



**Sistema de referencia de cuadrículas geográficas para el
Programa Nacional de Monitoreo Ecológico**

2022

Publicado por: SINAC. Sistema Nacional de Áreas de Conservación

Elaboración técnica: Guido Saborío-R, Manuel Spínola.

Copyright: © 2022. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición de que se mencione la fuente.

Citar como: SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2022. *Sistema de referencia de cuadrículas geográficas para el Programa Nacional de Monitoreo Ecológico*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José-Costa Rica. 18 pp.

ISBN:



ÍNDICE

I. PROGRAMA NACIONAL DE MONITOREO ECOLÓGICO	4
II. PROTOCOLOS PARA EL MONITOREO DE MAMÍFEROS TERRESTRES Y AVES.....	4
III. SISTEMA DE GRILLAS PARA EL MONITOREO ECOLÓGICO.....	5
Territorio continental de Costa Rica	5
Tamaño del sistema de grillas	5
Origen del sistema de grillas.....	6
Nomenclatura del sistema de grillas	7
Creación del sistema de grillas	7
IV. USO DEL SISTEMA DE GRILLAS.....	11
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
APENDICE 1.....	15
Limites terrestres de Costa Rica	15
Creación del sistema de grillas continental islas e islotes cercanos	15
Creación sistema de grillas Isla del Coco	17

I. Programa Nacional de Monitoreo Ecológico

El Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) se establece mediante decreto Ejecutivo N° 39747-MINAE del 18 de mayo de 2016 (La Gaceta 2016), considerando la Ley Orgánica del Ambiente No 7554, la Ley de Biodiversidad No 7788 y la Ley de Conservación de Vida Silvestre No 7317. Además, considera el artículo 7 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, que pide a cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: *a) identifique los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible; b) proceda, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de los componentes de la diversidad biológica una vez identificados, prestando especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrezcan el mayor potencial para la utilización sostenible; c) identifique los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y proceda, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos; y d) mantenga y organice, mediante cualquier mecanismo, los datos derivados de las actividades de identificación y seguimiento anteriormente referidas* (La Gaceta 1994).

El fin del PRONAMEC es “generar y difundir información científica confiable sobre el estado de la conservación de la biodiversidad del país y sus tendencias, que sea de utilidad para la toma de decisiones a escala local y nacional, en los ámbitos terrestres, aguas continentales y marinos” (La Gaceta 2016). Los objetivos específicos son:

1. Evaluar y conocer el estado y tendencias de la biodiversidad y salud de los ecosistemas del país para la toma de decisiones.
2. Evaluar el cumplimiento de los objetivos de creación, efectividad e integridad ecológica de las Áreas Silvestres Protegidas y los corredores biológicos que las interconectan.
3. Generar información requerida para el desarrollo de indicadores nacionales en biodiversidad.
4. Gestionar la preparación de estadísticas sobre biodiversidad, requeridas para evaluar la efectividad de la gestión de aquellas instituciones que realizan actividades vinculadas con la conservación de la biodiversidad.

II. Protocolos para el monitoreo de mamíferos terrestres y aves

Para cumplir con el objetivo específico 2 del PRONAMEC, evaluar el cumplimiento de los objetivos de creación, efectividad e integridad ecológica de las Áreas Silvestres Protegidas y los corredores biológicos que las interconectan, se han generado Planes de Monitoreo de la Integridad Ecológica para 33 áreas silvestres protegidas en su componente terrestre, y cinco protocolos de monitoreo para mamíferos terrestres, aves

terrestres y acuáticas, turberas, plantas invasoras, bosques, y ecosistemas acuáticos continentales.

El Protocolo para el Monitoreo de Mamíferos terrestres (SINAC 2022), y el Protocolo para el Monitoreo de Aves terrestres y acuáticas (SINAC 22a) incluyen en sus respectivas metodologías el uso de un sistema de grillas de diferentes tamaños para escoger los sitios de muestreo. En el caso del monitoreo de mamíferos para la colocación de las cámaras trampa y redes de niebla (SINAC 2022), y en el caso de las aves terrestres y acuáticas, para la ubicación de los puntos de conteo (SINAC 2022a).

III. Sistema de grillas para el monitoreo ecológico

Territorio continental de Costa Rica

Para diseñar el sistema de grillas, se utilizó como capa de referencia para los límites continentales e insulares de Costa Rica, la capa “Delimitación territorial 2017 1:5mil”, disponible en el nodo del IGN en el SNIT (https://geos.snitcr.go.cr/be/IGN_5/wfs?).

