

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

# RAI: paquete R para calcular la abundancia relativa a partir de foto-trampeo

Salvador Mandujano

# Introducción

RAI: paquete R para calcular la abundancia relativa a partir de foto-trampeo

Salvador Mandujano

- Los índices de abundancia relativa (IAR o también conocidos como RAI por sus siglas en inglés) tienen larga tradición en los estudios y monitoreo de fauna silvestre (Crawford 1991; Caughley and Sinclair 1994); particularmente, para especies raras y/o difíciles de detectar (Thompson 2013).
- Frecuentemente los RAI son usados como un indicador de la abundancia de la(s) especie(s) en el sitio de estudio (Sutherland 2006; O'Brien 2011).
- En algunos casos, los índices son calibrados o convertidos a densidad poblacional (O'Brien 2011).

## Algunos RAI clásicos son los basados en:

- estaciones olfativas (Linhart y Knowlton 1975; Conner et al. 1983),
- conteo de aves en puntos por unidad de tiempo (Johnson 2008),
- conteo de nidos y madrigueras (Mathewson et al. 2008; Hanser et al. 2011),
- conteo de huellas a lo largo de caminos (Stephens et al. 2006; Winterbach et al. 2016),
- conteo de excrementos en parcelas (Eberhardt and Van Etten 1956; Campbell, Swanson, and Sales 2004),
- conteos de senderos (McCaffery 1976) y otros.

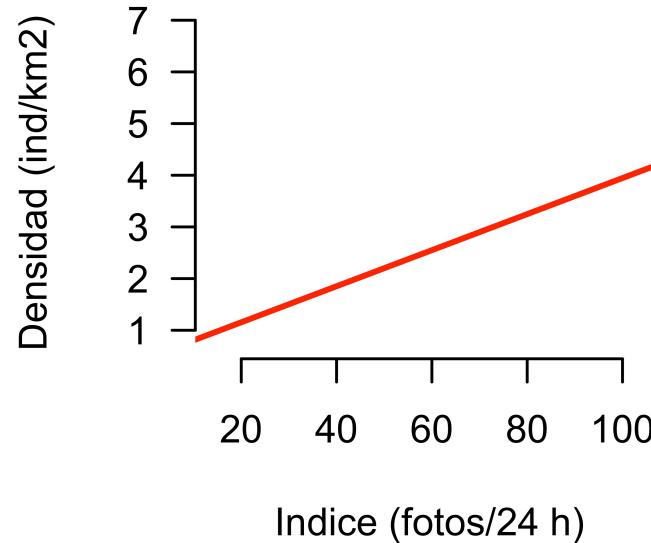
## Cámaras-trampa

- En particular, con el fototrampeo es muy frecuente calcular el RAI (Bengsen et al. 2011; O'Brien 2011).
- Por ejemplo, con ungulados (Rovero and Marshall 2009; Gómez-Valencia and Montenegro 2016), felinos (Bengsen, Butler, and Masters 2012), lepóridos (Marchandea et al. 2006), entre muchos.

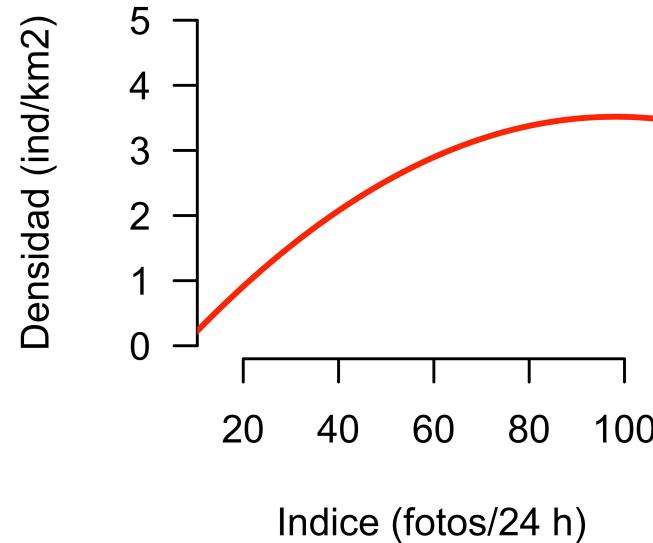
## Limitantes del RAI:

- 1 No calcula intervalos de confianza de manera que no se puede evaluar el poder estadístico para detectar cambios en las poblaciones.
- 2 Generalmente se calcula usando pocas cámaras lo cual puede sesgar la estimación, sobre todo si las cámaras no se colocan de manera aleatoria.
- 3 Frecuentemente el diseño de muestreo está hecho para una especie en particular, por ejemplo algún depredador, y luego se utilizan todos los datos de las especies obtenidas en las cámaras.
- 4 Es común poner las cámaras en los senderos y caminos; o bien en sitios seleccionados donde se sabe pasará el animal de interés. También es muy frecuente y discutible el empleo de atrayentes.

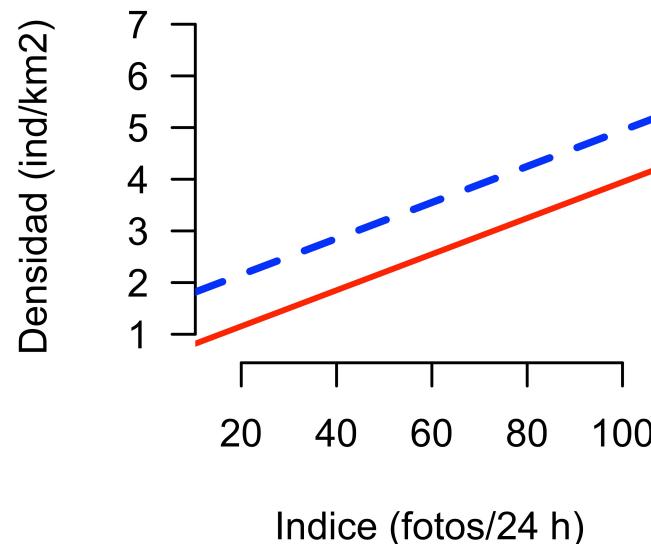
**Caso a)**



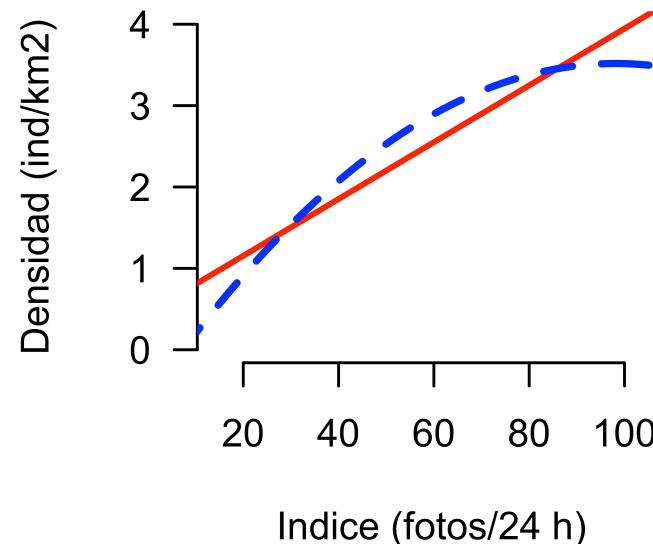
**Caso b)**



**Caso c)**



**Caso d)**



## Por lo tanto:

- El cálculo e interpretación del RAI es relativamente simple: basado únicamente en el valor del índice se determina cuáles son las especies “más o menos abundantes”.
- Esta interpretación es cualitativa y subjetiva pero se reporta en la mayoría de los trabajos como una medida indirecta de la abundancia de cada especie.
- En muchos casos esta comparación carece de rigor estadístico por lo que las conclusiones deben tomarse con mucho cuidado.

## Objetivos de la conferencia

- Se presenta y ejemplifica la aplicación del paquete RAI que hemos desarrollado en mi laboratorio.
- En particular, en esta ocasión se presenta paso a paso el procedimiento para estimar el RAI considerando dos modelos:
  - 1 RAI tradicional o clásico;
  - 2 RAI alternativo que permite estimar la variación considerando los datos de cada cámara como replicas, y luego compararlos estadísticamente.

