

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 21-450 (624 de 2021 ANH) ENTRE LA
AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS – ANH Y EL INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT -
INSTITUTO HUMBOLDT**

Producto 4. Informe con el análisis de diversidad de mamíferos, anfibios, reptiles, aves, colémbolos, himenópteros terrestres, lepidópteros diurnos, coleópteros escarabeidos y melolóntidos, e insectos estridulantes, ictiofauna, macrófitas, macroinvertebrados, perifiton, fitoplancton y zooplancton.



Noviembre de 2022

Reptiles



Lepidoblepharis sp. (IAvH-R-9746)

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
LISTA DE TABLAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE ANEXOS	7
Equipo de trabajo	8
Formulación propuesta y diseño muestral	8
Resumen	9
Introducción	10
Metodología	12
Diseño del muestreo	12
Toma de datos en campo	13
Preparación de especímenes	16
Preparación de datos	18
Resultados	19
Esfuerzo de muestreo por temporadas	19
Esfuerzo de muestreo por zona de estudio y temporada climática	20
Esfuerzo de muestreo por cobertura vegetal y temporada climática	22
Composición y diversidad de especies	26
Índices de diversidad	35
Análisis de diversidad beta (NMDS)	46
Complementariedad del muestreo	49
Resultados de análisis específicos realizados	50
Discusión	51
Esfuerzo de muestreo	51
Composición y diversidad de especies	53
Índices de diversidad	56
Distribución espacial de la riqueza y la abundancia de especies	59
Análisis de similitud	59
Conclusiones	63

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Distribución de las unidades de muestreo para el componente de Reptiles, diferenciadas por áreas (Plataformas y Zona de Caracterización general) y coberturas vegetales. Temporada de muestreo Aguas altas (entre el 2 de julio y el 3 de agosto de 2021) y la temporada de Aguas bajas (entre el 17 de marzo y el 11 de abril de 2022). 13
- Tabla 2.** Resumen con la información sobre el número de eventos de muestreo, esfuerzo de muestreo (horas/hombre) y número de individuos de reptiles registrados para cada zona de estudio durante las temporadas de muestreo de aguas altas y aguas bajas, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 18
- Tabla 3.** Tabla resumen con la información sobre el número de eventos de muestreo, esfuerzo de muestreo, abundancia (# de individuos), riqueza de especies y cobertura de muestreo, para el componente de Reptiles entre cada cobertura, durante las temporadas de muestreo de aguas altas y aguas bajas, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 21
- Tabla 4.** Resultados del análisis de diversidad de reptiles basado en el número efectivo de especies, para cada una de las zonas de estudio y para cada temporada (AA: Aguas altas y AB: Aguas bajas). 32
- Tabla 5.** Valores de diversidad específica, observada y calculada para q_0 , q_1 y q_2 considerando el corte de rarefacción de 24 individuos por coberturas (remuestreo Bootstrap = 1000). 36
- Tabla 6.** Diversidad verdadera observada y estimada por cobertura vegetal y temporada climática. 38
- Tabla 7.** Valores del índice de similitud de Jaccard de reptiles entre seis localidades de la cuenca del río Magdalena, Colombia. 46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ejemplo del diseño de muestreo general para el componente de Reptiles respecto a la ubicación de una plataforma petrolera (en amarillo), municipio de Puerto Wilches, Santander. 13
- Figura 2.** Disposición espacial original de las Unidades de Muestreo (UM) para el componente de Reptiles, municipio de Puerto Wilches, Santander. El cuadro amarillo representa la ubicación de la Plataforma Kale con su zona de influencia en verde, el cuadro azul corresponde a la ubicación de la Plataforma Platero con su zona de influencia en rosado y en morado se representa la Zona de Caracterización general sin influencia de plataformas. 14
- Figura 3.** Mapa con la ubicación espacial de las Unidades de Muestreo (UM) para el componente de Reptiles, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 15
- Figura 4.** Trabajo de campo para el muestreo de reptiles, municipio de Puerto Wilches, Santander. 16
- Figura 5.** La imagen superior muestra la preparación de especímenes en campo y la imagen inferior resume el proceso de preparación de especímenes de reptiles. 18
- Figura 6.** Cobertura de muestreo para el método de captura VES/transectos para el componente de Reptiles, durante la temporada de aguas altas y aguas bajas. 20
- Figura 7.** Cobertura de muestreo alcanzada para cada zona de estudio (Kalé, Platero y Caracterización), durante las temporadas climáticas de aguas altas (izquierda) y aguas bajas (derecha), municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 22
- Figura 8.** Cobertura de muestreo de Reptiles alcanzada para cada cobertura vegetal, entre las temporadas climáticas de aguas altas (arriba) y aguas bajas (abajo), municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 25
- Figura 9.** Número de géneros y especies por cada familia de reptiles registrados durante el levantamiento de información de Línea Base para evaluación de los PPII, en el municipio de Puerto Wilches-Santander, Colombia 26
- Figura 10.** Variación entre la riqueza y la abundancia total para las diez familias de reptiles con mayor número de especies registradas durante el levantamiento de información de Línea Base para evaluación de los PPII, en el municipio de Puerto Wilches-Santander, Colombia. 27
- Figura 11.** Curvas de rango-abundancia general, mostrando la variación de la estructura de reptiles entre las temporadas de estudio para las especies más abundantes. 28