Tamaño del sistema de grillas

Desde la perspectiva del PRONAMEC, y el estudio de las tendencias de la biodiversidad, este sistema de grillas se considera fundamental para la biodiversidad terrestre principalmente, y en particular para los mamíferos y aves, aunque también podría utilizarse para otros grupos taxonómicos. Dada la gran varianza en los rangos de hogar y ecología de las especies en estos grupos, se considera que tener una grilla de un único tamaño no es funcional, y por lo tanto, se utilizarán grillas basadas en la potencia de 2, que genera número en la forma de 2^n , donde n es un número entero:

$$2^0 = 1$$

$$2^1 = 2$$

$$2^2 = 4$$

$$2^3 = 8$$

$$2^4 = 16$$

El uso de la potencia 2 permite que la grilla sea escalable a celdas de mayor tamaño definiendo áreas que tengan el mismo número de filas y columnas. La grilla de menor tamaño es de 1 km x 1 km y la de mayor tamaño es de 8 km x 8 km. (Fig 1)

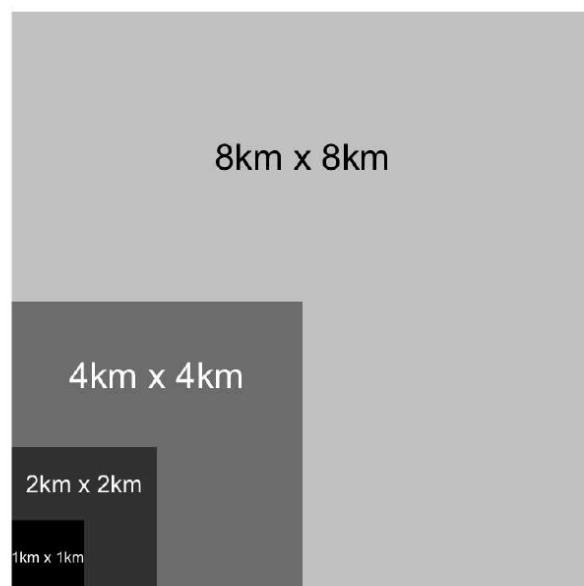


Figura 1. Esquema que representa la propiedad de escalabilidad del sistema de grillas propuesto.

Origen del sistema de grillas

En el 2018 se publicó el documento: “Estado de conservación del jaguar (*Panthera onca*) en Costa Rica a través de la integración de datos de registros de la especie y modelaje del hábitat idóneo” (SINAC 2018), que fue el producto de un trabajo colaborativo entre la academia, organizaciones no gubernamentales, sector privado e investigadores independientes, en conjunto con personal de las Áreas de Conservación. Este importante esfuerzo permitió modelar con base a la información compartida por los participantes, permitió identificar áreas focales para la conservación del jaguar, y una serie de acciones prioritarias para la conservación de dicha especie.

Para la generación de modelos, “...se definió como unidad de muestreo, una grilla cuadriculada compuesta de celdas de 4x4 km (16km²) y superpuesta sobre el límite continental de Costa Rica. Se utilizó la proyección oficial de Costa Rica CRTM05 (EPSG: 5367). La cuadrícula se enmarca en las siguientes coordenadas: Xmin 280000, Ymin 888000, Xmax 660000 y Ymax 1244000. Esta unidad espacial estandarizada se consideró importante para la implementación de los modelos al poder ser conducidos a una resolución espacial específica, y también para el monitoreo a futuro. La grilla cuadriculada permite muestrear a múltiples resoluciones o escalas además de favorecer el análisis con diversas capas de datos raster.” (SINAC 2018).

Este proceso tuvo una relevancia muy importante a nivel nacional, no solo para el jaguar como especie de estudio, si no como un proceso que permitió un trabajo colaborativo de múltiples actores. Producto de esto, varios investigadores han continuado utilizando la grilla de 4x4 km establecida como unidad de muestreo, y desde el PRONAMEC también se ha promovido su uso.

Por lo tanto, el sistema de grillas acá propuesto, utilizó como coordenadas de origen para construir los diferentes sistemas de grillas, las coordenadas utilizadas en SINAC (2018), para dar continuidad en el uso de la grilla de 4x4km.

Nomenclatura del sistema de grillas

Se utilizará un sistema jerárquico para identificar cada celda, iniciando con las celdas de 8km x 8km, como primer nivel y las de 1 km x 1 km como último nivel. La primera celda de 8km x 8 km se identificará con el número 1, y las cuatro celdas de 4km x 4km dentro de dicha celda, como 1-1, 1-2, 1-3 y 1-4, y así sucesivamente. La numeración iniciará en la parte inferior izquierda (Fig. 3).