# Modelo clásico o general

RAI: paquete R para calcular la abundancia relativa a partir de foto-trampeo

Salvador Mandujano

$$RAI_i = \frac{n_{tot}}{dias_{tot}} \times 100$$

donde:  $n_{tot}$  es el número total de registros fotográficos independientes de la  $i$ -especie (60 min y 1440 min),  $dias_{tot}$  es el esfuerzo de muestreo o número total de días, y 100 es el factor de corrección estándar.

## Modelo alternativo

RAI: paquete R para calcular la abundancia relativa a partir de foto-trampeo

Salvador Mandujano

- Una manera muy sencilla de comparar estadísticamente el RAI entre especies en una misma localidad, o de la misma especie en diferentes estaciones y/o localidades diferentes, es calculando el RAI por cámara.

$$RAI_{ij} = \frac{n_j}{dias_j} \times 100$$

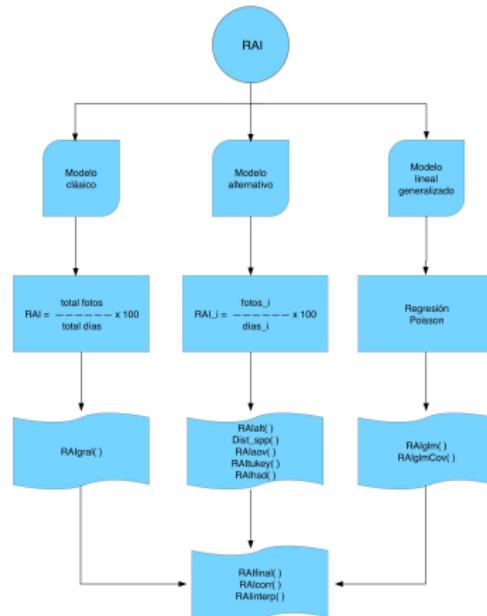
donde: el subíndice  $i$  se refiere a cada especie y el subíndice  $j$  a cada cámara-trampa.

- Por lo tanto, con esta ecuación se calcula no solo el promedio sino además permite estimar alguna medida de la variación, lo cual es relevante para comprobar estadísticamente posibles diferencias significativas.

# Descripción del paquete RAI

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano



# Ejemplo de aplicación del paquete

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

## Cargar el paquete y datos

```
source("pkgRAI_1.R")
```

```
wildlife.data <- read.csv("mamiferos.csv", header = T)  
attach(wildlife.data)
```

```
habitat.data <- read.csv("habitat.csv", header = T)  
attach(habitat.data)
```

**Table 1:** Datos básicos por especie del número de registros independientes y esfuerzo de muestreo en cada cámara. Aquí se presentan solo los primeros 10 renglones de un total de 117.

Camera	Species	Events	Effort
C1	Odo_vir	15	281
C1	Uro_cin	68	281
C1	Can_lat	0	281
C1	Con_leu	22	281
C1	Did_vir	15	281
C1	Lyn_ruf	6	281
C1	Bas_ast	3	281
C1	Syl_flo	0	281
C1	Nas_nar	1	281
C1	Pec_taj	0	281

**Table 2:** Datos de UTM s y covariables asociados a cada cámara-trampa.

Camera	X	Y	Loc_dist	Road_dist	Veg_type
C1	758937	2167945	4718	2550	Selva
C2	758648	2168425	4655	2756	Selva
C3	759275	2168699	4187	2118	Selva
C4	758766	2167304	4233	2773	Selva
C5	757761	2162127	3838	2557	Selva
C6	758282	2162556	3991	2291	Pastizal
C7	757714	2163266	3133	2524	Pastizal
C8	756970	2163804	2223	1883	Pastizal
C9	755365	2160480	4302	522	Agricultura
C10	755943	2161023	3876	1120	Pastizal
C11	755943	2161023	3876	1151	Pastizal
C12	758766	2167304	4233	2771	Selva

