



PAQUETE *camtrapR* PARA GESTIONAR DATOS DE FOTO-TRAMPEO: APLICACIÓN EN LA RESERVA DE BIOSFERA TEHUACÁN-CUICATLÁN

Eva López-Tello¹ y Salvador Mandujano²

¹ Programa de Posgrado, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana. Av. Dr. Luis Castelazo, Industrial de las ánimas, CP91190 Xalapa, Ver., México.

² Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A.C., México. Km 2.5 Carretera Antigua a Coatepec 351, Col. El Haya, C. P. 91070, Xalapa, Ver., México.

Autor de correspondencia: Salvador Mandujano, salvador.mandujano@inecol.mx

RESUMEN

El empleo de cámaras trampa es un método que se ha popularizado en la última década debido al desarrollo tecnológico que ha hecho más accesible la adquisición de este equipo. Una de las ventajas de este método es que podemos obtener mucha información en poco tiempo de diferentes especies. Sin embargo, existen pocos programas que faciliten la organización y extracción de la información de una gran cantidad de imágenes. Recientemente se ha puesto disponible libremente el paquete R llamado **camtrapR**, el cual sirve para extraer los metadatos de las imágenes, crear tablas de registros independientes, registros de presencia/ausencia para ocupación, y gráficos espaciales. Para comprobar la funcionalidad del programa en este artículo presentamos seis ejemplos de las principales funciones de **camtrapR**. Para esto se utilizó un conjunto de imágenes obtenidas con 10 cámaras-trampa en una localidad de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. **camtrapR** se aplicó para probar los siguientes objetivos: organización y manejo de las fotos, clasificación por especie, identificación individual, extracción de metadatos por especie y/o individuos, exploración y visualización de datos, y exportación de datos para análisis de ocupación. Está disponible libre el código R utilizado en este trabajo. De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que **camtrapR** es un paquete eficiente para facilitar y reducir el tiempo de extracción de los metadatos de las imágenes; así mismo es posible obtener los registros independientes sin errores de omisión o duplicación de datos. Además, permite crear archivos *.csv que después pueden ser analizados con otros paquetes R o programas para otros propósitos.

Palabras clave: base de datos, historias de captura, metadatos, R.

ABSTRACT

The camera-trap is a method that has become popular in the last decade due to the technological development that has made the acquisition of this equipment more accessible. One of the advantages of this method is that we can get a lot of information in a short time for different species. However, there are few programs that facilitate the organization and extraction of information from large number of images. Recently, the R package called **camtrapR** has been made freely available, which serves to extract the metadata from the images, create independent record tables, occupation presence/absence registers and spatial graphics. To check the functionality of this package, in this article we present six examples of how to use the main functions of **camtrapR**. For this purpose, we used a data set of images obtained with 10 cameras in the location of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve. **camtrapR** was applied to test the following objectives: organization and management of the photos, classification by species, individual identification, extraction of metadata by species and individuals, exploration and visualization of data, and export of data for analysis of occupation. The R code used in this work is available freely in line. According to our results, **camtrapR** is an efficient package to facilitate and reduce the extraction time of the metadata of the images; it is also possible to obtain the independent records without errors of omission or duplication of data. In addition, it allows to create * .csv files that can then be analyzed with other R packages or programs for different objectives.

Key words: capture histories, database, metadata, organization, R.

INTRODUCCIÓN

El empleo de cámaras-trampa para obtener diferente información biológica de los animales se ha aplicado desde hace algunas décadas pero actualmente está en auge debido al desarrollo tecnológico y a la reducción de costos (O'Connell *et al.*, 2011). Se considera un método no invasivo que permite estudiar especies difíciles de observar de forma directa debido a su comportamiento y/o a su baja abundancia poblacional (Thompson, 2004). Con el foto-trampeo se puede obtener mucha información en poco tiempo y con poco personal, lo que hace que sea un método muy atractivo para monitorear fauna silvestre a largo plazo en diferentes tipos de hábitat (Silveira *et al.*, 2003; Maffei *et al.*, 2004; O'Connell *et al.*, 2011). En particular, el foto-trampeo se ha utilizado para realizar inventarios (Jiménez *et al.*, 2010), estimar la abundancia de diferentes especies, principalmente de felinos (O'Brien *et al.*, 2003), para calcular índices de abundancia relativa de diversas especies (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011), estimar la ocupación (Cove *et al.*, 2013), evaluar el uso de hábitat (Di Bitetti *et al.*, 2006; Foster *et al.*, 2010; McCarthy *et al.*, 2015), conocer patrones de actividad (Foster *et al.*, 2013; Ávila-Nájera *et al.*, 2016), entre las principales aplicaciones.

A partir del foto-trampeo se pueden obtener miles o decenas de miles de fotos de las especies que habitan en alguna región de estudio. Para un análisis eficiente de los datos es necesario un manejo organizado y sistemático del gran número de fotos obtenidas. En general, cuando se tienen pocos datos una opción es emplear Excel o Acces para organizar la información. Alternativamente, se han desarrollado programas como *camera base* (Tobler 2007), *Wild.ID* (O'Brien *et al.*, 2010), *deskTEAM* (Fegraus *et al.* 2011), *eMammal* (<http://emmamal.si.edu>), *Aardwolf* (Krishnappa y Turner 2014), *cpw photo warehouse* (Ivan y Newkirk 2016), *TRAPPER* (Bubnick *et al.* 2016), entre los principales. En general todos estos programas permiten extraer los metadatos de las imágenes y exportarlos a otros programas para analizar la información. No obstante, cada uno tiene sus ventajas y desventajas. Otra de las opciones es el uso conjunto de editores de imágenes comerciales como *Renamer* (Kozlov 2009) y de diferentes programas para crear archivos de texto jerárquicos que contengan la información de las fotos (Harris *et al.* 2010). Recientemente, se ha liberado **cam-**

trapR como parte de la paquetería de R (Niedballa *et al.*, 2016). Para un análisis del desempeño, ventajas y limitaciones de algunos de estos programas, se sugiere consultar Tabla 1 en la información de soporte en Niedballa *et al.* (2016).

De manera general, **camtrapR** es un gestor que permite organizar y extraer metadatos de fotografías obtenidas en estudios faunísticos empleando el método de cámara-trampa. En particular, las principales funciones de este paquete son: 1) organización y gestión de imágenes, 2) identificación de especies/individuos, 3) extracción de los metadatos de imágenes, 4) exploración y visualización de datos, 5) exportación de datos y 6) creación de reportes de datos del muestreo. Para una descripción detallada de estas funciones se sugiere consultar el artículo de Niedballa *et al.* (2016). El paquete está disponible en la librería CRAN en: <https://cran.r-project.org/web/packages/camtrapR/>. Mientras que el manual de referencia se puede bajar desde: <https://cran.r-project.org/web/packages/camtrapR/camtrapR.pdf>. El grupo de discusión del paquete en: <https://groups.google.com/forum/#!forum/camtrapr>.

En este artículo presentamos la utilidad del paquete **camtrapR** usando una base de datos de foto-trampeo obtenidos en una localidad de la Reserva de Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. Para comprobar la funcionalidad del programa presentamos seis ejemplos de las principales funciones de **camtrapR**. Además, exponemos de manera muy detallada los diferentes códigos R empleados para cada función, así como gráficos resultantes; también hemos incluido tomas de pantalla que consideramos ilustrativas del proceso de organización y análisis de la información en este paquete. Consideramos que la información que presentamos será de gran utilidad tanto para investigadores como para técnicos que trabajan con cámaras-trampa en México ya que el script que se presenta maneja un lenguaje sencillo y fácil de seguir teniendo conocimientos básicos del manejo del programa R, además se han incluido algunas sugerencias (no presentadas en el manual del paquete) que ayudan a disminuir el tiempo en la organización de las fotos y extracción de los metadatos. El paquete **camtrapR** es una herramienta que permite organizar y manejar miles de fotos con una menor inversión de tiempo y sin errores de captura en la base de datos. También se mencionan algunos otros programas para la gestión de fotos, de los cuales poco se sabe ya que la mayoría de los artículos en los que se utilizan cámaras-trampa no se mencionan las herramientas utilizadas para organizar y crear la base de datos, lo que debería ser considerado para futuras publicaciones.

