

Trabajo Final

Curso: Enfoques, métodos y herramientas para el análisis de la conectividad ecológica

Estudiante: Julián David Ruiz Gómez

Introducción

Contexto. *Agalychnis terranova* es una rana endémica de Colombia asociada a bosque húmedo tropical y con baja tolerancia a la transformación del paisaje. La pérdida y fragmentación del bosque, junto con presiones antrópicas crecientes, pueden interrumpir flujos ecológicos y reducir la viabilidad poblacional.

Objetivo. Evaluar la conectividad ecológica del hábitat disponible resulta clave para identificar parches y enlaces prioritarios de conservación. Estimar la conectividad del paisaje para *A. terranova* en el área de estudio y priorizar parches con base en: (i) PC y sus fracciones (dPC, dPCintra, dPCflux, dPCconnector), y (ii) un Índice de Conectividad Compuesto (CCI/IComp) que sintetiza dichas fracciones.

Además, estos hallazgos se enmarcan en los objetivos del curso, enfatizando la interpretación ecológica más allá de la mera ejecución técnica del código. Se consideran las implicaciones para la conectividad funcional y estructural, la priorización de parches y enlaces, y los potenciales usos para orientar acciones de conservación y manejo del paisaje.

Pregunta de investigación: ¿Cómo se distribuye la conectividad funcional del hábitat de *Agalychnis terranova* en el paisaje y qué parches cumplen un rol crítico para su mantenimiento?

Hipótesis: La conectividad se concentra en un número reducido de parches núcleo y corredores riparios, cuya pérdida provocaría una fragmentación severa de la red de hábitat.

Metodología

La metodología comprendió la delimitación y caracterización del área de estudio, enfocada en bosque húmedo tropical con presencia potencial de *Agalychnis terranova*. Se emplearon datos espaciales de coberturas de vegetación y un modelo de distribución de la especie, los cuales se interceptaron para identificar los parches de hábitat disponibles. Como capa de resistencia se utilizó el índice de Huella Humana (2018), que permitió construir la matriz de costos para el desplazamiento.

En cuanto a los índices, se seleccionó la Probabilidad de Conectividad (PC) y sus fracciones (dPCintra, dPCflux, dPCconnector) debido a su capacidad para desagregar los aportes de cada parche en términos de área interna, flujo de dispersión y función

conectora. Además, se construyó un Índice de Conectividad Compuesto (CCIf/IComp), integrando las métricas anteriores mediante estandarización min–max y ponderación equitativa, con el fin de priorizar sitios clave.

Los parámetros configurados incluyeron un umbral de dispersión de 25 km, una probabilidad de 0.5, búsqueda de 50 km y uso de distancia tipo edge, todos ellos ajustados de acuerdo con la biología de la especie y con criterios metodológicos vistos en el curso.

Resultados

El análisis de conectividad realizado para *Agalychnis terranova* evidencia que el paisaje presenta una conectividad reducida y altamente dependiente de pocos parches de bosque húmedo tropical. Los valores del índice de Probabilidad de Conectividad (PC) muestran que solo algunos parches destacan con altos valores de **dPCintra** y **IComp**, presentando una contribución significativa a la conectividad global, lo que resalta su importancia en la red de conectividad, mientras que la mayoría tiene un aporte marginal. (Ver Anexo **TABLAPC.CSV**)