- Figura 12.** Curvas de rango-abundancia de las tres zonas de estudio muestreadas, mostrando la variación de la estructura de reptiles. 29
- Figura 13.** Gráfica de barras mostrando la variación en la riqueza de especies de reptiles entre las coberturas muestreadas y las temporadas en el área de estudio, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 31
- Figura 14.** Gráfica de barras mostrando la variación en la abundancia de reptiles entre las coberturas muestreadas y las temporadas en el área de estudio, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 32
- Figura 15.** Curvas de rarefacción basado en los estimadores q_0 (A), q_1 (B) y q_2 (C), indicando los valores de diversidad específica para el grupo de reptiles, en el área de estudio durante las dos temporadas muestreadas. 35
- Figura 16.** Perfiles de diversidad estimada (riqueza efectiva de especies) de reptiles entre zonas de estudio, y entre la temporada de aguas altas. A= Q_0 ; B= Q_1 ; C= Q_2 . 36
- Figura 17.** Perfiles de diversidad estimada (riqueza efectiva de especies) de reptiles entre zonas de estudio, y entre la temporada de aguas bajas. A= Q_0 ; B= Q_1 ; C= Q_2 . 37
- Figura 18.** Perfiles de diversidad estimada (riqueza efectiva de especies) de reptiles, por cobertura vegetal en el municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. (A) Valores de diversidad estimada considerando todas las abundancias de reptiles; (B) Valores de diversidad estimada considerando el corte de rarefacción a 24 individuos para cada cobertura. 38
- Figura 19.** Mapa de calor mostrando la variación espacial de la riqueza de reptiles durante la temporada de Aguas altas, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. El cuadro amarillo representa la ubicación de la Plataforma Kale y el cuadro azul corresponde a la ubicación de la Plataforma Platero. 42
- Figura 20.** Mapa de calor mostrando la variación espacial de la riqueza de reptiles durante la temporada de Aguas bajas, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 43
- Figura 21.** Mapa de calor mostrando la variación espacial de la abundancia de reptiles durante la temporada de Aguas altas (AA), municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 44
- Figura 22.** Mapa de calor mostrando la variación espacial de la abundancia de reptiles durante la temporada de Aguas bajas (AB), municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 45
- Figura 23.** Gráfica de estrés de la NMDS de reptiles utilizando la distancia de Bray-Curtis sobre la matriz de abundancia de reptiles. 46

Figura 24. Representación de las temporadas en el espacio de la NMDS para reptiles entre temporadas (arriba) y entre zonas (abajo). Las líneas de color gris conectan las Unidades de Muestreo (ANH). Municipio Puerto Wilches, departamento de Santander. 47