# RAI modelo general o clásico

RAI: paquete R para calcular la abundancia relativa a partir de foto-trampeo

Salvador Mandujano

Empleando la función RAIgral() se crea:

	cameras	days	n	RAIgral	OccNaive
Leo_wie	9	2409	1	0.04	0.11
Mep_mac	9	2409	1	0.04	0.11
Pro_lot	9	2409	1	0.04	0.11
Pec_taj	9	2409	5	0.21	0.22
Nas_nar	9	2409	6	0.25	0.44
Syl_flo	9	2409	8	0.33	0.11
Bas_ast	9	2409	9	0.37	0.22
Lyn_ruf	9	2409	12	0.50	0.33
Did_vir	9	2409	15	0.62	0.11
Con_leu	9	2409	22	0.91	0.11
Can_lat	9	2409	87	3.61	0.33
Odo_vir	9	2409	158	6.56	1.00
Uro_cin	9	2409	191	7.93	1.00

# Ocupación naive y distribución de especies/cámara

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

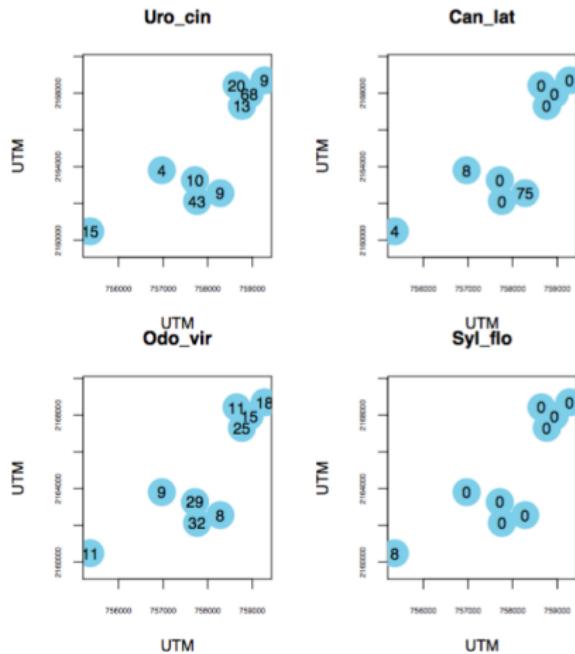
Salvador  
Mandujano

La proporción de sitios ocupados frecuentemente llamada “ocupación naive”, es una medida simple de la distribución de cada especie en el sitio de estudio. Por ejemplo aquí se seleccionan cuatro especies:

```
especie <- c("Uro_cin", "Can_lat", "Odo_vir", "Syl_fl")
```

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano



**Figure 1**

# Modelo alternativo

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

Para calcular el RAI de acuerdo a la **Eq.2** se ejecuta la función **RAIalt()** y se obtiene automáticamente:

Camera	Species	Events	Effort	X	Y	Loc_dist	Road_dist	Veg_type	scrub	grass	RAIalt
C1	Odo_vir	15	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	5.34
C1	Uro_cin	68	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	24.20
C1	Can_lat	0	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	0.00
C1	Con_leu	22	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	7.83
C1	Did_vir	15	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	5.34
C1	Lyn_ruf	6	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	2.14
C1	Bas_ast	3	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	1.07
C1	Syl_flo	0	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	0.00
C1	Nas_nar	1	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	0.36
C1	Pec_taj	0	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	0.00
C1	Leo_wie	1	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	0.36
C1	Pro_lot	1	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	0.36
C1	Mep_mac	1	281	758937	2167945	4718	2550	Selva	971	29	0.36
C2	Odo_vir	11	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	4.40
C2	Uro_cin	20	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	8.00
C2	Can_lat	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Con_leu	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Did_vir	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Lyn_ruf	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Bas_ast	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Syl_flo	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Nas_nar	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Pec_taj	3	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	1.20
C2	Leo_wie	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Pro_lot	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00
C2	Mep_mac	0	250	758648	2168425	4655	2756	Selva	999	0	0.00