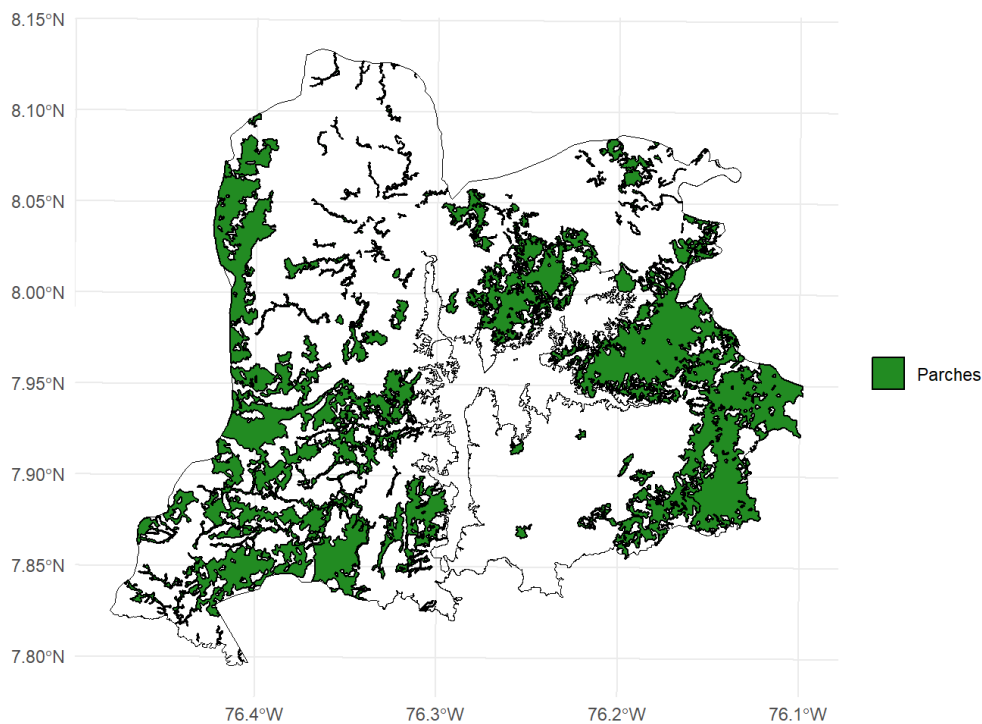


Figura 1. Parches de hábitat de *Agalychnis terranova*.

El análisis de la **Probabilidad de Conectividad (PC)** muestra que, a pesar de la fragmentación, existe un grado de conectividad funcional que se sostiene gracias a un número limitado de parches núcleo (**Figura 2**). Esto indica que la red ecológica es frágil:

la pérdida de estos fragmentos estratégicos generaría una reducción desproporcionada de la conectividad general, comprometiendo los flujos de dispersión y el intercambio genético de la especie.