Figura 25. Representación de las coberturas de muestreo del componente de reptiles en el espacio NMDS. Las líneas de color gris conectan las unidades de muestreo (ANH) entre las dos temporadas. Municipio de Puerto Wilches, Santander. 48

Figura 26. Dendrograma de similitud de reptiles entre seis diferentes áreas situadas en la cuenca del Magdalena, bajo los 500 m. de elevación. 50

Figura 27. Puntos de registro para las especies de reptiles consideradas de interés, dentro del área de estudio, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander, Colombia. 54

Figura 28. Mortalidad de algunos grupos de reptiles como babillas y serpientes en el área de estudio, debido a cacería y atropellamiento vehicular, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. 55

Figura 29. Distribución de las especies de reptiles registradas en el espacio NMDS 60

Figura 30. Mapa de coberturas del área de estudio, con la ubicación de las unidades de muestreo para reptiles; municipio de Puerto Wilches, Santander. 61

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1- Reptiles. Listado de especies de reptiles y sus abundancias registradas para cada cobertura y zona de estudio, entre las temporadas de Aguas altas (AA) y Aguas bajas (AB). Las coberturas son: Br (Bosque Ripario); Ba (Bosque abierto); Bd (Bosque denso); He (Herbazal); Ca (Cuerpo de agua); P (Pastos); V (Vías). Las categorías de amenaza para cada especie se presentan según la Lista Roja de especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) de 2022. Las categorías presentadas corresponden a: LC (Preocupación menor), NE (No Evaluado) (Buscar este anexo en Anexo General). 0

Anexo 2. Especies de reptiles potenciales registradas en campo y zonas aledañas al área de estudio.(Buscar este anexo en Anexo General) 4

Anexo 3. Fotografías en vida de algunas especies de lagartos (Squamata: Sauria) registrados durante el levantamiento de la Línea Base de Reptiles. (A) *Alopoglossus festae*; (B) *Ameiva ameiva*; (C) *Anolis auratus*; (D) *Anolis tropidogaster*; (E) *Basiliscus galeritus*; (F) *Diploglossus monotropis*; (G) *Gonatodes albogularis*; (H) *Hemidactylus frenatus*; (I) *Holcosus festivus*; (J) *Iguana iguana*; (K) *Lepidoblepharis xanthostigma*; (L) *Lepidoblepharis sp.*; (M) *Loxopholis rugiceps*; (N) *Sphaerodactylus lineolatus*; (O) *Thecadactylus rapicauda*. 0

Anexo 4. Fotografías en vida de algunas especies de serpientes (Squamata: Serpentes) registrados durante el levantamiento de la Línea Base de Reptiles. (A) *Atractus sp.*; (B) *Bothrops asper*; (C) *Chironius spixi*; (D) *Corallus ruschenbergerii*; (E) *Enuliophis sclateri*; (F) *Erythrolamprus melanotus*; (G) *Helicops danieli*; (H) *Imantodes cenchoa*; (I) *Leptophis ahaetulla*; (J) *Leptodeira annulata*; (K) *Liotyphlops bondensis*; (L) *Mastigodryas boddaerti*; (M) *Micrurus dumerilii*; (N) *Oxybelis aeneus*; (O) *Oxyrhopus petolarius*; (P) *Tantilla melanocephala*; (Q) *Thamnodynastes gambotensis*; (R) *Porthidium lansbergii* 1

Anexo 5. Fotografías en vida de las especies de tortugas (Testudinata) y babilla (*Caiman crocodilus*; *Crocodylia*) registrados durante el levantamiento de la Línea Base de Reptiles. (A) *Kinosternon scorpioides*; (B) *Rhinoclemmys melanosterna*; (C) *Trachemys callirostris*; (D) *Caiman crocodilus*. 2

Anexo 6. Curvas de rango-abundancia de las coberturas muestreadas, mostrando la variación de la estructura de reptiles entre las temporadas de muestreo de aguas altas y aguas bajas. 0