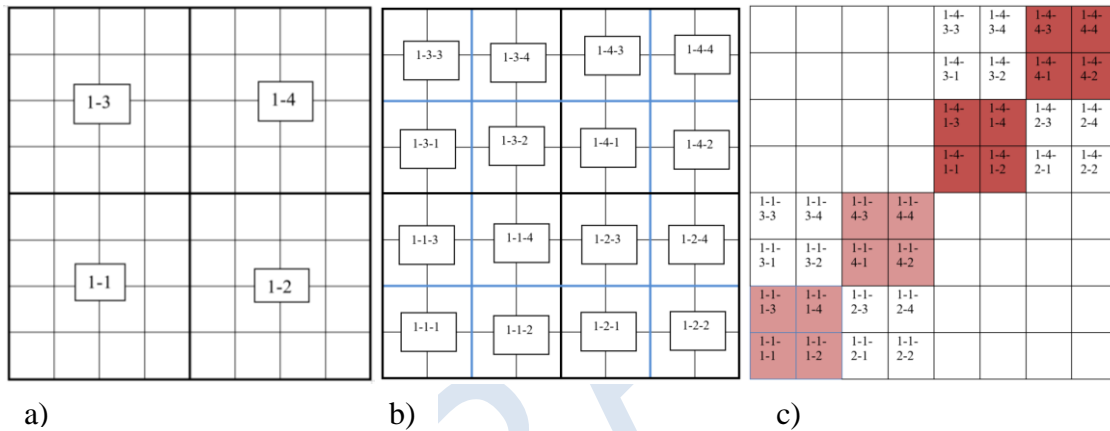


Figura 2. Nomenclatura jerárquica para las cuadrículas de a) 4km x 4m, b) 2km x 2km, y c) 1km x 1km.

Creación del sistema de grillas

El sistema de grillas de monitoreo se elaboró mediante el uso del lenguaje de programación R, usando el programa R versión 3.6.3 (R Core Team 2020), en el software RStudio versión 1.4.1717 (RStudio Team 2021), y con el uso de los paquetes: sf (Pebesma 2018), rgdal (Bivand *et al.* 2021), tidyverse (Wickham *et al.* 2019) y raster (Hijmans, 2021).

El código completo para la generación del sistema de grillas, con anotaciones, se encuentra en el Apéndice 1. A continuación, se hace un resumen de los pasos más importantes en el proceso.

1. Se generaron dos sistemas de grillas, uno para el territorio continental e islas/islotes cercanos (continental de acá en adelante) y otro para la Isla del Coco.
2. Para las grillas continentales se utilizó como referencia la extensión de cuadrícula utilizada para el análisis de conservación de jaguar: Xmin 280000, Ymin 888000,

Xmax 660000 y Ymax1244000 (SINAC 2018). Se generaron cuatro sistemas de grillas, de 8x8 km (Fig. 3), 4x4 km (Fig. 4), 2x2 km (Fig. 5) y 1x1 km (Fig. 6).

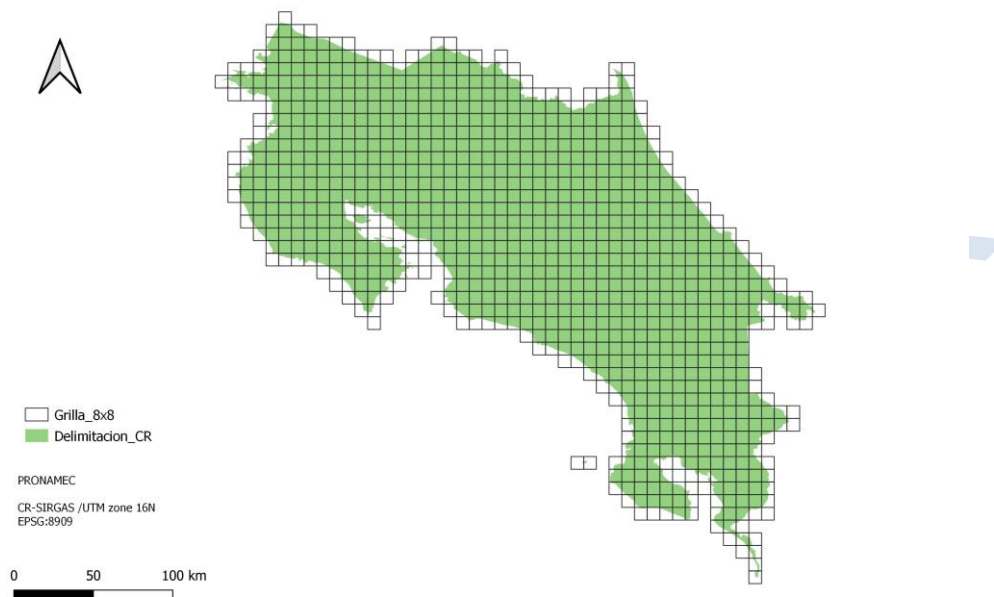


Figura 3. Grilla de 8x8 km superpuesta sobre el territorio continental de Costa Rica