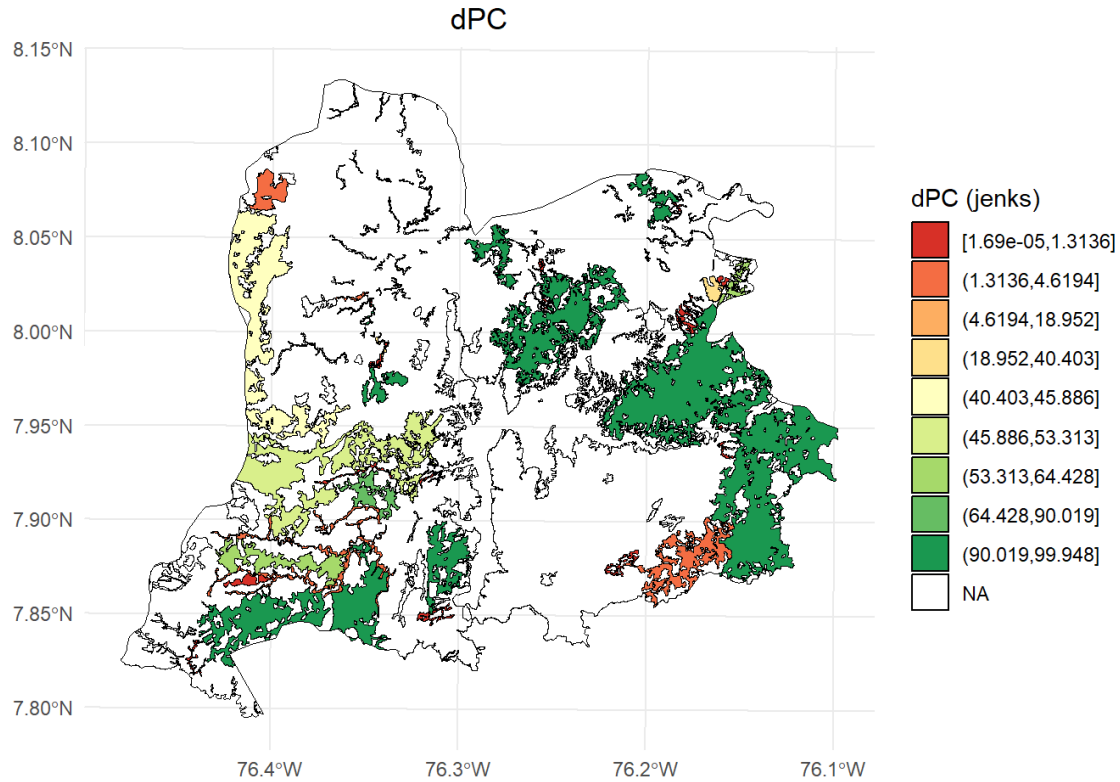


Figura 2. Conectividad total (PC).

Las fracciones del índice PC permiten desglosar la importancia de cada parche según diferentes componentes de la conectividad:

El **dPC_{intra}** evidencia que los parches de mayor tamaño concentran gran parte de la conectividad interna (**Figura 3**). Estos funcionan como reservorios principales, proporcionando hábitat suficiente y estable, lo que es crucial para una especie sensible a la transformación del entorno.

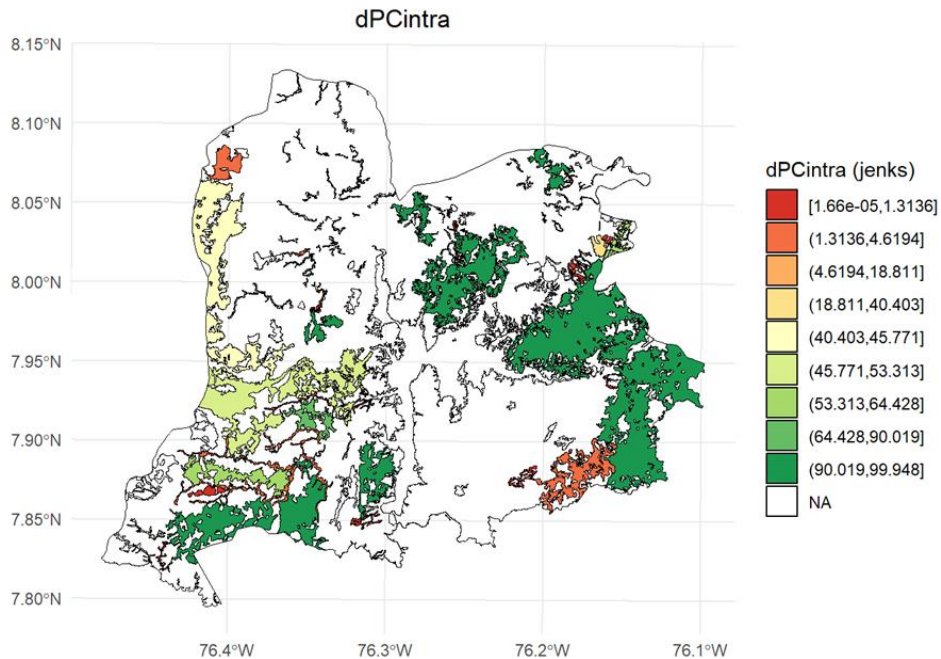


Figura 3. Aportes de los parches según dPCintra

Por su parte, el **dPCflux** identifica parches medianos y bien posicionados en el paisaje que, aunque no son los más extensos, cumplen un papel fundamental como nodos de intercambio (**Figura 4**). Estos parches facilitan la dispersión y el movimiento entre fragmentos grandes, contribuyendo a mantener la red ecológica activa.