Equipo de trabajo

Coordinadores

Julián Andrés Rojas Morales
Alejandra María Salazar Guzmán

Formulación metodología y apoyo a diseño muestral

Andrés R. Acosta-Galvis
Julián Andrés Rojas Morales
Alejandra María Salazar Guzmán

Investigadores aguas altas

Julián Andrés Rojas Morales
Alejandra María Salazar Guzmán
Viviana María Cartagena Otálvaro
Diego Alexander Alzate Estrada

Investigadores aguas bajas

Julián Andrés Rojas Morales
Alejandra María Salazar Guzmán
Alejandra Arias Escobar
Iván Leonardo Niño Cárdenas

Guías de campo aguas altas

Wilfrido Pacheco
Feisal Hernández

Guías de campo aguas bajas

Luis Carpintero
María Alejandra Martínez

Generación de informe final

Julián Andrés Rojas Morales
Andrés F. Aponte-Gutiérrez
Yeny R. López-Perilla
Alejandra María Salazar Guzmán
Sandra P. Galeano

Resumen

Durante dos jornadas de campo entre el 2 de julio y el 3 de agosto de 2021 (Aguas altas) y entre el 17 de marzo y el 11 de abril de 2022 (Aguas bajas), se llevó a cabo el levantamiento de información de campo para adelantar una línea base de biodiversidad de reptiles en las zonas de influencia de los PPII Kalé, Platero, y un área de caracterización, ubicada al este del polígono de interés. Los reptiles se muestrearon a través de búsquedas por encuentros visuales (VES), a lo largo de transectos de 200 x 4 m distribuidos en las tres zonas y bajo diferentes coberturas vegetales (bosques, herbazales, pastos, cuerpos de agua como ciénagas y vías). En total, se registraron 1035 individuos de 46 especies, de los órdenes Crocodylia, Squamata y Testudines, que corresponden al 40 % de los reptiles potencialmente registrados para el área de estudio y las zonas aledañas. Las serpientes fueron el grupo más representativo con 23 especies del total. La cobertura del muestreo mostró en general valores altos de representatividad ($> 0,80$) al evaluar entre temporadas, zonas y coberturas vegetales (a excepción de Bosques abiertos y Pastos). Según los resultados de diversidad, la temporada de Aguas bajas (segunda temporada de muestreo) presentó los mayores valores, y, en cuanto a las coberturas vegetales, los bosques riparios mostraron una tendencia a presentar una mayor riqueza y diversidad de especies respecto a las otras tres coberturas (Bosque denso, Herbazal y Cuerpos de agua), pero dado el diseño desbalanceado de muestreo, no fue posible identificar si esta consistió en la cobertura más diversa respecto a todas las demás. Sin embargo, sí fue posible identificar a los Cuerpos de agua como la cobertura menos diversa de todas, resultado que ya había sido reportado previamente para la región. En cuanto a la composición y estructura de especies, las tres coberturas boscosas evaluadas fueron similares entre ellas y fueron cercanas a los Herbazales; mientras que los Pastos fueron los más disímiles respecto a las demás coberturas evaluadas, un resultado que pudo estar influenciado por el bajo esfuerzo de muestreo que lo representó, así como también, por la baja complejidad del ensamblaje de reptiles allí detectada.