APLICACIÓN DEL **camtrapR**

MUESTRA DE DATOS

Para este ejemplo se utilizaron las fotos obtenidas con 10 cámaras-trampa ubicadas en los Bienes Comunales de San Gabriel Casa Blanca (SGCB), municipio San Antonio Nanahuatipam, Oaxaca, localizado en la región de La Cañada en la Mixteca Oaxaqueña, enclavada en el oriente-centro de la Reserva Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) en el extremo SE del estado de Puebla y NE de Oaxaca (18°08'31" N, -97°07'46" W). La altitud del sitio es poco variable (760 a 800 msnm) con una topografía dominada por terrenos accidentados entre cañadas, lomeríos, grietas y cerros (Mandujano *et al.* 2016). El clima es caluroso-semidesértico con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación promedio de 438 mm con lluvias en verano y vientos del este en febrero y marzo. La tenencia de la tierra se distribuye en bienes comunales, ejido y pequeña propiedad (INEGI 2005). En la localidad domina el bosque tropical seco y el matorral crasicaule; y algunos manchones de pastizal inducido y zonas de cultivos (Barrera-Salazar *et al.* 2015). En esta localidad está operando una UMA de tipo extensivo con 2,000 ha para la protección y aprovechamiento de varias especies entre las que destaca el venado cola blanca (Mandujano *et al.* 2016).

Se utilizaron cámaras-trampa digitales con sensor de movimiento (Primos Truth Cam 35® y Moultrie Game Spy D-55IR®) de febrero a diciembre de 2012, abarcando la época de lluvias (mayo a octubre) y la de secas (noviembre a abril). Fueron colocadas en sitios donde se localizaron rastros de venados y en lugares sugeridos por guías locales. Las cámaras se sujetaron a troncos

a una altura de 20 a 30 cm del suelo con una orientación sur a norte para evitar la interferencia de rayos solares. La separación mínima entre cámaras fue de 500 m. Cada cámara se georreferenció con un GPS Garmin eTrex® en unidades métricas (UTM). Se programaron para registrar eventos fotográficos de tres tomas consecutivas con intervalos de 10 a 15 segundos, durante 24 h y fueron revisadas mensualmente.

INSTALACIÓN Y DATOS INICIALES

El primer paso es instalar el paquete desde <https://cran.r-project.org/web/packages/camtrapR/>. Después se debe descargar de la red el archivo ejecutable *exiftool* desde <http://www.sno.phy.queensu.ca/~phil/exiftool/index.html>. Se debe descomprimir y se coloca en disco local (C:) dentro de la carpeta Windows; mientras que en el sistema OS X se sugiere emplear la ruta: `export PATH=$PATH:/usr/local/bin`. Se modifica el nombre para que solo quede como *exiftool*. Este ejecutable permite extraer y editar los metadatos de las fotos. Otra opción para extraer y editar los metadatos de las fotos es descargar de la red el programa *digiKam* de libre acceso desde <https://www.digikam.org/download/binary>. Para instalar el paquete y verificar la ruta de *exiftool* se introduce:

```
install.packages("camtrapR")
```

```
Sys.which("exiftool")
```

```
##          exiftool
```

```
## "C:\\Windows\\exiftool.exe"
```

Una vez instaladas todas las herramientas necesarias, se debe crear en Excel una tabla con las coordenadas UTM, fecha de colocación, fecha de retiro y fechas en que estuvo inactiva cada cámara, y se guarda en archivo *.csv. En caso de tener dos o más cámaras por estación se debe agregar, después de la columna "Station", una columna con el ID de la cámara.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	X	Y	Station	Fecha_colocación	Fecha_retiro	Problem1_from	Problem1_to	Problem2_from	Problem2_to
2	694862	2007818	CB1	01/02/2012	31/12/2012				
3	694172	2008343	CB2	01/02/2012	31/12/2012				
4	693800	2009773	CB3	01/02/2012	31/12/2012				
5	694945	2008495	CB4	01/02/2012	31/12/2012	01/02/2012	31/03/2012		
6	690994	2009840	CB5	01/02/2012	31/12/2012				
7	694975	2006697	CB6	01/02/2012	31/12/2012	01/12/2012	31/12/2012		
8	693362	2006379	CB7	01/02/2012	31/12/2012	01/06/2012	30/06/2012	01/12/2012	31/12/2012
9	691929	2006839	CB8	01/02/2012	31/12/2012				
10	691206	2008027	CB9	01/02/2012	31/12/2012				
11	693799	2010085	CB10	01/02/2012	31/12/2012				

En este paso es importante definir el formato de fecha que se utilizará ya que para ejecutar algunas funciones se pedirá especificarlo. Los títulos de la tabla se pueden editar posteriormente, sin embargo estos deben coincidir con los títulos de las tablas que irá generando el paquete por lo que se recomienda que se mantenga el formato en inglés

ORGANIZACIÓN Y MANEJO DE LAS FOTOS

Para cargar y leer el archivo con la información de ubicación y actividad de las cámaras:

`library(camtrapR)`

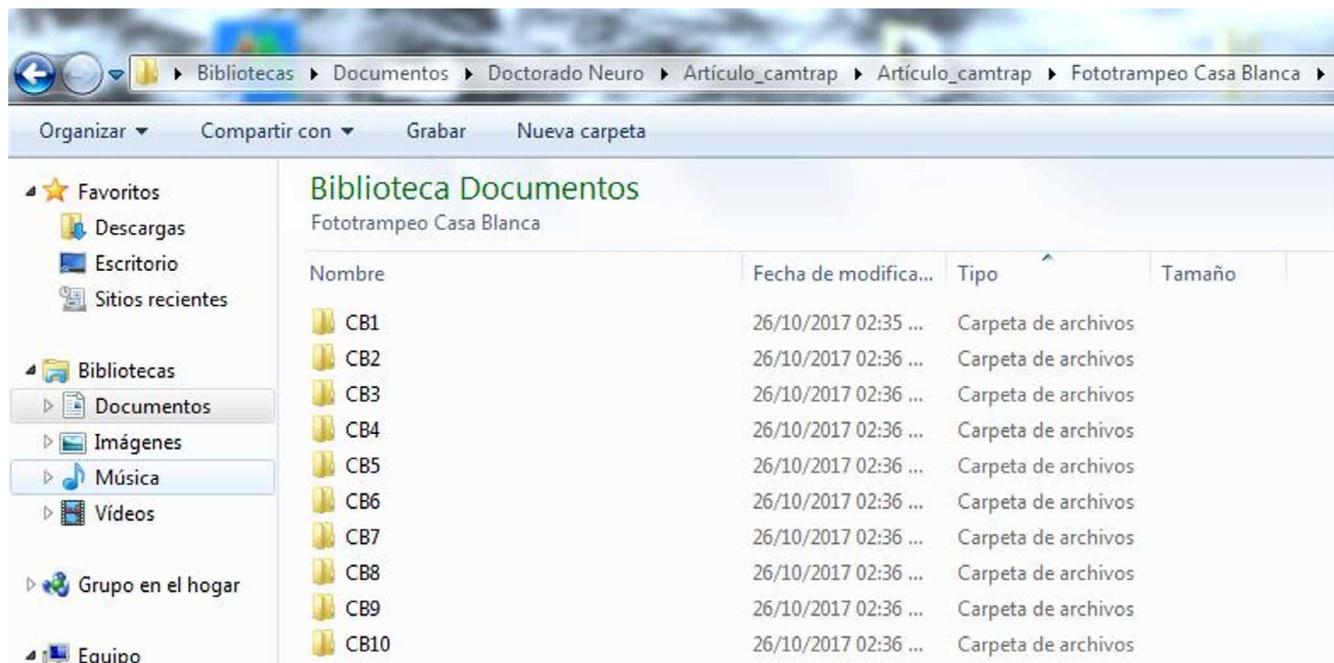
`casa_blanca <- read.csv("actividad de camaras.csv", header = TRUE)`

Se crea una carpeta principal en la cual estarán todas las fotos clasificadas por número o nombre de cámara, para esto primero se especifica el directorio y el nombre de la carpeta, por ejemplo:

`fototrampeo_casablanca <- file.path("Fototrampeo Casa Blanca")`

Cada usuario deberá crear la ruta de lectura de datos y directorio de trabajo que más le convenga, una forma fácil de trabajo es creando un proyecto en R. Después se crea la carpeta principal con las subcarpetas de cada cámara con la función:

`fototrampeo_casablanca_carpeta <- createStationFolders (inDir =
fototrampeo_casablanca, stations = as.character (casa_blanca$Station),
createinDir = TRUE)`