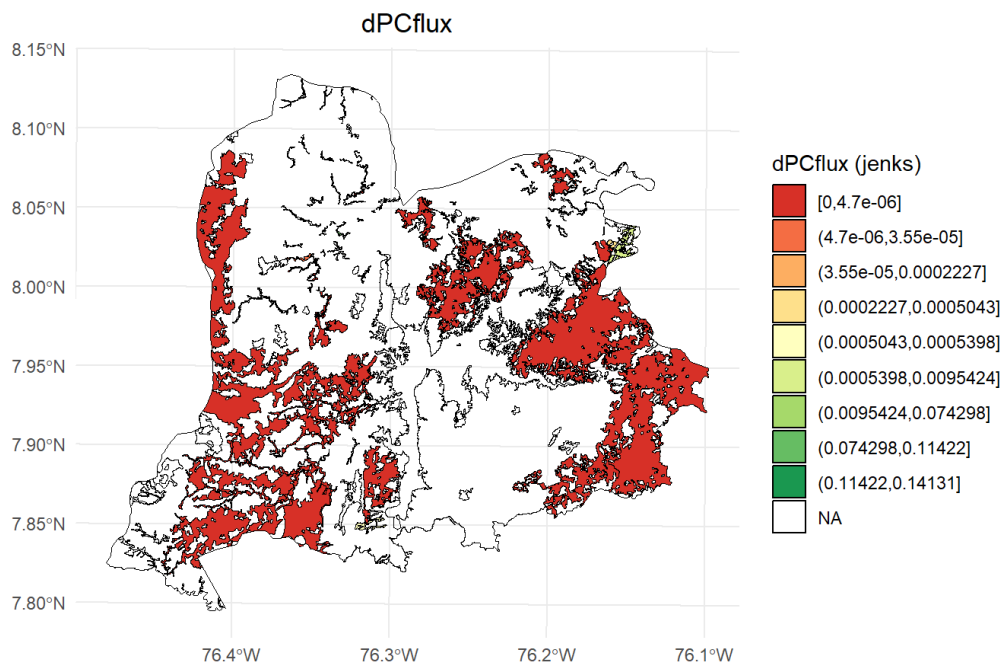


Figura 4. Aportes de los parches según dPCflux.

El **dPCconnector** muestra un patrón contrastante: la mayoría de los fragmentos tienen baja importancia como conectores (rojo), pero algunos parches dispersos en tonos amarillos y verdes cumplen un papel crítico como puentes entre núcleos de hábitat (**Figura 5**). Aunque en términos de área son reducidos, su eliminación podría provocar un fraccionamiento severo de la red, interrumpiendo la conectividad funcional de la especie. La identificación de estos “cuellos de botella” es clave para priorizar su protección y evitar la desconexión del sistema.