Introducción

La cuenca media del río Magdalena es una vasta región que, por su heterogeneidad de ecosistemas terrestres y acuáticos, estabilidad climática, variada topografía y una dinámica historia geológica, es un territorio de reptiles. Desde comienzos del siglo XIX cuando Alexander von Humboldt estudió los caimanes del Magdalena (*Crocodylus acutus*, Cuvier 1807) durante su viaje entre Cartagena y Honda (Von Humboldt, A., 1982), el conocimiento sobre este grupo biológico se ha incrementado en términos de su diversidad, distribución e historia natural (Moreno-Arias, R. A., Medina-Rangel, G. F., & Castano-Mora, O. V., 2008); (Restrepo, A., Molina-Zuluaga, C., Hurtado, J. P., Marín, C. M., & Daza, J. M., 2017); (Medina-Rangel, G. F., 2011), (Medina-Rangel, G. F., 2013); (Rojas-Morales, J.A., 2012); (Rojas-Morales, J. A., Marín-Martínez, M., y Zuluaga-Isaza, J. C., 2018), (Rojas-Morales, J. A., Marín-Martínez, M., y Zuluaga-Isaza, J. C., 2019); (Vargas-Salinas, F., y Aponte-Gutiérrez, A, 2016); (Meza-Joya, F. L., Rojas-Morales, J. A., y Ramos, E., 2020). También se han identificado diferentes factores que amenazan la supervivencia de algunas especies de uso humano, como tortugas, iguanas y caimanes (Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A., Lasso, O. V. Castaño-Mora & Bock, B. C., 2012), pero otras especies menos notorias y conocidas para las personas, como lagartos y serpientes, han recibido poca o nula atención en términos de investigación y acciones para su conservación, a pesar de ser vulnerables a la pérdida de hábitat y sacrificio indiscriminado (Lynch, J.D., 2012); (Lynch, J.D., 2015); (Lynch *et al.*, 2014).

La dinámica económica en el valle medio del río Magdalena durante el último siglo ha conllevado a una profunda transformación ambiental, evidenciada en la disminución de las coberturas naturales con su consecuente efecto en la fauna silvestre (Palacio, G, González, J, Yepes, F, Carrizosa, J, Palacio, L, Montoya, C & Márquez, G, 2001); (Ocampo-Peñuela *et al.*, 2018). Según (Etter, A., 1998), el grado de desconocimiento biológico y la acelerada destrucción de los hábitats naturales hacen del Magdalena medio una región de alta prioridad para la investigación y promoción de la conservación de ecosistemas. El área particular en la que se desarrolló este estudio, ubicada en el municipio de Puerto Wilches, Santander-, no es la excepción a esta descripción, debido a que hasta comienzos del siglo XX persistían los bosques primarios que bordeaban el río Magdalena, pero, después de la sucesión de diferentes actividades productivas (e.g. construcción ferroviaria, actividad petrolera, establecimiento de monocultivos), dichos bosques se han sido reducidos notablemente hasta abarcar tan solo el 18% de todo el territorio en la actualidad. A pesar de este acelerado cambio ambiental, se desconoce cómo y en qué grado han sido impactadas las poblaciones de fauna silvestre en general y de los reptiles en particular.

A medida que nuevas áreas de la cuenca del río Magdalena son objeto de prospección biológica y, en particular herpetológica, se aumenta el cuerpo de datos que permite poner a prueba hipótesis taxonómicas, ecológicas (Medina-Rangel, G. F., 2013), y biogeográficas (Rojas-Morales, J.A., 2012); (Meza-Joya, F. L., Rojas-Morales, J. A., y Ramos, E., 2020), las cuales en conjunto permiten entender la compleja dimensión espacio-temporal de los reptiles y sus relaciones con el ambiente, en esta importante región de Colombia. Son estos estudios, por ejemplo, los que definen no sólo el descubrimiento de nuevas especies, sino que además sientan las bases del conocimiento sobre el estado de conservación de las mismas en las zonas estudiadas.

En este sentido, y hasta donde tenemos conocimiento, este trabajo es el primer estudio para desarrollar una línea base de conocimiento de los reptiles de Puerto Wilches, cuyos objetivos específicos son: (1) Identificar las especies presentes y definir un listado general, y, (2) establecer patrones de riqueza, composición y estructura relacionadas a pulsos de inundación, zonas de interés identificadas y, en lo posible, coberturas vegetales, que sirvieran como base para posteriores evaluaciones de impactos de nuevos usos del suelo o actividades en la región.

Metodología

Diseño del muestreo

Para generar el diseño de muestreo para todos los grupos biológicos, incluyendo a los reptiles, se tuvieron en cuenta dos factores principales que pudieran ser considerados en estudios posteriores que se enfoquen en evaluar el impacto de acciones en las áreas de ubicación de las plataformas: (1) distancia a las plataformas, esperando que a mayor cercanía a la plataforma los posibles impactos a los reptiles puedan ser mayores y (2) inclusión de un punto situado a una distancia mayor a 6 km que se espera pueda tener un impacto cero. De esta manera, se propuso un diseño de muestreo específico para áreas cercanas a las plataformas de interés para el grupo de reptiles (**Figura 1**).