Después de colocar las imágenes en su carpeta correspondiente, el siguiente paso es verificar que la fecha y hora sean correctas en todas las fotos. En caso de que algunas imágenes presenten errores se pueden corregir utilizando la función "timeshift". Para hacer la corrección de fecha y hora es necesario que todas las imágenes que presenten error se ubiquen en una carpeta independiente a la principal o la corrección se haga antes de arrastrar las fotos de la memoria SD a la carpeta principal. Para este ejemplo utilizaremos una carpeta independiente llamada "Corrección Casa Blanca", como:

```
fotos_correccion_casablanca <- file.path("Corrección Casa Blanca")
```

Una vez seleccionadas las fotos se creará una tabla que contenga la información que se quiera corregir.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Station	timeshift	sign				
2	CB1	1:0:0 0:0:0	-				
3	CB2	0:0:0 1:0:0	+				
4							
5							
6							

La tabla debe contener el número de estación, “*timeshift*” y un signo “+” (para aumentar años y/o horas) o “-” (para disminuir años y/o horas). El formato que se utiliza en *timeshift* es el siguiente: Fecha, “*Año:Mes:Día*”, por ejemplo para disminuir o aumentar un año se pone “1:0:0”. Para el caso de la hora se utiliza: “*Hora:minutos:segundos*”, por ejemplo para disminuir o aumentar una hora se pone: “1:0:0”. Estos dos valores deben estar en la misma celda como se muestra en la figura anterior. Luego se lee en R la tabla con la información como:

```
tabla_correccion_casablanca <- read.csv("correccion de hora.csv", header = TRUE)
```

Para obtener las imágenes con la información corregida, se utiliza la siguiente función:

```
fotos_corregidas_casablanca <- timeShiftImages(inDir = fotos_correccion_casablanca,
timeShiftTable = tabla_correccion_casablanca,
stationCol = "Station",
hasCameraFolders = FALSE,
timeShiftColumn = "timeshift",
timeShiftSignColumn = "sign")
```

Después de correr la función automáticamente en la carpeta se creará una copia de la foto con la hora y fecha corregida en los metadatos. Una vez corregidas las imágenes, el siguiente paso es renombrarlas. Un aspecto importante es que las fotos deben ser renombradas primero y después clasificadas por especie, si se hace a la inversa se pierde la clasificación cuando las fotos son copiadas a la nueva carpeta. Las carpetas de cámaras que no contengan fotos no serán copiadas a la carpeta de fotos renombradas.

Para crear la carpeta con las fotos renombradas se utilizan las siguientes funciones:

```
fotos_renombradas_casablanca <- file.path("Renombradas Casa Blanca")
carpeta_renombradas_casablanca <- imageRename(inDir = fototrampeo_casablanca,
outDir = fotos_renombradas_casablanca,
hasCameraFolders = FALSE,
keepCameraSubfolders = FALSE,
copyImages = TRUE)
```

Otro aspecto importante es que se recomienda guardar a parte las fotos originales que fueron extraídas de las tarjetas SD. La carpeta con las fotos renombradas no puede ser guardada dentro de la carpeta principal, debe colocarse en un directorio diferente. Una vez que las fotos fueron renombradas, se puede agregar a los metadatos de cada foto el nombre del proyecto y la institución a la que pertenecen. Para esto se utiliza la función:

```
proyecto_institucion <- "Proyecto_RBTC (INECOL)"
addCopyrightTag(inDir = fotos_renombradas_casablanca,
copyrightTag = proyecto_institucion,
askFirst = FALSE)
```

Para verificar que aparece la información en los metadatos se utiliza la siguiente función y se pueden visualizar los metadatos:

```
exifTagNames(fotos_renombradas_casablanca, returnMetadata = TRUE)
## [1] "[ExifTool] ExifTool Version Number : 10.57"
## [2] "[File] File Name : CB1__2012-02-14__14-29-12(1).JPG"
## [3] "[File] Directory : Renombradas Casa Blanca/CB1"
## [4] "[File] File Size : 1215 kB"
## [5] "[File] File Modification Date/Time : 2017:10:26 18:46:55-05:00"
## [6] "[File] File Access Date/Time : 2017:10:26 18:46:55-05:00"
## [7] "[File] File Creation Date/Time : 2017:10:26 18:30:24-05:00"
## [8] "[File] File Permissions : rw-rw-rw-"
## [9] "[File] File Type : JPEG"
## [10] "[File] File Type Extension : jpg"
## [11] "[File] MIME Type : image/jpeg"
```

```
## [12] "[File] Exif Byte Order : Little-endian (Intel, II)"
## [13] "[File] Comment : DSC"
## [14] "[File] Image Width : 1920"
## [15] "[File] Image Height : 1536"
## [16] "[File] Encoding Process : Baseline DCT, Huffman coding"
## [17] "[File] Bits Per Sample : 8"
## [18] "[File] Color Components : 3"
## [19] "[File] Y Cb Cr Sub Sampling : YCbCr4:2:2 (2 1)"
## [20] "[EXIF] Make : DSC"
## [21] "[EXIF] Camera Model Name : Dig.Cam"
## [22] "[EXIF] Orientation : Horizontal (normal)"
## [23] "[EXIF] X Resolution : 72"
## [24] "[EXIF] Y Resolution : 72"
## [25] "[EXIF] Resolution Unit : inches"
## [26] "[EXIF] Software : 88090417-2"
## [27] "[EXIF] Modify Date : 2012:02:14 14:29:12"
## [28] "[EXIF] Y Cb Cr Positioning : Co-sited"
## [29] "[EXIF] Copyright : Proyecto_RBTC (INECOL)"
```

CLASIFICACIÓN POR ESPECIE

La clasificación de especies se puede hacer de dos formas, la primera es crear subcarpetas con los nombres de cada especie o nombres comunes dentro de cada carpeta de estación; la segunda opción es poner una etiqueta a cada foto con un editor de imágenes como *digiKam*. Para este ejemplo se utilizarán las subcarpetas por especie. Para lo cual primero se crea un objeto con el nombre de cada especie o sus nombres comunes, como:

```
especies <- c("Armadillo", "Cacomixtle", "Coyote", "Conejo", "Coatí", "Lince", "Mapache",
"Pecarí", "Tlacuache", "Venado", "Yaguarundi", "Zorra", "Zorrillo cadeno", "Zorrillo listado", "Zorrillo manchado")
```

Después de listar todas las especies, se crean las subcarpetas con la siguiente función como:

```
carpeta_especies_casablanca <- createSpeciesFolders(inDir = fotos_renombradas_casablanca,
species = especies,
```

```
hasCameraFolders = FALSE,
```

```
removeFolders = FALSE)
```

```
## created 150 directories
```

Una vez creadas las subcarpetas las fotos son arrastradas de acuerdo a la especie correspondiente. Las ventajas de utilizar digiKam es que si en una foto se tienen más de una especie es posible etiquetar a cada una, en cambio si se utilizan subcarpetas se debe hacer una copia de las fotos en donde se observen más de una especie. Otra ventaja de las etiquetas es que el nombre de la especie queda grabado dentro de los metadatos y también se pueden hacer comparaciones cuando más de un observador realiza la identificación de la especie o individuos. También se pueden crear carpetas que contengan las fotos de todas las cámaras de una sola especie, para esto se usa la función:

```
carpeta_venado_casablanca <- file.path("Venado")
```

```
venado <- "Venado"
```

```
copia_venado_casablanca <- getSpeciesImages(species = "venado",
```

```
  IDfrom = "directory",
```

```
  inDir = fotos_renombradas_casablanca,
```

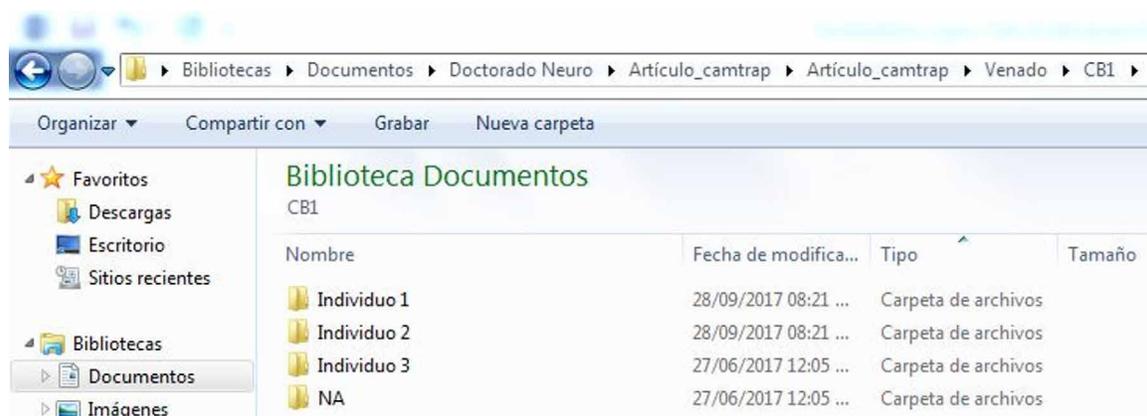
```
  outDir = Carpeta_venado,
```

```
  createStationSubfolders = TRUE)
```

Si se utiliza FALSE todas las fotos estarán en una sola carpeta. La nueva carpeta "Venado" no puede ser guardada dentro de la carpeta de fotos renombradas, por lo tanto, "inDir" y "outDir" deben tener rutas diferentes.

IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL

Cuando se trabaja con especies que pueden ser identificadas individualmente es necesario clasificar las fotos a través de subcarpetas dentro de las carpetas de cada especie o etiquetas. Para este ejemplo se utilizará la carpeta de venado. Dentro de cada carpeta de estación se deben crear manualmente o en **camtrapR** subcarpetas con el número de individuos que se han identificado. Posteriormente se deben arrastrar las fotos de cada individuo a la carpeta correspondiente.



EXTRACCIÓN DE METADATOS POR ESPECIE Y/O INDIVIDUOS

Una vez organizadas las fotos se pueden crear tablas con la información de cada foto por especie e individuos. Para crear las tablas por especie se utiliza la siguiente función:

```
tabla_especies_casablanca <- recordTable(inDir = fotos_renombradas_casablanca,
IDfrom = "directory",
timeZone = "America/Mexico_City",
writecsv = FALSE)
```

Se crea una tabla con todas las fotos sin contemplar registros independientes y se pueden visualizar los primeros seis renglones como:

```
head(tabla_especies_casablanca)
```

##	Station	Species	DateTimeOriginal	Date	Time
## 1	CB1	Armadillo	2012-09-06 01:43:46	2012-09-06	01:43:46
## 2	CB1	Armadillo	2012-09-06 01:43:47	2012-09-06	01:43:47
## 3	CB1	Armadillo	2012-09-06 01:43:48	2012-09-06	01:43:48
## 4	CB1	Armadillo	2012-12-11 20:52:49	2012-12-11	20:52:49
## 5	CB1	Armadillo	2012-12-11 20:52:50	2012-12-11	20:52:50
## 6	CB1	Armadillo	2012-12-11 20:52:51	2012-12-11	20:52:51
##	delta.time.secs	delta.time.mins	delta.time.hours	delta.time.days	
## 1	0	0	0.0	0.0	
## 2	1	0	0.0	0.0	
## 3	1	0	0.0	0.0	
## 4	8366941	139449	2324.2	96.8	
## 5	1	0	0.0	0.0	
## 6	1	0	0.0	0.0	
##	Directory	FileName			
## 1	Renombradas Casa Blanca 2/CB1/Armadillo	CB1__2012-09-06__01-43-46(1).JPG			
## 2	Renombradas Casa Blanca 2/CB1/Armadillo	CB1__2012-09-06__01-43-47(2).JPG			
## 3	Renombradas Casa Blanca 2/CB1/Armadillo	CB1__2012-09-06__01-43-48(3).JPG			

4 Renombradas Casa Blanca 2/CB1/Armadillo CB1__2012-12-11__20-52-49(1).JPG

5 Renombradas Casa Blanca 2/CB1/Armadillo CB1__2012-12-11__20-52-50(2).JPG

6 Renombradas Casa Blanca 2/CB1/Armadillo CB1__2012-12-11__20-52-51(3).JPG

Para obtener la tabla solo con los registros independientes se deben agregar otros datos a la función:

```
tabla_indepen_casablanca <- recordTable(inDir = fotos_renombradas_casablanca,
IDfrom = "directory",
minDeltaTime = 60,
deltaTimeComparedTo = "lastRecord",
timeZone = "America/Mexico_City",
exclude = "NA")
```

Note que la función "*minDeltaTime*" es el lapso de tiempo que se considera entre una foto y otra para ser un registro independiente, para el ejemplo se utilizaron 60 min. En "exclude" se listan las especies que se quieren omitir en la tabla o la carpeta con especies no identificadas. Las tablas pueden ser guardadas en formato *.csv y leídas posteriormente en camtrapR con las siguientes funciones:

```
write.csv(tabla_especies_casablanca, "tabla especies Casa Blanca.csv")
```

```
write.csv(tabla_indepen_casablanca, "tabla independientes Casa Blanca.csv")
```

```
read.csv("tabla especies Casa Blanca.csv", header = T)
```

```
read.csv("tabla independientes Casa Blanca.csv", header = T)
```

La cual se visualiza como:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Station	Species	DateTimeOriginal	Date	Time	delta.time.se	delta.time.h	delta.time.c	Directory	FileName		
2	1	CB1	Armadillo	06/09/2012 01:43	06/09/2012	01:43:46	0	0	0	0	C:/Users/t	CB1__2012-09-06_	
3	2	CB1	Armadillo	11/12/2012 20:52	11/12/2012	20:52:49	8366941	139449	2324.2	96.8	C:/Users/t	CB1__2012-12-11_	
4	3	CB1	Coatí	04/04/2012 11:17	04/04/2012	11:17:46	0	0	0	0	C:/Users/t	CB1__2012-04-04_	
5	4	CB1	Coatí	24/12/2012 16:26	24/12/2012	16:26:15	22831512	380525	6342.1	264.3	C:/Users/t	CB1__2012-12-24_	
6	5	CB1	Coatí	24/12/2012 19:04	24/12/2012	19:04:43	9097	152	2.5	0.1	C:/Users/t	CB1__2012-12-24_	
7	6	CB1	Conejo	14/02/2012 05:07	14/02/2012	05:07:22	0	0	0	0	C:/Users/t	CB1__2012-02-14_	
8	7	CB1	Conejo	28/02/2012 05:53	28/02/2012	05:53:53	1212387	20206	336.8	14	C:/Users/t	CB1__2012-02-28_	
9	8	CB1	Conejo	05/03/2012 05:16	05/03/2012	05:16:43	516166	8603	143.4	6	C:/Users/t	CB1__2012-03-05_	
10	9	CB1	Conejo	05/03/2012 07:32	05/03/2012	07:32:11	8124	135	2.2	0.1	C:/Users/t	CB1__2012-03-05_	
11	10	CB1	Conejo	07/03/2012 04:23	07/03/2012	04:23:14	161460	2691	44.9	1.9	C:/Users/t	CB1__2012-03-07_	
12	11	CB1	Conejo	08/03/2012 04:13	08/03/2012	04:13:37	85820	1430	23.8	1	C:/Users/t	CB1__2012-03-08_	
13	12	CB1	Conejo	12/03/2012 06:11	12/03/2012	06:11:35	352674	5878	98	4.1	C:/Users/t	CB1__2012-03-12_	
14	13	CB1	Conejo	16/03/2012 05:56	16/03/2012	05:56:00	344662	5744	95.7	4	C:/Users/t	CB1__2012-03-16_	
15	14	CB1	Conejo	26/04/2012 08:21	26/04/2012	08:21:31	3547529	59125	985.4	41.1	C:/Users/t	CB1__2012-04-26_	

Para crear las tablas con la información de cada individuo, se utiliza el objeto creado anteriormente con la dirección de la carpeta "Venado" como:

carpeta_venado_casablanca <- file.path("Venado")

Después se utiliza la siguiente función:

```
tabla_venado_individuos <- recordTableIndividual(inDir = carpeta_venado_casablanca,
IDfrom = "directory",
minDeltaTime = 60,
deltaTimeComparedTo = "lastIndependentRecord",
metadataIDTag = "individuo",
hasStationFolders = TRUE,
timeZone = "America/Mexico_City")
```

En IDfrom se utiliza "metadata" si las fotos tienen etiquetas y "directory" si están en subcarpetas. En "metadataIDTag" se debe poner el nombre que identifica a la carpeta de cada individuo. Se puede visualizar como:

head(tabla_venado_individuos)