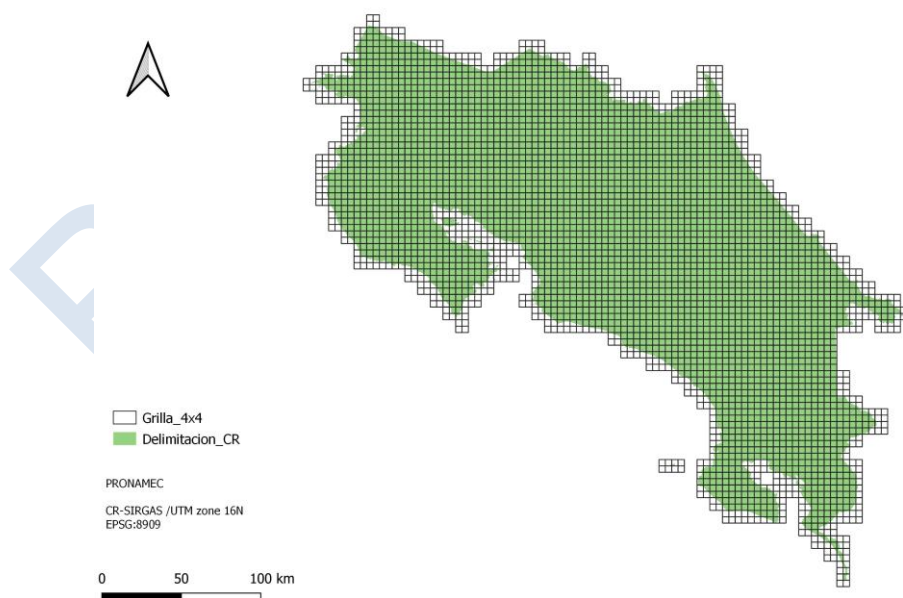


Figura 4. Grilla de 4x4 km superpuesta sobre el territorio continental de Costa Rica

