos más comunes que realiza la especie?
- ¿Existen diferencias en el tiempo que dedican a cada comportamiento?
- ¿Cuáles son los sustratos más utilizados por la especie?
- ¿Existen diferencias en los sustratos que más frecuentemente utilizan?
- ¿Cuál fue la interacción más común con individuos de la misma y de otras especies con las que cohabitan?

7.4.2. Determinación de la distancia de iniciación de vuelo (FID) en aves urbanas

Ante un estímulo de peligro, las aves presentan respuestas tanto en su comportamiento como en su fisiología. Estas respuestas pueden variar entre especies. Algunas aves playeras, por ejemplo, no abandona sus nidos hasta que una persona ya está relativamente cerca, mientras que otras especies abandonan sus nidos cuanto una persona está a cientos de metros de distancia (Weston et al. 2012). En este contexto, la distancia de iniciación de vuelo (FID, flight-initiation distances, por sus siglas en inglés), es un método que permite evaluar la respuesta de las aves ante un disturbio (Stankowich y Blumstein 2005). Como su nombre lo indica, el FID se refiere a la distancia a la que las aves soportan la presencia de un estímulo de peligro potencial, en este caso, las personas, antes de emprender vuelo por seguridad. Esta medida podría usarse para designar distancias de separación entre las aves y los estímulos externos de disturbio (Weston et al. 2012).

Esta práctica tiene como finalidad medir la distancia de iniciación de vuelo de dos especies comunes en las áreas urbanas: el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*) y el Gorrión Mexicano (*Passer domesticus*). Dado que el Zanate mayor tiene un mayor tamaño que el Gorrión Doméstico, asumimos que la distancia de iniciación de vuelo en esta especie será menor, es decir, presenta una mayor tolerancia a la presencia humana. Para poner a prueba esta hipótesis, llevar a cabo las siguientes instrucciones:

1. Establecer uno o varios transectos dentro de los límites de la mancha urbana de una ciudad, de longitud variable, incluyendo sitios con diferentes

atributos de estructura del hábitat, como son áreas verdes y grises con diferente grado de disturbio y recorrerlos a pie en el transcurso de un mañana, de las 7:00am a las 11:00 am.

2. A cada individuo detectado en una perchta baja a alta (0-5 m), tomar la distancia a la que se encuentra la perchta del mismo con un distanciómetro laser y caminar de manera lenta y constante hacia el ave. En el momento en el que el ave vuela, detenerse y medir: (1) la distancia desde la posición inicial del observador cuando avistó al ave hasta la perchta de la misma ave, esta medida se conoce como distancia de inicio (SD, sarting distance); y (2) la distancia desde la posición del observador en el momento en que el ave voló hasta la perchta donde se encontraba el ave (FID). Anotar también el tipo de perchta (árbol, arbusto, cable de luz, poste, techo de casa, etc.) donde se registró al ave.
3. Procurar que un mismo observador lleve a cabo el FID, para evitar sesgos por diferencias en la masa corporal entre diferentes personas, que representan los estímulos de peligro. Procurar también tener al menos 20 individuos medidos de cada especie.
4. Una vez capturada la información, compara las distancias mínimas de iniciación de vuelo y las distancias de inicio entre ambas especies mediante una prueba estadística (Sugerimos una prueba de t)

7.4.2.1. Cuestionario

- ¿Cuál fue la distancia de iniciación de vuelo (FID) mínima, máxima y promedio de cada especie? ¿Detectó diferencias al respecto entre ambas especies?
- ¿La diferencia en distancia de inicio (SD) y la distancia de iniciación de vuelo (FID) fue diferente entre ambas especies? ¿Por qué cree que esto suceda?
- ¿Cree que el tipo de perchta en el que se encuentran las especies influye en los patrones FID encontrados? Justifique su respuesta.
- ¿Cuál de las dos aves presenta una mayor tolerancia a la presencia humana? Especifique posibles causas, independientemente de las diferencias en los tamaños entre ambas especies.