##	Station	Species	Individual	DateTimeOriginal	Date	Time
## 1	CB1	Venado	Individuo 1	2012-07-23 17:55:32	2012-07-23	17:55:32
## 2	CB1	Venado	Individuo 2	2012-11-03 16:33:27	2012-11-03	16:33:27
## 3	CB1	Venado	Individuo 3	2012-11-04 11:00:32	2012-11-04	11:00:32
## 4	CB1	Venado	NA	2012-12-11 16:24:00	2012-12-11	16:24:00
## 5	CB2	Venado	Individuo 1	2012-02-14 02:05:03	2012-02-14	02:05:03
## 6	CB2	Venado	Individuo 2	2012-06-05 05:26:41	2012-06-05	05:26:41

La tabla creada se puede guardar con la siguiente función:

write.csv(tabla_venado_individuos, "tabla venado.csv")

La tabla se puede visualizar como:

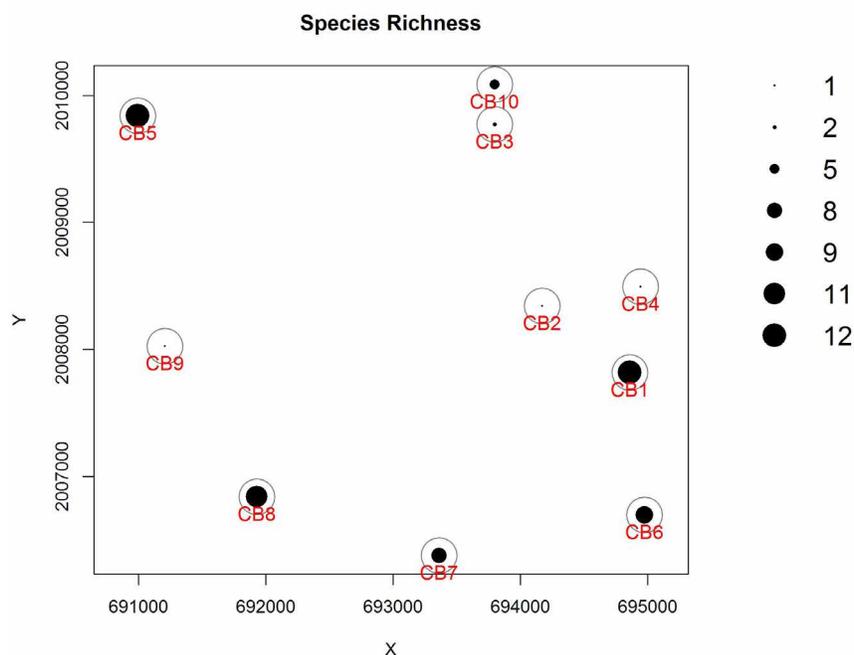
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Station	Species	Individual	DateTimeOriginal	Date	Time	delta.time	delta.time	delta.time	delta.time	Directory	FileName			
1	1	CB1	Venado	Individuo 1	14/05/2012 08:47	14/05/2012	08:47:47	0	0	0	0	C:/Users/I	CB1_2012-05-14	08-47-47	
2	2	CB1	Venado	Individuo 1	07/06/2012 19:28	07/06/2012	19:28:22	2112035	35201	586.7	24.4	C:/Users/I	CB1_2012-06-07	19-28-22	
3	3	CB1	Venado	Individuo 1	21/07/2012 11:12	21/07/2012	11:12:50	3771868	62864	1047.7	43.7	C:/Users/I	CB1_2012-07-21	11-12-50	
4	4	CB1	Venado	Individuo 1	23/08/2012 13:15	23/08/2012	13:15:06	2858536	47642	794	33.1	C:/Users/I	CB1_2012-08-23	13-15-06	
5	5	CB1	Venado	Individuo 1	03/11/2012 16:32	03/11/2012	16:32:17	6236231	103937	1732.3	72.2	C:/Users/I	CB1_2012-11-03	16-32-17	
6	6	CB1	Venado	Individuo 1	06/12/2012 15:03	06/12/2012	15:03:31	2845874	47431	790.5	32.9	C:/Users/I	CB1_2012-12-06	15-03-31	
7	7	CB1	Venado	Individuo 1	15/12/2012 01:34	15/12/2012	01:34:17	729046	12151	202.5	8.4	C:/Users/I	CB1_2012-12-15	01-34-17	
8	8	CB1	Venado	Individuo 1	22/12/2012 18:28	22/12/2012	18:28:11	665634	11094	184.9	7.7	C:/Users/I	CB1_2012-12-22	18-28-11	
9	9	CB1	Venado	Individuo 1	24/12/2012 18:11	24/12/2012	18:11:32	171801	2863	47.7	2	C:/Users/I	CB1_2012-12-24	18-11-32	
10	10	CB1	Venado	Individuo 1	25/12/2012 09:18	25/12/2012	09:18:21	54409	907	15.1	0.6	C:/Users/I	CB1_2012-12-25	09-18-21	
11	11	CB1	Venado	Individuo 1	26/12/2012 16:16	26/12/2012	16:16:24	111483	1858	31	1.3	C:/Users/I	CB1_2012-12-26	16-16-24	
12	12	CB1	Venado	Individuo 1	30/12/2012 01:22	30/12/2012	01:22:25	291961	4866	81.1	3.4	C:/Users/I	CB1_2012-12-30	01-22-25	
13	13	CB1	Venado	Individuo 2	23/07/2012 17:55	23/07/2012	17:55:32	0	0	0	0	C:/Users/I	CB1_2012-07-23	17-55-32	
14	14	CB1	Venado	Individuo 3	03/11/2012 16:33	03/11/2012	16:33:27	0	0	0	0	C:/Users/I	CB1_2012-11-03	16-33-27	
15	15	CB1	Venado	Individuo 3	15/11/2012 09:36	15/11/2012	09:36:50	1011803	16863	281.1	11.7	C:/Users/I	CB1_2012-11-15	09-36-50	
16	16	CB1	Venado	Individuo 4	04/11/2012 11:00	04/11/2012	11:00:32	0	0	0	0	C:/Users/I	CB1_2012-11-04	11-00-32	

EXPLORACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE DATOS

En el paquete **camtrapR** se pueden crear algunos gráficos de riqueza, número de fotos por cámara, así como de actividad de especies. También se puede obtener un resumen del número de días que trabajo cada estación, el número de especies capturadas por cámara y el número total de registros por especie. Es importante tener en cuenta que **camtrapR** solo nos ayuda hacer una exploración general de los datos, para análisis más específicos se deben utilizar otros paquetes, no obstante las tablas obtenidas pueden ser de mucha utilidad.

Para crear mapa de riqueza de especies por estación como:

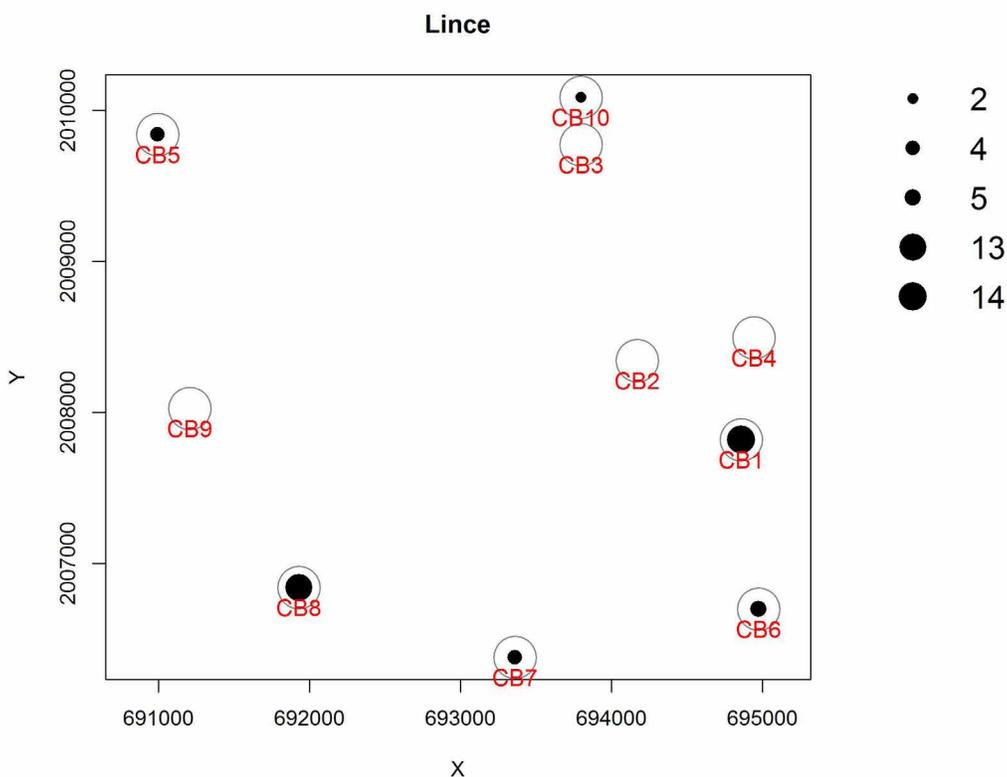
```
mapa_riqueza_estacion <- detectionMaps(CTtable = casa_blanca,
  recordTable = tabla_indepen_casablanca,
  Xcol = "X",
  Ycol = "Y",
  stationCol = "Station",
  speciesCol = "Species",
  printLabels = TRUE,
  richnessPlot = TRUE,
  speciesPlots = FALSE,
  addLegend = TRUE)
```



Observe que el objeto “*casa_blanca*” contiene la tabla que contiene las UTM y el lapso de operación de cada cámara. El objeto “*tabla_indepen_casablanca*” es el que contiene los metadatos de los registros independientes.