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

## Gráficamente

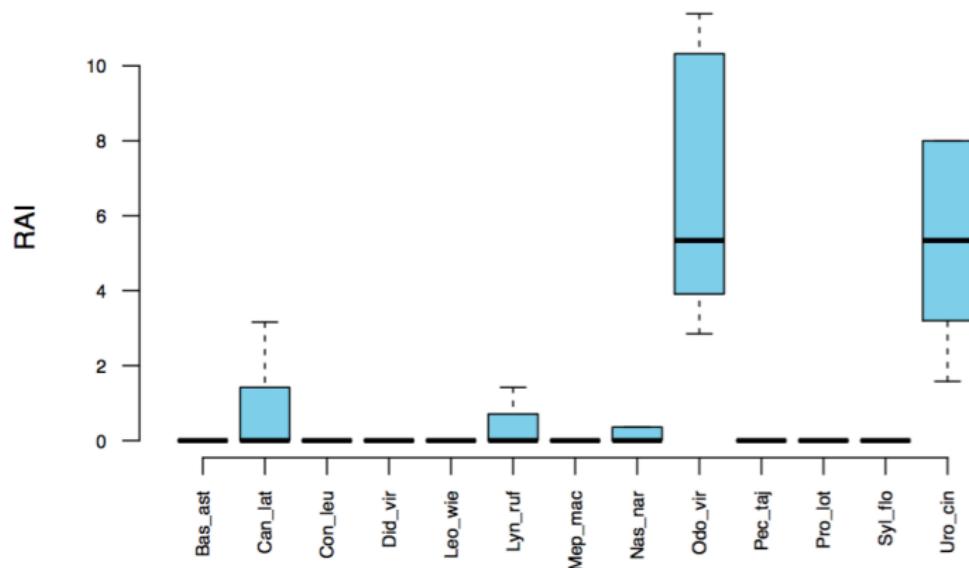


Figure 3

## Comparación estadística entre especies

Para conocer si hay diferencias se puede contrastar estadísticamente los RAI de las especies mediante un análisis de varianza de una vía especificado en R como `lm(RAI ~ Especie)` con la función `RAIaov()`

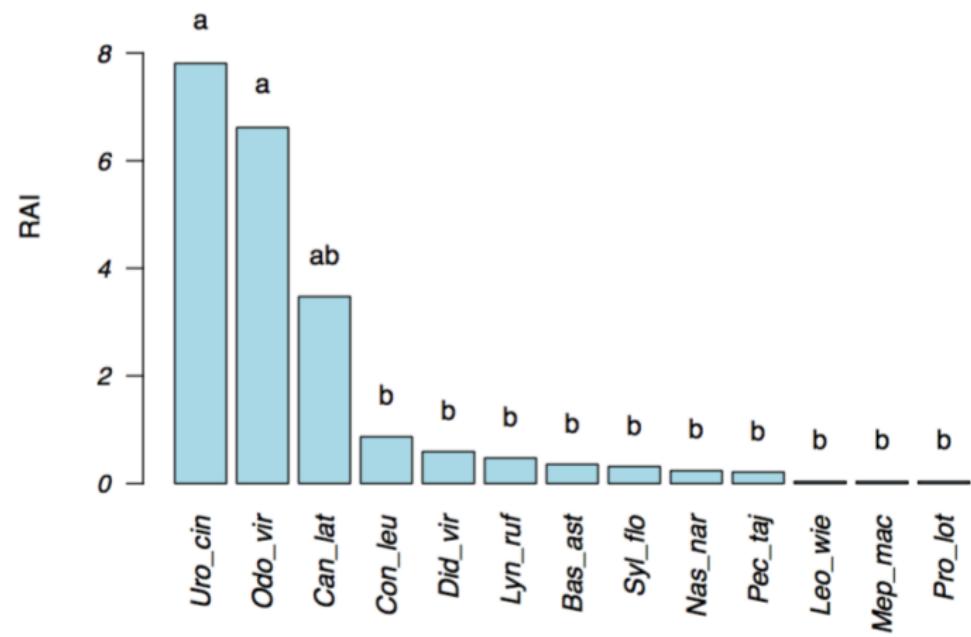
% latex table generated in R 3.5.1 by xtable 1.8-3 package %  
Sun Dec 30 14:12:09 2018