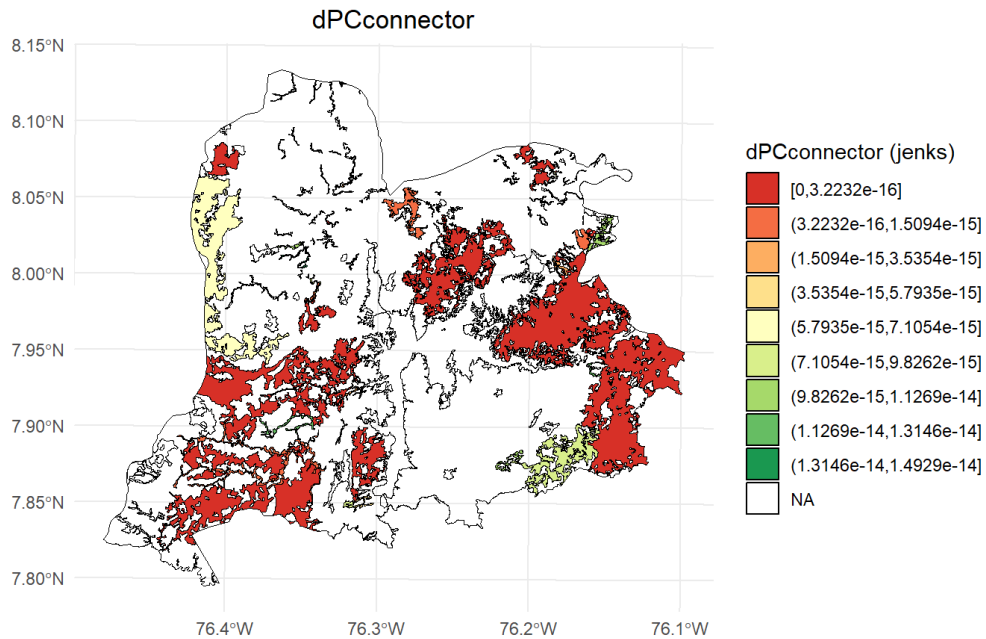


Figura 5. Aportes de los parches según dPCconnector.

Finalmente, el **Índice Compuesto (IComp)** integra las métricas anteriores y destaca un conjunto reducido de parches que combinan alta conectividad interna, flujo y función conectora (**Figura 6**). Estos parches prioritarios representan nodos estratégicos donde las acciones de conservación y restauración tendrían un mayor impacto positivo en la red ecológica. En conjunto, los resultados subrayan la importancia de proteger tanto los grandes fragmentos núcleo como los pequeños conectores que sostienen la estructura del paisaje, ofreciendo lineamientos prácticos para la gestión del hábitat de *A. terranova*.