Para conocer el número de registros de una especie por estación como:

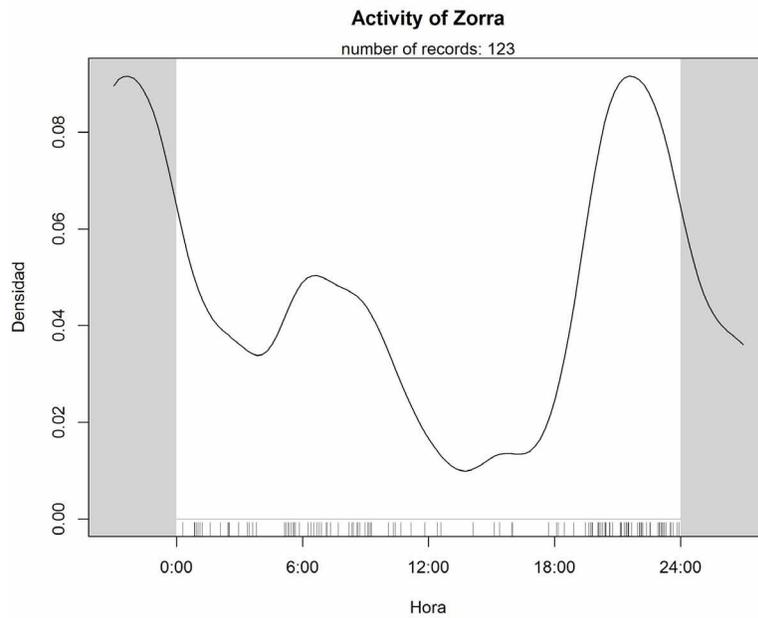
```
mapa_lince <- detectionMaps(CTtable = casa_blanca,  
                             recordTable = tabla_indepen_casablanca,  
                             Xcol = “X”,  
                             Ycol = “Y”,  
                             stationCol = “Station”,  
                             speciesCol = “Species”,  
                             speciesToShow = “Lince”,  
                             printLabels = TRUE,  
                             richnessPlot = FALSE,  
                             speciesPlots = TRUE,  
                             addLegend = TRUE)
```



Para estimar la actividad empleando la densidad kernel como:

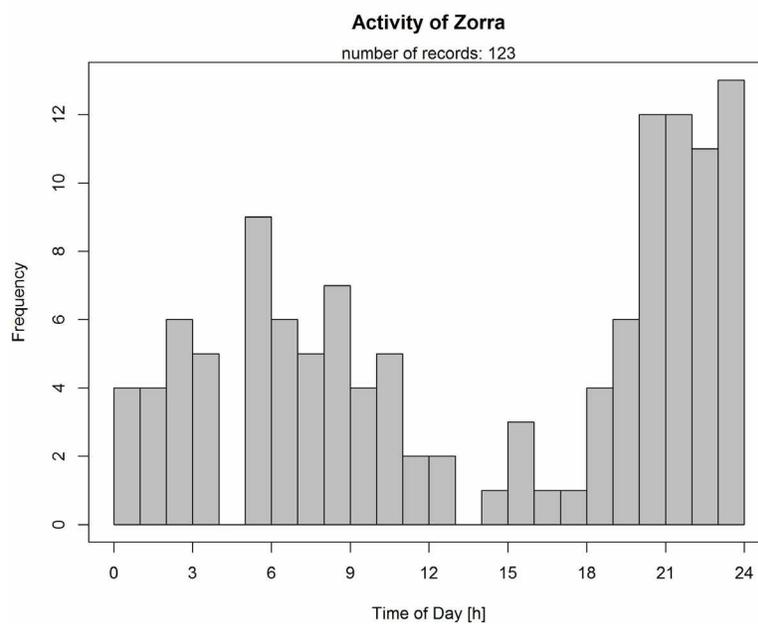
```
zorra <- "Zorra"
```

```
activityDensity(recordTable = tabla_indepen_casablanca, species = zorra, xlab = "Hora", ylab = "Densidad")
```



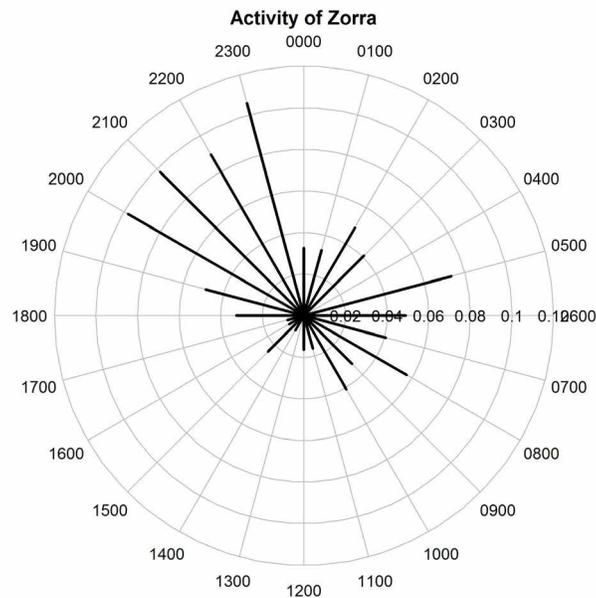
Para crear histograma del número de fotos por hora como:

```
activityHistogram(recordTable = tabla_indepen_casablanca, species = zorra)
```



Para generar gráfica circular de actividad como:

```
activityRadial(recordTable = tabla_indepen_casablanca, species = zorra, lwd = 3)
```

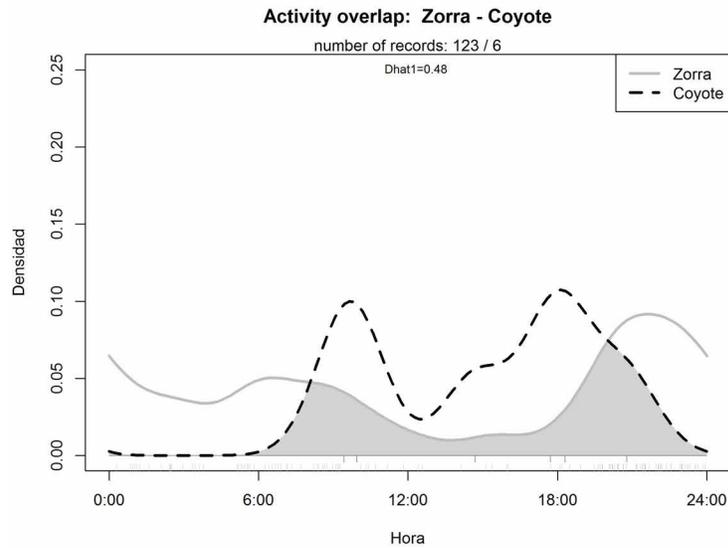


Para comparar la actividad de dos especies con densidad kernel como:

```
coyote <- "Coyote"
```

```
activityOverlap(recordTable = tabla_indepen_casablanca,
```

```
  speciesA = zorra,  
  speciesB = coyote,  
  writePNG = FALSE,  
  plotR = TRUE,  
  addLegend = TRUE,  
  legendPosition = "topright",  
  linecol = c("grey", "black"),  
  linewidth = c(3,3),  
  add.rug = TRUE,  
  xlab = "Hora",  
  ylab = "Densidad",  
  ylim = c(0,0.25))
```