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Species	13	1066.52	82.04	6.85	0.0000
Residuals	104	1245.64	11.98		

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

## Comparación posterior:



# Tabla final

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

Cuadro 8: Resumen final de los resultados de los RAI obtenidos con los diferentes modelos para cada especie en la localidad de estudio.

	cameras	days	n	RAIgral	RAImean	RAIsd	RAIpousson	OccNaive
Leo_wie	9	2409	1	0.04	0.04	0.12	0.04	0.11
Mep_mac	9	2409	1	0.04	0.04	0.12	0.04	0.11
Pro_lot	9	2409	1	0.04	0.04	0.12	0.04	0.11
Pec_taj	9	2409	5	0.21	0.21	0.44	0.21	0.22
Nas_nar	9	2409	6	0.25	0.24	0.36	0.25	0.44
Syl_flo	9	2409	8	0.33	0.32	0.95	0.33	0.11
Bas_ast	9	2409	9	0.37	0.36	0.76	0.37	0.22
Lyn_ruf	9	2409	12	0.50	0.47	0.80	0.50	0.33
Did_vir	9	2409	15	0.62	0.59	1.78	0.62	0.11
Con_leu	9	2409	22	0.91	0.87	2.61	0.91	0.11
Can_lat	9	2409	87	3.61	3.47	8.77	3.61	0.33
Odo_vir	9	2409	158	6.56	6.62	3.47	6.56	1.00
Uro_cin	9	2409	191	7.93	7.81	7.36	7.93	1.00

Figure 5

# Conclusiones

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

- RAI es un paquete R muy sencillo de emplear.
- Tiene funciones que ejecuta de manera casi automática diferentes cálculos del RAI.
- Crea Tablas y Figuras de manera automática.
- Analiza estadísticamente el RAI.

# Sin embargo, los RAI se basan en un supuesto falso:

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

*“la probabilidad de detección es similar para una misma especie entre hábitats y períodos, y entre diferentes especies en una misma localidad”...!*

# Alternativamente

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

Con el foto-trampeo se pueden emplear otros modelos con mayor sustento teórico:

- modelos de ocupación
- modelos N-mixtos
- modelos de captura-recaptura simples o espacialmente explícitos
- y otros...!

# De su posible interés

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

**Fototrampeo en R**  
manual de monitoreo de fauna

Este libro Fototrampeo en R: manual de monitoreo de fauna tiene como principales objetivos:

- 1) Ofrecer las fases de manejo más eficientes y sencillas.
- 2) Aplicar diferentes programas y paquetes R.
- 3) Utilizar la información para diferentes objetivos como: estimar la ocupación, abundancia, actividad particular, la morfología y críptica, la salud y diversidad de especies.
- 4) Sugerir libros y recursos en internet sobre el tema.

Este libro está dirigido a estudiantes de licencias biológicas, profesionales y técnicos dedicados al estudio y manejo de fauna. Es como una guía práctica que les permitirá aplicar los conocimientos adquiridos. Los autores de este libro tienen amplia experiencia en el estudio y manejo de fauna en diversos tipos de hábitats en el país. Asimismo, tienen habilidades en el manejo de programas y paquetes R.

**Modelado de las relaciones fauna-hábitat en R y SIG**

Fecha: 22 de abril al 03 de mayo, 2019

**Curso**

25 Junio y 6 Julio 2018  
capo 25 personas  
cupo \$1000mx

**Modelado ocupación  
abundancia: enfoque  
frecuentista y  
bayesiano en R**

correo: salvador.mandujano@inecc.mx  
tel: 228-8421800 ext. 2009 correo con Mariana

Figure 6

# gracias...!

RAI: paquete  
R para  
calcular la  
abundancia  
relativa a  
partir de  
foto-trampeo

Salvador  
Mandujano

[salvador.mandujano@inecol.mx](mailto:salvador.mandujano@inecol.mx)

<http://bibliotecasmr.blogspot.com>