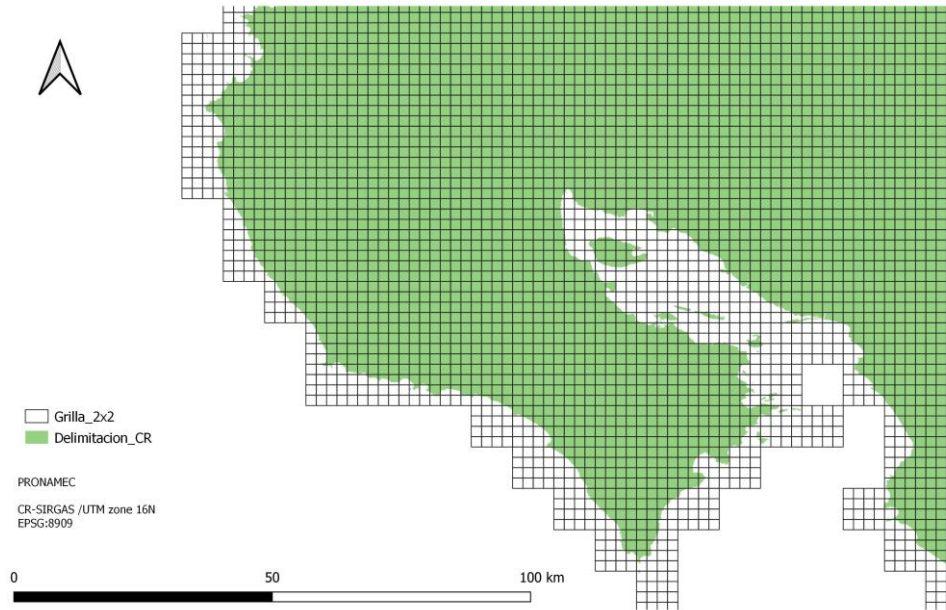


Figura 5. Grilla de 2x2 km superpuesta sobre la Península de Nicoya

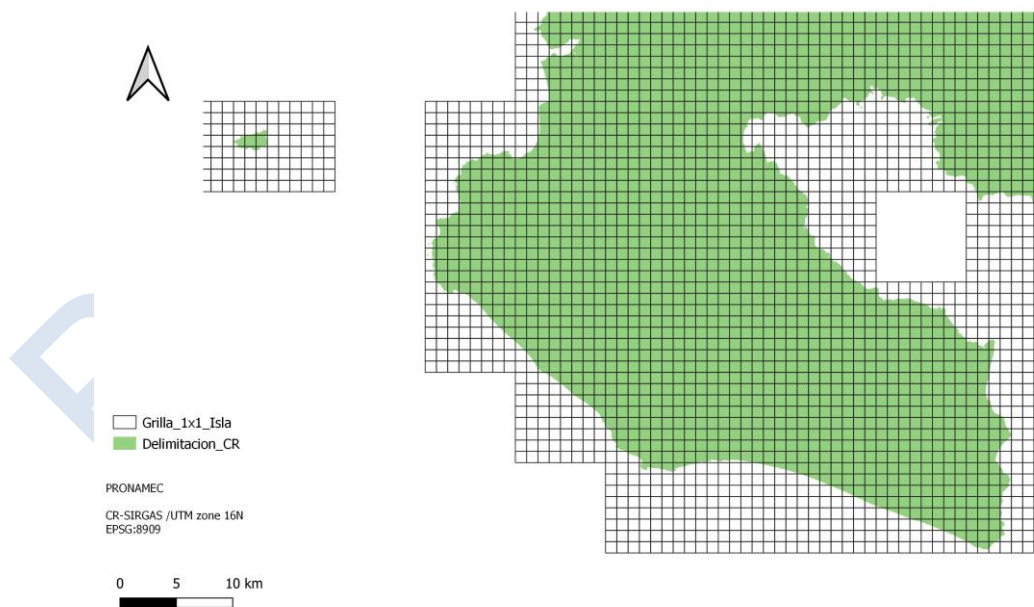


Figura 6. Grilla de 1x1 km superpuesta sobre la Península de Osa.

3. Para la Isla del Coco, se elaboraron grillas de 2x2km (Fig. 7) y 1x1 km (Fig. 8), con base a las siguientes coordenadas de referencia: Xmin 156147, Ymin 164388, Xmax 608238 y Ymax 616005.

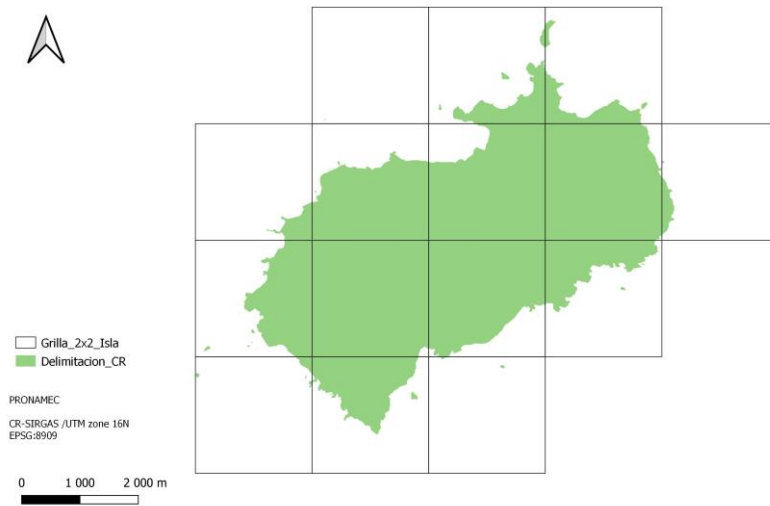


Figura 7. Grilla de 2x2 km superpuesta sobre la Isla del Coco.

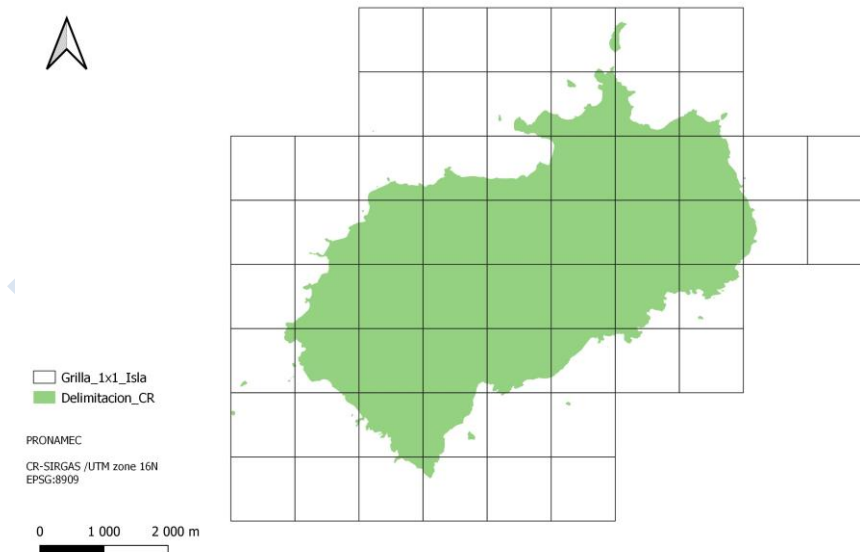


Figura 8. Grilla de 1x1 km superpuesta sobre la Isla del Coco.

4. Para facilitar la visualización de las grillas y la nomenclatura, se generó un sistema de grillas completo, en donde cada celda de 8x8 km, contiene todas las celdas correspondientes para los tamaños menores. Debido a esto, hay celdas de las grillas de 4x4km, 2x2 km y 1x1 km, que no están sobre el territorio continental.

IV. Uso del sistema de grillas

Este sistema de grillas es creado como parte de la metodología para la implementación de los protocolos de monitoreo de mamíferos terrestres (SINAC 2022) y aves terrestres y acuáticas (SINAC 2022a). Si bien estos protocolos se generaron para la implementación de los Planes de Monitoreo de la Integridad Ecológica en áreas silvestres protegidas, ambos pueden implementarse para el monitoreo ecológico dentro de Corredores Biológicos y en investigaciones científicas en general.

