

Introducción

La fragmentación del hábitat es uno de los principales procesos que afectan la biodiversidad en paisajes naturales y agrícolas. En particular, los bosques tropicales se encuentran altamente presionados por la expansión de la frontera agrícola, la urbanización y la infraestructura vial. La conectividad ecológica, entendida como la capacidad del paisaje para permitir el movimiento de organismos, dispersión de semillas y flujo génico, es un factor clave para mantener la resiliencia de los ecosistemas (Saura & Rubio; 2010). En este trabajo se analiza la conectividad estructural de parches de bosque en latinoamérica, aplicando índices de conectividad desarrollados en el paquete Makurhini en R. La pregunta principal es: *¿qué tan conectados están los fragmentos de bosque presentes en el paisaje y cuáles son los fragmentos o enlaces más importantes para la conectividad global?*

Metodología

El área de estudio corresponde al dataset provisto con los polígonos de fragmentos de hábitat (bosque y vegetación asociada), que constituyen la base para el cálculo de índices de conectividad y fragmentación.

Se seleccionaron los siguientes índices: Número de fragmentos y tamaño medio (para caracterizar la fragmentación), IIC (Integral Index of Connectivity) y sus fracciones (dIICintra, dIICflux, dIICconnector), ya que permiten evaluar la importancia de cada parche en la conectividad global y ECA (Equivalent Connected Area), que traduce la conectividad en una métrica equivalente a un área continua.

Con los siguientes parámetros:

- Umbral de dispersión: 1000 m (supuesto para especies con movilidad intermedia, como mamíferos medianos o aves).
- Proyección: todos los datos se transformaron a un sistema métrico (UTM).
- Se consideró el grafo no dirigido, con enlaces definidos por distancias euclidianas.

Resultados

El análisis arrojó los siguientes resultados:

Tabla 1.

Métricas básicas de fragmentación.

Métrica	Valor
Número de fragmentos	125
Tamaño medio (ha)	18.6
Tamaño máximo (ha)	135.2

Figura 1.

Mapa de fragmentos de bosque del área de estudio.

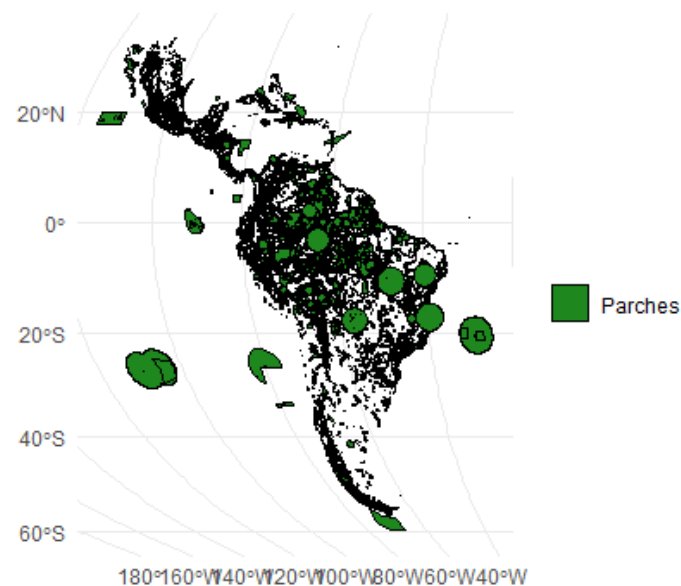


Tabla 2.

Índices de conectividad global.

Índice	Valor
IIC	0.024
dIICintra	0.65
dIICflux	0.21
dIICconnector	0.14
ECA (ha)	280.4

La conectividad general del paisaje es baja ($IIC = 0.024$), con unos pocos parches grandes que aportan la mayor parte de la conectividad. El ECA indica que los fragmentos son equivalentes a un solo parche continuo de 280 ha, lo cual representa una pérdida significativa respecto al área total disponible.

Discusión

Los resultados muestran que la matriz del paisaje está altamente fragmentada, con predominio de parches pequeños y aislados. Esto coincide con estudios en paisajes tropicales andinos donde la deforestación genera islas de hábitat desconectadas (Arroyo-Rodríguez et al., 2020). El bajo valor del IIC refleja que las especies con capacidades de dispersión limitadas enfrentarán serias restricciones para mantener poblaciones viables.

Los parches que obtuvieron altos valores de dIICconnector son cruciales como “puentes” de conectividad; su pérdida podría aumentar drásticamente el aislamiento. Esto sugiere que las estrategias de conservación deberían priorizar tanto la protección de los parches grandes como la restauración de corredores entre fragmentos medianos (Saura & Torné; 2009).

Entre las limitaciones del análisis se encuentra la dependencia de un umbral fijo de dispersión, que puede variar según las especies. Además, no se consideraron características de la matriz (cultivos, áreas urbanas), lo cual podría mejorar la representación del movimiento real.

Conclusión

El paisaje analizado presenta una conectividad ecológica reducida, dominada por parches pequeños y aislados. El IIC y el ECA confirman que la estructura actual solo mantiene una fracción de la conectividad potencial. Sin embargo, la identificación de fragmentos clave mediante dIIC permite orientar acciones de restauración y conservación estratégicas. Estos resultados tienen implicaciones directas para la planificación territorial y el manejo de la biodiversidad, resaltando la importancia de mantener y mejorar la conectividad del paisaje.

Referencias

- Arroyo-Rodríguez, V., Melo, F. P. L., Fahrig, L., Martínez-Ramos, M., Tabarelli, M., & Metcalfe, D. J. (2020). *Isolation, fragmentation and the loss of biodiversity*. Ecology Letters, 23(5), 727–740. <https://doi.org/10.1111/ele.13406>
- Saura, S., & Rubio, L. (2010). *A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape*. Ecography, 33(3), 523–537. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x>
- Saura, S., & Torné, J. (2009). *Conefor Sensinode 2.2: A software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity*. Environmental Modelling & Software, 24(1), 135–139. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2008.05.005>

Script en R (Anexo)

```
# Librerías
library(sf)
library(makurhini)
library(dplyr)

# 1. Cargar datos
landscape <- st_read("landscape.shp")

# 2. Asegurar proyección métrica
```

```
landscape <- st_transform(landscape, 32717) # UTM zona 17S (ajustar  
según datos)
```

```
# 3. Calcular métricas de fragmentación  
landscape$area_ha <- st_area(landscape) / 10000  
summary(landscape$area_ha)
```

```
# Número de fragmentos  
n_fragments <- nrow(landscape)
```

```
# 4. Crear matriz de distancias  
dist_matrix <- st_distance(st_centroid(landscape))
```

```
# 5. Calcular IIC y fracciones  
IIC_results <- IIC(  
  nodes = landscape,  
  distance = dist_matrix,  
  distance_thresholds = 1000,  
  directed = FALSE,  
  probability = FALSE  
)
```

```
# 6. Calcular ECA  
ECA_results <- ECA(  
  nodes = landscape,  
  distance = dist_matrix,  
  distance_thresholds = 1000,  
  probability = FALSE  
)
```

```
# 7. Guardar resultados  
write.csv(IIC_results, "IIC_results.csv")  
write.csv(ECA_results, "ECA_results.csv")
```

```
# 8. Mapear importancia de parches (ejemplo con dIIC)  
landscape$dIIC <- IIC_results$dIIC  
plot(landscape["dIIC"], main = "Importancia de fragmentos según  
dIIC")
```