En el área de estudio, la distribución espacial juega un factor importante en el diseño en torno a la distancia debido a la existencia de dos gradientes espaciales observados: uno de sur a norte en el cual el entorno se transforma de territorios netamente agrícolas a sitios agropecuarios susceptibles a la inundación y, un gradiente de occidente a oriente en el cual existe un cambio de territorios agropecuarios a relictos de bosques conservados cercanos a la Ciénaga de Paredes, la cual es el principal cuerpo de agua en términos de extensión dentro del polígono general de estudio. Se realizó un pareo entre los dos gradientes y la distancia.

Así pues, para la selección de las unidades de muestreo para todos los grupos biológicos, se dispusieron los puntos de muestreo de forma aleatoria, aunque teniendo en cuenta algunos factores tales como distancia entre los puntos (la cual debía ser mayor a 1 km), distancia a las vías, y, representación de diferentes coberturas vegetales tales como, por ejemplo, los bosques presentes en la zona, los cuerpos de agua más cercanos a las plataformas, y, además, se realizó un pareo de cercanía a las vías debido al comportamiento del grupo biológico (**Figura 2**). Algunos puntos fueron localizados en los municipios de Sabana de Torres y Barrancabermeja para caracterizar distintos tipos de paisaje que pudieran enriquecer el análisis de la zona de estudio. Sin embargo, las Unidades de Muestreo en estos municipios no pudieron ser muestreadas debido a inconvenientes con los permisos de acceso. Finalmente se obtuvieron 40 puntos de muestreo los cuales se presentan a continuación (**Figura 3**).