El uso de grillas de monitoreo ha sido un enfoque ampliamente utilizado para estudios científicos y evaluaciones a gran escala de las tendencias y estado de conservación de la biodiversidad (Araújo 2004, Callaghan 2013, SINAC 2018, Hofmeestre *et al.* 2021, Zwerts *et al.* 2021) por lo que se invita a todos los investigadores en el país a utilizar el sistema de grillas acá propuesto en caso de que sea apropiado para sus investigaciones.

Es importante, además, resaltar que los protocolos de monitoreo de mamíferos (SINAC 2022) y aves terrestres y acuáticas (SINAC 2022a), también plantean una integración entre el sistema de grillas acá propuesto, y las mallas de puntos de monitoreo generadas en el marco del Sistema Nacional de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). Esta integración permitirá análisis más robustos sobre los impactos y relaciones entre los cambios de uso y cobertura de la tierra y las tendencias de la biodiversidad en Costa Rica, permitiendo cumplir con el objetivo general del PRONAMEC.

El monitoreo de mamíferos terrestres y aves terrestres y acuáticas, se basan en los principios de ecología espacial en donde el monitoreo se enfoca en un área particular y no sobre las especies o los individuos como tal (Fletcher y Fortin, 2018). Por lo tanto, el sistema de grillas acá propuesto, es la base metodológica para definir los sitios (una celda dentro del sistema de grillas) a muestrear en un área silvestre protegida en particular, y la malla de puntos del SIMOCUTE, nos brindará posibles ubicaciones para la cámara trampa, red de niebla o punto de conteo, según corresponda.

Por lo tanto, la escogencia de los sitios de muestreo y la ubicación de las cámaras trampa, redes de niebla o puntos de conteo, según corresponda, se hará de una forma jerárquica. Los sitios se escogen en base al sistema de grillas que corresponda según el tamaño del área silvestre protegida (SINAC 2022, SINAC 2022a) y luego, la ubicación de la cámara trampa, red de niebla o punto de conteo, se hará mediante las mallas de puntos del SIMOCUTE, siguiendo como orden de prioridad el nivel de malla (Nivel 1, Nivel 2 y

Nivel 3). En caso de los puntos del Nivel 1 no provea ninguna ubicación adecuada para el muestreo, entonces se revisan los puntos del Nivel 2, y por último, los puntos del Nivel 3 de ser necesario (Fig. 9).

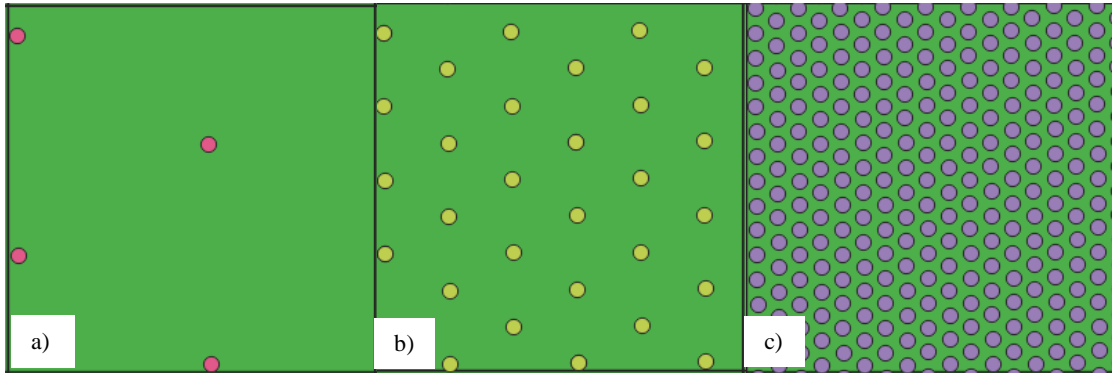


Figura 9. Celda 207-4, grilla de 4x4km, sobre el PN La Amistad, mostrando la malla de puntos del SIMOCUTE en sus diferentes niveles: a) Nivel 1, b) Nivel 2 y c) Nivel 3.