Para generar reporte de datos:

```

reporte_casaBlanca <- surveyReport (recordTable =,
CTtable = casa_blanca,
speciesCol = "Species",
stationCol = "Station",
setupCol = "Fecha_colocación",
retrievalCol = "Fecha_retiro",
CTDateFormat = "%d/%m/%Y",
recordDateTimeCol = "DateTimeOriginal",
recordDateTimeFormat = "%Y-%m-%d %H:%M:%S",
CTHasProblems = TRUE)

##
## -----
## [1] "Total number of stations: 10"
##
## -----
## [1] "Number of operational stations: 10"

```

[1] "n nights with cameras set up (operational or not. NOTE: only correct if 1 camera per station): 3340"

##

[1] "n nights with cameras set up and active (trap nights. NOTE: only correct if 1 camera per station): 3192"

[1] "total trapping period: 2012-02-01 - 2012-12-31"

Para extraer datos específicos como la operación de la cámara, número de días activa e inactiva:

reporte_casaBlanca[[1]]

##	Station	setup_date	first_image_date	last_image_date	retrieval_date
## 1	CB1	2012-02-01	2012-02-14	2012-12-30	2012-12-31
## 2	CB10	2012-02-01	2012-06-25	2012-12-24	2012-12-31
## 3	CB2	2012-02-01	2012-02-21	2012-02-21	2012-12-31
## 4	CB3	2012-02-01	2012-03-16	2012-10-28	2012-12-31
## 5	CB4	2012-02-01	2012-02-29	2012-02-29	2012-12-31
## 6	CB5	2012-02-01	2012-02-14	2013-03-09	2012-12-31
## 7	CB6	2012-02-01	2012-02-14	2012-12-31	2012-12-31
## 8	CB7	2012-02-01	2012-02-17	2012-12-31	2012-12-31
## 9	CB8	2012-02-01	2012-02-14	2013-03-05	2012-12-31
## 10	CB9	2012-02-01	2012-04-15	2012-11-08	2012-12-31

n_nights_total n_nights_active n_cameras

## 1	334	334	1
## 2	334	334	1
## 3	334	334	1
## 4	334	334	1
## 5	334	275	1

## 6	334	334	1
## 7	334	304	1
## 8	334	275	1
## 9	334	334	1
## 10	334	334	1

Para extraer datos del número de especies por estación:

reporte_casaBlanca [[2]]

##	Station	n_species
## 1	CB1	12
## 2	CB10	5
## 3	CB2	1
## 4	CB3	2
## 5	CB4	1
## 6	CB5	12
## 7	CB6	9
## 8	CB7	8
## 9	CB8	11
## 10	CB9	1

Para extraer datos del número de registros independientes totales por especie y número de estaciones en las que se registraron:

reporte_casaBlanca [[3]]

##	species	n_events	n_stations
## 1	Armadillo	3	2
## 2	Cacomixtle	1	1
## 3	Coati	11	4
## 4	Conejo	568	7
## 5	Coyote	6	4
## 6	Lince	42	6

## 7	Mapache	2	2
## 8	Pecari	14	3
## 9	Tlacuache	2	2
## 10	Venado	280	10
## 11	Yaguarundi	1	1
## 12	Zorra	123	6
## 13	Zorrillo cadeno	21	5
## 14	Zorrillo listado	11	5
## 15	Zorrillo manchado	14	4

Para extraer datos del número de registros de cada especie por estación:

reporte_casaBlanca [[4]]

##	Station	Species	n_events
## 1	CB1	Armadillo	2
## 2	CB1	Coati	3
## 3	CB1	Conejo	82
## 4	CB1	Coyote	3
## 5	CB1	Lince	14
## 6	CB1	Mapache	1
## 7	CB1	Tlacuache	1
## 8	CB1	Venado	18
## 9	CB1	Zorra	36
## 10	CB1	Zorrillo cadeno	7

EXPORTACIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS DE OCUPACIÓN

En **camtrapR** se pueden crear historiales de capturas, es decir que el paquete crea una tabla de 0 (no detección) y 1 (detección) para cada especie, estas tablas pueden ser utilizadas en otros paquetes para modelar la ocupación de las especies de interés. La detección se puede tabular por día o se pueden realizar agrupaciones del número de días que se requieran. A continuación se muestra un ejemplo con el venado cola blanca. Para crear las tablas de historias de captura por especie, primero se necesita crear un objeto que contenga la tabla con la información de cuantos días estuvo activa cada cámara:

```
cam_activas_casablanca <- cameraOperation(CTtable = casa_blanca,
                                          stationCol = "Station",
                                          setupCol = "Fecha_colocación",
                                          retrievalCol = "Fecha_retiro",
                                          hasProblems = TRUE,
                                          dateFormat = "%d/%m/%Y")
```

En pantalla como se muestra:



	2012-02-01	2012-02-02	2012-02-03	2012-02-04	2012-02-05	2012-02-06	2012-02-07	2012-02-08	2012-02-09	2012-02-10	2012-02-11	2012-02-12	2012-02-13	2012-02-14	2012-02-15	2012-02-16	2012-02-17	2012-02-18
CB1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CB2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CB3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CB4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CB5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CB6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CB7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CB8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CB9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CB10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

View(cam_activas_casablanca)

Para crear la tabla con las historias de captura de una especie se utiliza:

```
hist_venado_casablanca <- detectionHistory(recordTable = tabla_indepen_casablanca,
                                           camOp = cam_activas_casablanca,
                                           stationCo = "Station",
                                           speciesCol = "Species",
                                           recordDateTimeCol = "DateTimeOriginal",
                                           recordDateTimeFormat = "%Y-%m-%d",
                                           species = "Venado",
                                           occasionLength = 1,
                                           day1 = "station",
```

`includeEffort = FALSE,`

`timeZone = "America/Mexico_City")`

En “*recordDateTimeCol*” se debe especificar el formato de la fecha que contiene la tabla de registros independientes. En “*occasionLength*” se debe especificar el número de días de cada ocasión de detección, por ejemplo, “1” dará la detección del venado en cada día de actividad de la cámara y “10” agrupará las detecciones de venado cada diez días.

Una vez creada la tabla se puede guardar en archivo *.csv para poder ser utilizada en otros paquetes y/o programas y se puede visualizar como se muestra:

	A	B	C	D	E	F	G
1		detection_history.o1	detection_history.o2	detection_history.o3	detection_history.o4	detection_history.o5	detection_history.c
2	CB1	0	0	0	0	0	0
3	CB2	0	0	0	0	0	0
4	CB3	0	0	0	0	0	0
5	CB4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6	CB5	0	0	0	0	0	0
7	CB6	0	0	0	0	0	0
8	CB7	0	0	0	0	0	0
9	CB8	0	0	0	0	0	0
10	CB9	0	0	0	0	0	0
11	CB10	0	0	0	0	0	0

`write.csv(hist_captura_venado_casablanca, "historia captura venado.csv")`

DISCUSIÓN

En los últimos años el uso de cámaras trampa en el estudio de la fauna silvestre se ha incrementado. Sin embargo, existen relativamente pocos programas que permitan organizar y extraer la información de una gran cantidad de imágenes en poco tiempo y sin errores. Debido a esto varias de las imágenes obtenidas en estudios de largo plazo no son analizadas (Sanderson y Harris, 2013). En la última década se han desarrollado soluciones a esta problemática mediante programas comerciales que permiten editar y extraer los metadatos de las fotos (Harris *et al.*, 2010; Sundaresan *et al.*, 2013; Krishnappa y Turner, 2014), o bien con programas propios generados por los usuarios (Fegraus *et al.*, 2011; Zaragoza *et al.*, 2015; Ivan y Newkirk, 2016; Newkirk, 2016). Una de las ventajas de todos los programas para gestión de imágenes de cámaras trampa es que son de acceso libre y se pueden utilizar en diferentes sistemas operativos. En general todos estos programas permiten extraer los metadatos de las imágenes y exportarlos a otros programas para analizar la información. No obstante, cada uno tiene sus ventajas y desventajas.