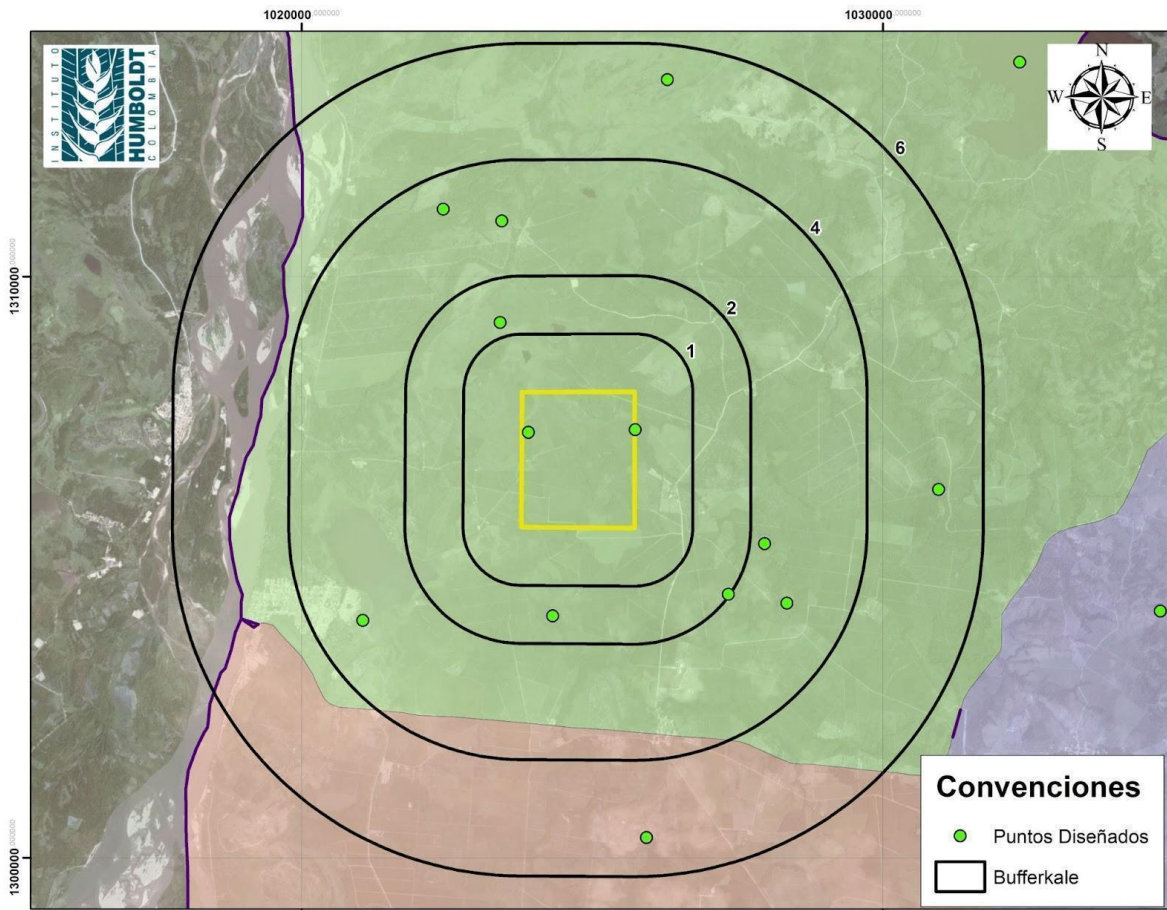


Figura 1. Ejemplo del diseño de muestreo general para el componente de Reptiles respecto a la ubicación de una plataforma petrolera (en amarillo), municipio de Puerto Wilches, Santander.

Toma de datos en campo

Durante el período comprendido entre el 2 de julio y el 3 de agosto de 2021 (aguas altas) y entre el 17 de marzo al 11 de abril de 2022 (aguas bajas) se llevaron a cabo las salidas de campo para el levantamiento de la información de Reptiles. En total, para ambas temporadas se muestrearon 39 y 40 UM, respectivamente. El número de UM muestreadas para cada zona de influencia (Kalé, Platero y Zona de Caracterización) y para cada cobertura se presenta en la **Tabla 1**. Debido a inconvenientes asociados a los permisos de acceso a algunos predios, no pudieron ser muestreadas todas las UM en ambas temporadas. Así, por ejemplo, durante la temporada de aguas altas las UM definidas para el municipio de Barrancabermeja no pudieron ser muestreadas, y para la fase de aguas bajas una de las UM (ANH_374) no pudo ser incluida debido a que no se otorgó dicho permiso. No obstante, estas unidades de muestreo fueron reubicadas para que no cambiara el esfuerzo de muestreo propuesto.