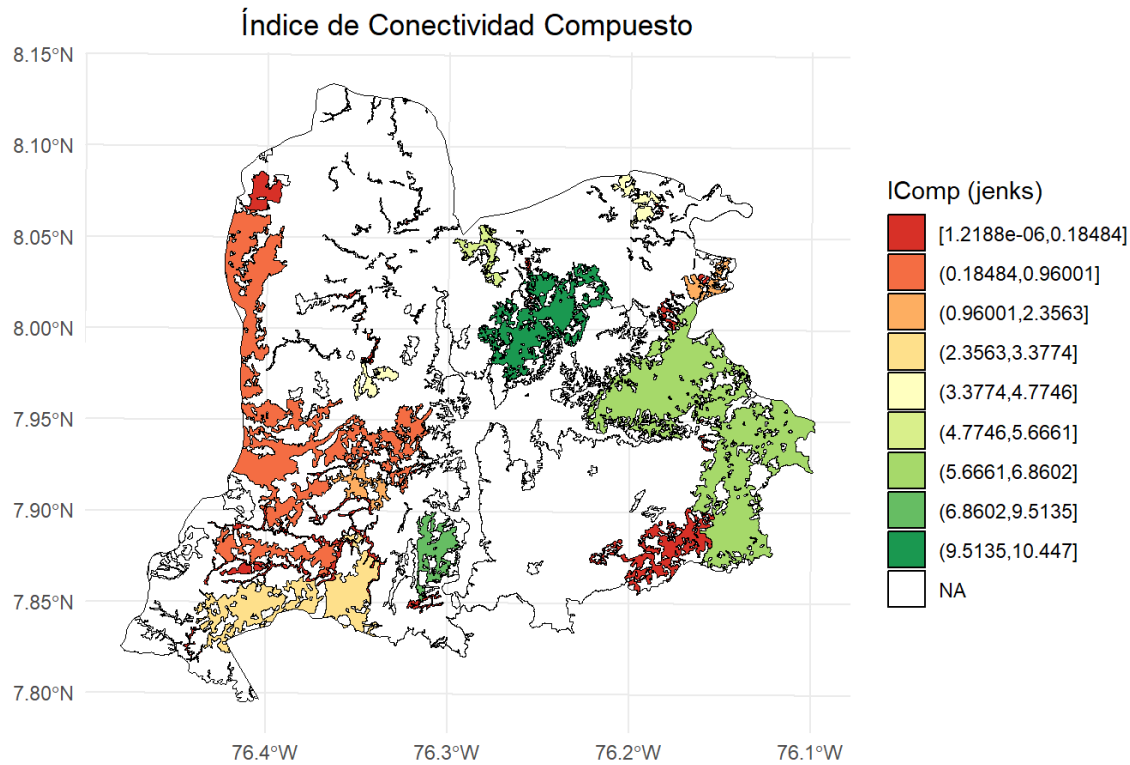


Figura 6. Priorización de parches según IComp.

En síntesis, los resultados confirman que la conectividad funcional para *Agalychnis terranova* en el área de estudio está restringida a pocos nodos clave, cuya pérdida implicaría una reducción significativa de la conectividad global, aumentando la vulnerabilidad de esta especie endémica y poco tolerante a la transformación del paisaje.

Discusión

Los resultados muestran que la conectividad del hábitat de *Agalychnis terranova* depende de un subconjunto de parches con alta contribución dPC, con roles diferenciados: dPC_{intra} resalta parches con gran área efectiva (núcleos de hábitat), fundamentales para sostener población local. dPC_{flux} identifica parches que, por su posición y proximidad, maximizan el intercambio entre núcleos. dPC_{connector} destaca parches que funcionan como puentes imprescindibles para mantener la percolación de la red. El índice compuesto (IComp/CCIf) sintetiza estos componentes y facilita priorizar parches balanceados (buen tamaño, buena posición y función de conector). Dada la baja tolerancia de *A. terranova* a la matriz transformada, los parches con alta dPC_{connector} y dPC_{flux} cercanos a cursos de agua/bosques riparios cobran especial relevancia. Limitaciones y mejoras. (i) Ajustar el umbral de dispersión con información específica de la especie o evidencias locales; (ii) explorar sensibilidad del IComp a distintos pesos

(p.ej., dar mayor peso a dPCconnector para especies con fuerte restricción de movimiento en matriz); (iii) integrar calidad de hábitat (microclima, cobertura de dosel) y presiones (ruido, vías, asentamientos); (iv) simular escenarios de restauración (reforestación de micro-enlaces riparios) y cambio de uso.

Conclusión

La red actual de hábitat muestra dependencia de pocos parches con altas fracciones de PC y con función conectora. El CCIf/IComp permite priorizar parches estratégicos que combinan área, flujo y conectividad estructural, clave para una rana endémica y sensible a la matriz como *A. terranova*. Se recomienda proteger y restaurar parches con alta dPCconnector y dPCflux, especialmente en corredores riparios y zonas de baja resistencia según Huella Humana 2018. Además, estos hallazgos se enmarcan en los objetivos del curso, enfatizando la interpretación ecológica más allá de la mera ejecución técnica del código. Se consideran las implicaciones para la conectividad funcional y estructural, la priorización de parches y enlaces, y los potenciales usos para orientar acciones de conservación y manejo del paisaje.

Material anexo

- Script de R con el análisis completo y comentado (archivo. R).
- Tabla_pc.csv

Referencias (formato APA)

- Correa-Ayram, C. A., Etter, A., Díaz-Timoté, J., & Rodríguez Buriticá, S. (2018). Patterns and drivers of human footprint in Colombia: Implications for biodiversity conservation. *Ecological Indicators*, 94, 117-127. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.009>
- Galvis-Jiménez, J. M., Correa Ayram, C. A., & Etter, A. (2023). Makurhini: An R package for landscape connectivity analysis. *Ecology and Evolution*, 13(2), e9814. <https://doi.org/10.1002/ece3.9814>