De acuerdo a los resultados y experiencia obtenidos con el empleo de **camtrapR** en este trabajo, consideramos que es un paquete eficiente para renombrar automáticamente las imágenes, extraer sus metadatos en archivos *.csv, generar gráficos exploratorios de la información y crear bases para análisis de ocupación. Otra ventaja es que en **camtrapR** no es necesario importar cada una de las imágenes, a diferencia de otros programas como *camera base*, *CPW photo warehouse* y *eMammal*. Otra de las ventajas de este programa es que lee imágenes ilimitadamente ya que las fotos se guardan en directorios locales y al mismo tiempo se pueden trasladar fácilmente a otros equipos (Niedballa *et al.*, 2016). Te permite editar en los metadatos la fecha y hora de captura de la foto en caso de que sea errónea, lo cual no se puede hacer en los otros programas. Además, con **camtrapR** se pueden extraer de la base general los registros independientes de acuerdo a los criterios establecidos por el usuario. Si se utilizan etiquetas se pueden comparar especies o

individuos identificados por dos o más observadores. Finalmente, como organizador y gestor de fotos, **camtrapR** permite trasladar datos y archivos a sistemas de información geográfica de un modo relativamente similar al programa *Camera Trap Manager* (Zaragozí *et al.*, 2015). Asimismo, permite crear archivos para el análisis en otros programas como *PRESENCE*, *MARK*, y paquetes *R* como *unmarked*, *secr* y otros para diferentes análisis (Niedballa *et al.*, 2016).

Dentro de las limitaciones de **camtrapR** destacan los siguientes aspectos. En primer lugar, se requiere tener conocimiento básico de *R* a diferencia de los otros programas que no utilizan códigos (Niedballa *et al.*, 2016). Otro aspecto es que si no se utilizan etiquetas es complejo trabajar con fotos en las que se hayan capturado dos o más individuos o especies. Esta limitante también existe en los programas creados en plataforma *Acces* donde es necesario agregar etiquetas manualmente para después ser extraídas automáticamente en los reportes (Tobler, 2007; Zaragozí *et al.*, 2015). Otra limitante es que si se requiere la información de temperatura y fase lunar ésta debe ser agregada manualmente a las tablas generadas por *camtrapR*, lo cual difiere del programa *DeskTEAM* el cual lo hace de manera automática (Fegraus *et al.*, 2011). También cabe mencionar que tanto *camtrapR*, como los otros programas solo funcionan para fotografías y no para videos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por CONACYT con los proyectos CB-2009-01-130702 en la primera fase y con el CB-2015-01-256549 durante la segunda fase. La Red de Biología y Conservación de Vertebrados del Instituto de Ecología A. C., brindó apoyo adicional para la realización de este estudio. Agradecemos a diferentes estudiantes que ayudaron en el trabajo de campo en el muestreo de foto-trampeo, particularmente a P. Ramírez-Barajas, O. Cruz-Jácome, R. Fabián, R. del Ángel, O. Torres y M. López. También agradecemos a las personas de la comunidad de San Gabriel Casa Blanca que apoyaron en la colocación y revisión de las cámaras.

LITERATURA CITADA

- Ávila-Nájera, D.M., C. Chávez, M.A. Lazcano-Barrero, G.D. Mendoza y S. Perez-Elizalde. 2016. Overlap in activity patterns between big cats and their main prey in northern Quintana Roo, Mexico. *Therya*, 7:439-448.
- Barrera-Salazar, A., S. Mandujano, O.A. Villarreal Espino-Barros y D. Jiménez-García. 2015. Classification of vegetation types in the habitat of white-tailed deer in a location of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 8:547-563.
- Cove, M.V., R.M. Spínola, V.L. Jackson, J.C. Sáenz y O. Chassot. 2013. Integrating occupancy modeling and camera-trap data to estimate medium and large mammal detection and richness in a Central American biological corridor. *Tropical Conservation Science*, 6:781-795.
- Di Bitetti, M.S., A. Paviolo y C. De Angelo. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology*, 270:153-163.
- Fegraus, E.H., K. Lin, J.A. Ahumada, C. Baru, S. Chandra y C. Youn. 2011. Data acquisition and management software for camera trap data: A case study from the TEAM Network. *Ecological Informatics*, 6:345-353.
- Foster, R.J., B.J. Harmsen y C.P. Doncaster. 2010. Habitat use by sympatric jaguars and pumas across a gradient of human disturbance in Belize. *Biotropica*, 42:724-731.

- Foster, V.C., P. Sarmiento, R. Sollmann, N. Tôrres, A.T.A. Jácomo, N. Negroes, C. Fonseca y L. Silveira. 2013. Jaguar and puma activity patterns and predator-prey interactions in four Brazilian Biomes. *Biotropica*, 45:373-379.
- Harris, G., R. Thompson, J.L. Childs y J.G. Sanderson. 2010. Automatic storage and analysis of camera trap data. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 91:352-360.
- INEGI. 2005. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Antonio Nanahuatipam, Oaxaca.
- Ivan, J.S. y E.S. Newkirk. 2016. CPW PhotoWarehouse: a custom database to facilitate archiving, identifying, summarizing and managing photo data collected from camera traps. *Methods in Ecology and Evolution*, 7:499-504.
- Jiménez, C.F., H. Quintana, V. Pacheco, D. Melton, J. Torrealva y G. Tello. 2010. Camera trap survey of medium and large mammals in a montane rainforest of northern Peru. *Revista Peruana de Biología*, 17:191-196.
- Kéry, M., B. Gardner, T. Stoeckle, D. Weber y J.A. Royle. 2011. Use of spatial capture-recapture modeling and DNA data to estimate densities of elusive animals. *Conservation Biology*, 25:356-364.
- Kozlov, D. 2009. ReNamer. <https://www.advancedrenamer.com>.
- Krishnappa, Y.S. y W.C. Turner. 2014. Software for minimalistic data management in large camera trap studies. *Ecological Informatics*, 24:11-16.
- Mandujano, S., M. C. López-Téllez, A. Barrera-Salazar, S. Romero-Castañón, B. Ramírez-Vera, E. López-Tello, C. A. Yañez-Arenas y J. C. Castillo-Correo. 2016. UMA extensiva de venado cola blanca en San Gabriel Casa Blanca, Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán: perspectivas social y ecológica. Pp. 143-160, en: *Venado Cola Blanca en Oaxaca: Potencial, Conservación, Manejo y Monitoreo* (S. Mandujano, Ed.). Instituto de Ecología, A.C. y CONABIO. Xalapa, Ver., México.
- McCarthy, J.L., H.T. Wibisono, K.P. McCarthy, T.K. Fuller y N. Andayani. 2015. Assessing the distribution and habitat use of four felid species in Bukit Barisan Selatan National Park, Sumatra, Indonesia. *Global Ecology and Conservation*, 3:210-221.
- Maffei, L., E. Cuéllar y A. Noss. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *Journal of Zoology*, 262:295-304.
- Monrroy-Vilchis, O., M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz y V. Urios. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59:373-383.
- Newkirk, E.S. 2016. *CPW Photo Warehouse*. Colorado Parks and Wildlife, Fort Collins, Colorado, USA. <http://cpw.state.co.us/learn/Pages/ResearchMammalsSoftware.aspx>
- Niedballa, J. 2016. Package 'camtrapR'. Repository CRAN. Date/Publication 2016-06-24 07:39:57.
- Niedballa, J., R. Sollmann, A. Courtiol y A. Wilting. 2016. *camtrapR*: an R package for efficient camera trap data management. *Methods in Ecology and Evolution*, 7:1457-1462.
- Nichols, J.D., K.U. Karanth y A.F. O'Connell. 2011. Science, conservation, and camera traps.

- Pp. 57-69, en: *Camera traps in animal ecology: methods and analyses* (A.F. O'Connell, J.D. Nichols, y K.U. Karanth, eds.). Springer, Tokio, Japan.
- O'Brien, T.G., M.F. Kinnaird y H.T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6:131-139.
- O'Brien, T.G., J.E. Baillie, L. Krueger y M. Cuke. 2010. The Wildlife Picture Index: monitoring top trophic levels. *Animal Conservation*, 13:335-343.
- O'Connell, A.F., J.D. Nichols y K.U. Karanth. 2011. *Camera traps in animal ecology: methods and analyses*. Srpinger, Tokio, Japan.
- Sanderson, J. y G. Harris. 2013. Automatic data organization, storage, and analysis of camera trap pictures. *Journal of Indonesian Natural History*, 1:6-14.
- Silveira, L., A.T.A. Jácomo y J.A.F. Diniz-Filho. 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114:351-355.
- Tobler, M. 2007. *Camera Base* Version 1.3. Botanical Research Institute of Texas <http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase>
- Thompson, E.L. 2004. *Sampling rare or elusive species: concepts, designs and techniques for estimating population parameters*. Island Press, Washington, D. C.
- Zaragozí, B., A. Belda, P. Giménez, J.T. Navarro y A. Bonet. 2015. Advances in camera trap data management tools: Towards collaborative development and integration with GIS. *Ecological Informatics*, 30:6-11.