Referencias bibliográficas

- Araújo, M.B. 2004. Matching species with reserves – uncertainties from using data at different resolutions. *Biological Conservation* 118: 533–538.
doi:10.1016/j.biocon.2003.10.006
- Bart, Jonathan. 2011. Sampling large landscapes with small-scale stratification—User’s manual.
- Bivand, R; Tim Keitt and Barry Rowlingson (2021). rgdal: Bindings for the 'Geospatial' Data Abstraction Library. R package version 1.5-23. <https://CRAN.R-project.org/package=rgdal>
- Callaghan, Des. (2013). The grid-mapping of species at sites. *British Wildlife*. 24. 334-338.
- Fletcher R., Fortin MJ. (2018) Introduction to Spatial Ecology and Its Relevance for Conservation. In: *Spatial Ecology and Conservation Modeling*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01989-1_1
- Hijmans, R.J. (2021). raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.4-10. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>
- Hofmeester, T. R., N. H. Thorsen, J. P. G. M. Cromsigt, J. Kindberg, H. Andren, J. D. C. Linnell, and J. Odden. ´ 2021. Effects of camera-trap placement and number on detection of members of a mammalian assemblage. *Ecosphere* 12(7):e03662. 10.1002/ecs2.3662
- Pebesma, E., 2018. Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal* 10 (1), 439-446, <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RStudio Team (2021). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2018. Estado de conservación del jaguar (*Panthera onca*) en Costa Rica a través de la integración de datos de registros de la especie y modelaje del hábitat idóneo. Proyecto MAPCOBIO-SINAC-JICA-Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 88 pp.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2022. Protocolo para el monitoreo de la integridad ecológica de mamíferos terrestres. XXXXX

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2022a. Protocolo para el monitoreo de la integridad ecológica de aves. XXXXX

Wickham Hadley; Mara Averick; Jennifer Bryan; Winston Chang; Lucy D'Agostino McGowan; Romain François; Garrett Grolemond , Alex Hayes , Lionel Henry , Jim Hester , Max Kuhn , Thomas Lin Pedersen , Evan Miller , Stephan Milton Bache , Kirill Müller , Jeroen Ooms , David Robinson , Dana Paige Seidel , Vitalie Spinu , Kohske Takahashi , Davis Vaughan , Claus Wilke , Kara Woo , Hiroaki Yutani. (2019). Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software, 4(43), 1686, <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

APENDICE 1

Guido Saborío-R

18/01/22

Paquetes

Lista de paquetes necesarios.

```
library(sf)
library(rgdal)
library(magrittr)
library(dplyr)
library(tidyverse)
library(raster)
```

Límites terrestres de Costa Rica

Para los límites terrestres de Costa Rica, se utilizó la capa “Delimitación territorial 2017 1:5mil” del Instituto Geográfico Nacional disponible en el Sistema Nacional de Información Territorial. A partir de esta capa, se generó una capa específica para el territorio terrestre de la Isla del Coco.

```
wfs_SNIT <- "https://geos.snitcr.go.cr/be/IGN_5/wfs?service=WFS&request=getCapabilities"

cr <- readOGR(wfs_SNIT, layer = "IGN_5:delimitacion2017_5k") %>%
  st_as_sf() %>%

## Generar capa de La Isla del Coco

bbox_isla <- c(xmin= 156147, ymin= 608238, xmax= 164388, ymax= 616005)

IslaCoco <- st::crop(cr, bbox_isla) ## capa Isla del Coco
```

Creación del sistema de grillas continental islas e islotes cercanos

Grillas de 8x8 km

Este proceso inicia con la creación de un polígono de referencia, que se crea en base a las coordenadas de referencia dadas en SINAC (2018). Luego se crea la grilla de 8x8km y se seleccionan las celdas de dicha grilla en base al territorio terrestre continental.

```
poligono_base <- as(raster::extent(280000, 660000, 888000, 1244000), "SpatialPolygons") %>%
  st_as_sf() %>%
  st_set_crs(st_crs(cr))

grilla_8 <- st_make_grid(poligono_base, cellsize = 8000, crs = 5367, what = "polygons") %>%
  st_as_sf() %>%
  rename(geometry=x) %>%
  mutate(id=seq.int(nrow(.)))
```

```
grilla_8_f <- grilla_8[subset(cr), ] %>%
  mutate(Cod_8x8 = seq.int(nrow(.)))
```

Grillas de 4x4 km

La grilla de 4x4 km, y las de menor tamaño, se crean en base a la grilla de 8x8 km. Además, se utilizan centroides, para los procesos de selección de grillas y unión de capas necesarios para que el sistema de grillas final sea completo.

Por “completo”, se entiende que todas las celdas de 8x8 km, tendrán las 4 celdas correspondientes de 4x4km, y así sucesivamente para los tamaños menores.

```
grilla_4 <- st_make_grid(grilla_8, cellsize = 4000, crs = 5367, what = "polygons") %>%
  st_as_sf() %>%
  mutate(id=rownames(.)) %>%
  rename(geometry=x)

grilla_4_2 <- grilla_4[subset(grilla_8_f), ]

cent_4 <- st_centroid(grilla_4_2, of_largest_polygon = TRUE)

cent4_filtrados <- cent_4[subset(grilla_8_f),]

grilla_4_f <- grilla_4_2 [subset(cent4_filtrados), ] %>%
  mutate(ID_4x4 = seq.int(nrow(.)))

#### nomenclatura

a <- st_join(cent4_filtrados, grilla_8_f)

aa <- st_join(grilla_4_f, a)

a1 <- nrow (aa)/4
b1 <- rep (seq(1:4), a1)

aa1 <- aa[with(aa, order(Cod_8x8, id.x)), ]

aa1$seq4 <- b1
aa1$Cod_4x4 <- paste(aa1$Cod_8x8, aa1$seq4, sep="-")

grilla_4_final <- aa1[, c(2,8,5,6)]
```