7.4.3. Diferencias en los tiempos de forrajeo y vigilancia en función del número de vecinos

En los sistemas sociales animales, y particularmente en el caso de las aves, cuyos individuos recopilan información sobre su entorno principalmente a través de la visión (Fernández-Jurisic et al.2004), se ha documentado que los tiempos en los

roles de forrajeo y vigilancia ocurren en función de los costos asociados por la presencia de depredadores potenciales (Fernández-Jurisic et al. 2005).

Se asume que aquellos grupos de aves que presenten un mayor número de integrantes, el tiempo que los individuos dedican al forrajeo va a ser mayor que en aquellos grupos con menos integrantes, dado que hay menos individuos que alerten al grupo sobre peligros de depredación (Treves 2000). Para poner a prueba esta hipótesis, llevar a cabo los siguientes pasos que se plantean en esta práctica:

1. Seleccionar una especie focal de estudio, preferentemente una especie común y conspicua en ambientes urbanos y con comportamientos gregarios, como puede ser el Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*), el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*), la Paloma Doméstica (*Columba livia*), la Tortolita Cola Larga (*Columbina inca*), o el Pinzón Mexicano (*Haemorhous mexicanus*).
2. Realizar recorridos en áreas verdes de la ciudad (parques, campus universitarios, cementerios, campos deportivos) y mediante búsqueda intensiva, seleccionar grupos de la especie de estudio que se encuentren forrajeando en el suelo.
3. Una vez ubicados los grupos, realizar observaciones focales durante el tiempo que considere necesario para determinar: (1) el número de individuos que integran el grupo, (2) el número de individuos que se encuentran forrajeando en el suelo, (3) en caso de estar presentes, el número de individuos que no forrajean y se encuentran vigilando, pertenecientes al mismo grupo, y (4) el tiempo que el grupo permanece forrajeando en el sitio, desde el inicio del periodo de observación hasta que el grupo se mueve a otro sitio. En caso de que el grupo permanezca forrajeando en el suelo por más de una hora, finalizar la observación y continuar con la búsqueda de otro grupo. Procurar tener al menos 20 grupos analizados. En caso de que no se distingan individuos centinelas, otra forma de observar comportamientos de forrajeo y vigilancia, es observar si el individuo presenta la cabeza inclinada (en este caso, se encuentra forrajeando) o la cabeza erguida (se encuentra vigilando), si este es el caso, registrar el tiempo en el que uno o varios individuos del grupo presentan ambas posturas.
4. Registrar comportamientos adicionales que desplieguen los individuos del grupo durante el tiempo de observación (por ejemplo, interacciones antagónicas entre los miembros o con individuos de otras especies, factores que alteren el comportamiento del grupo, etc.). De ser posible y de contar con suficientes observadores, pueden realizar observaciones focales en con más de una especie de estudio.
5. Una vez capturada la información, realizar una prueba estadística (regresión?) para evaluar si el tiempo de forrajeo del grupo se relaciona positivamente con el número de integrantes del grupo, número de vigilantes

o con otros factores externos, propios del hábitat urbano, y contestar las siguientes preguntas:

- ¿Los individuos de la especie presentan roles o cambios en los roles de forrajeo y vigilancia?
- ¿Cuáles son los factores tanto bióticos o abióticos que perturban el comportamiento de forrajeo del grupo?
- ¿El tiempo que el grupo se encuentra forrajeando, o en su caso, el tiempo en el que uno o varios individuos mantienen la cabeza hacia abajo, se relaciona con el número de integrantes que presentan comportamientos de vigilancia (o el tiempo que los individuos mantienen la cabeza erguida)?
- ¿El tiempo de forrajeo se relaciona con el tamaño del grupo?
- ¿En caso de tener más de una especie de estudio, las relaciones tiempo de forrajeo-vigilancia se mantienen constantes entre las especies? Discuta su respuesta.