Grillas de 2x2 km

Aplican mismos comentarios que para las grillas de 4x4 km.

```
grilla_2 <- st_make_grid(grilla_8, cellsize = 2000, crs = 5367, what = "polygons") %>%
  st_as_sf() %>%
  mutate(id=rownames(.)) %>%
  rename(geometry=x)

grilla_2_2 <- grilla_2[subset(grilla_8_f), ]

cent_2 <- st_centroid(grilla_2_2, of_largest_polygon = TRUE)

cent2_filtrados <- cent_2[subset(grilla_8_f),]

grilla_2_f <- grilla_2_2[subset(cent2_filtrados), ] %>%
  mutate(ID_2x2 = seq.int(nrow(.)))

### nomenclatura
```



```

b <- st_join(cent2_filtrados, grilla_4_final)

bb <- st_join(grilla_2_f, b)

a2 <- nrow (grilla_2_f)/4
b2 <- rep (seq(1:4), a2)

bb1 <- bb[with(bb, order(Cod_4x4, id.x)), ]

bb1$seq2 <- b2
bb1$Cod_2x2 <- paste(bb1$Cod_4x4, bb1$seq2, sep="-")

grilla_2_final <- bb1[, c(2,9,5,6,7)]

```

Grillas de 2x2 km

Aplican mismos comentarios que para las grillas de 4x4 km.

```

grilla_1 <- st_make_grid(grilla_8, cellsize = 1000, crs = 5367, what = "polygons") %>%
  st_as_sf()%>%
  mutate(id=rownames(.)) %>%
  rename(geometry=x)

grilla_1_1 <- grilla_1[subset(grilla_8_f), ]

cent_1 <- st_centroid(grilla_1_1, of_largest_polygon = TRUE)

cent1_filtrados <- cent_1[subset(grilla_8_f),]

grilla_1_f <- grilla_1_1[subset(cent1_filtrados), ] %>%
  mutate(ID_1x1 = seq.int(nrow(.)))

## nomenclatura

c <- st_join(cent1_filtrados, grilla_2_final)

cc <- st_join(grilla_1_f, c)

a3 <- nrow (grilla_1_f)/4
b3 <- rep (seq(1:4), a3)

cc1 <- cc[with(cc, order(Cod_2x2, id.x)), ]

cc1$seq1 <- b3
cc1$Cod_1x1 <- paste(cc1$Cod_2x2, cc1$seq1, sep="-")

grilla_1_final <- cc1[, c(2,10,5,6,7,8)]

```

Creación sistema de grillas Isla del Coco

Para el territorio terrestre de la Isla del Coco se generaron dos grillas, de 2x2km y 1x1 km, aplicando los mismos procesos que para los sistemas de grillas continentales.

Grilla de 2x2 km

```

grilla_2_isla <- st_make_grid(pIsla, cellsize = 2000, crs = 5367, what = "polygons") %>%
  st_as_sf()%>%
  rename(geometry=x) %>%
  mutate(id=seq.int(nrow(.)))

grilla_2_isla_f <- grilla_2_isla[subset(IslaCoco), ] %>%

```

```
mutate(Cod_2x2 = seq.int(nrow(.))) %>%
st_as_sf ()
```

Grilla de 1x1 km

```
grilla_1_isla <- st_make_grid(grilla_2_isla, cellsize = 1000, crs = 5367, what = "polygons") %>%
  st_as_sf()%>%
  rename(geometry=x) %>%
  mutate(id=seq.int(nrow(.)))

grilla_1_1_isla <- grilla_1_isla[subset(grilla_2_isla_f), ]

cent_1isla <- st_centroid(grilla_1_1_isla, of_largest_polygon = TRUE)

cent1Isla_filtrados <- cent_1isla[subset(grilla_2_isla_f),]

grilla_1_isla_f <- grilla_1_1_isla[subset(cent1Isla_filtrados), ] %>%
  mutate(ID_1x1 = seq.int(nrow(.)))

## nomenclatura

c_isla <- st_join(cent1Isla_filtrados, grilla_2_isla_f)

cc_isla <- st_join(grilla_1_isla_f, c_isla)

a3_isla <- nrow (grilla_1_isla_f)/4
b3_isla <- rep (seq(1:4), a3_isla)

cc1_isla <- cc_isla[with(cc_isla, order(Cod_2x2, id.x)), ]

cc1_isla$seq1 <- b3_isla
cc1_isla$Cod_1x1 <-paste(cc1_isla$Cod_2x2, cc1_isla$seq1, sep="-")

grilla_1_isla_final <- cc1_isla[, c(2,8,5,6)]
```