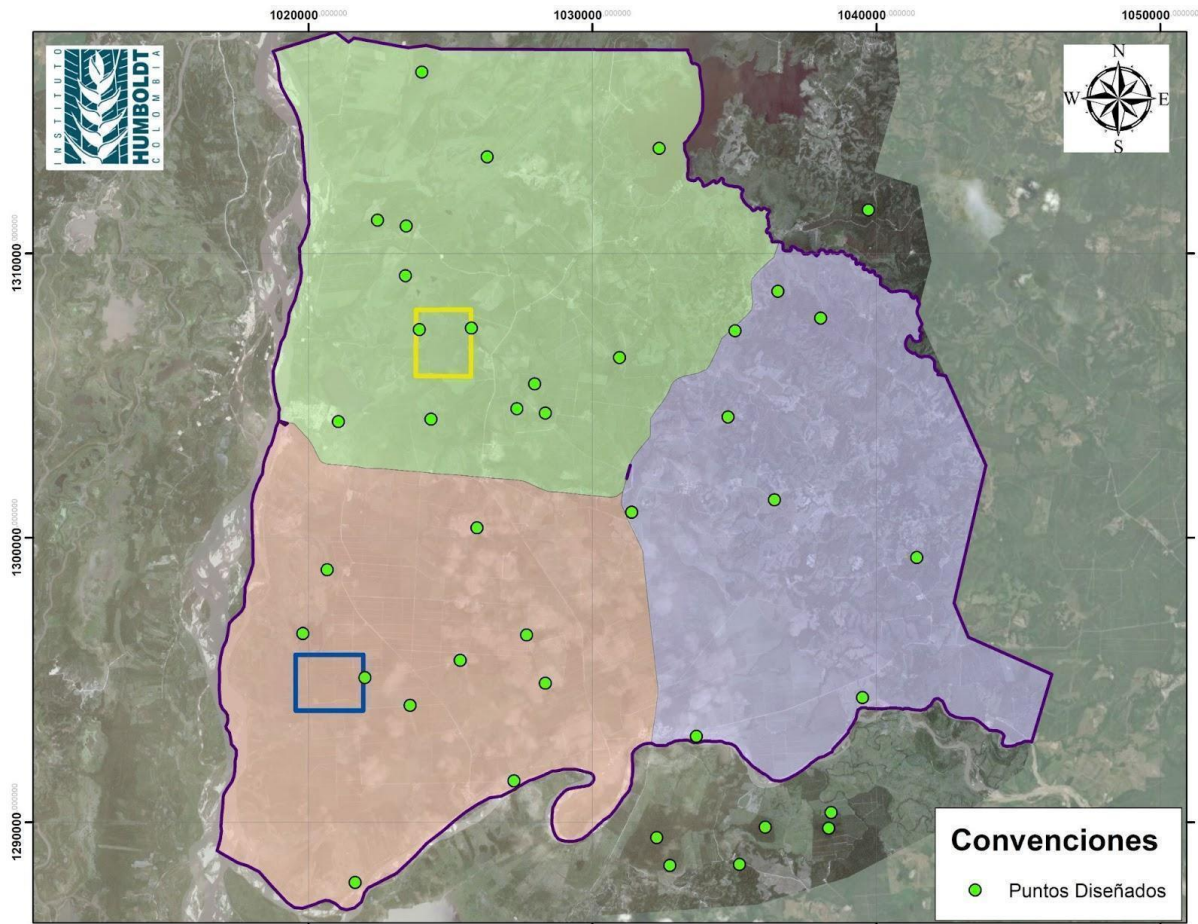


Figura 2. Disposición espacial original de las Unidades de Muestreo (UM) para el componente de Reptiles, municipio de Puerto Wilches, Santander. El cuadro amarillo representa la ubicación de la Plataforma Kale con su zona de influencia en verde, el cuadro azul corresponde a la ubicación de la Plataforma Platero con su zona de influencia en rosado y en morado se representa la Zona de Caracterización general sin influencia de plataformas.

Teniendo en cuenta que los reptiles Neotropicales son altamente dependientes de la cobertura vegetal (Tiffany M. Doan, & Wilfredo Arizabal Arriaga, 2002); (Gardner, T.A., Ribeiro-Júnior, M.A., Barlow, J., Avila-Pires, T.C.S., Hoogmoed, M. & Peres, C.A., 2007) y que evidencian cambios en la composición y estructura de las comunidades cuando se presentan procesos de alteración y pérdida de hábitats (Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M., & Reynoso, V. H., 2006); (Carvajal-Cogollo, J.E. & Urbina-Cardona, J.N., 2008), se seleccionaron las UM en diferentes tipos de coberturas: Bosque denso (Bd), Bosque abierto (Ba), Bosque ripario (Br), Cuerpo de agua (Ca), Herbazal (H), Pastos (P) y Vías (V). Todas estas coberturas se encuentran inmersas en una matriz dominada por cultivos de palma de aceite.

En cada unidad de muestreo se establecieron tres (3) transectos de 200 x 4 m que fueron recorridos por dos (2) investigadores acompañados por un guía de campo. Los transectos fueron muestreados entre las 13:00 – 18:00 h y entre las 18:30 – 23:30 h. Los individuos fueron capturados manualmente o con ayuda de ganchos

herpetológicos en el caso de algunas serpientes (**Figura 4**). Los muestreos fueron realizados usando la técnica de búsqueda por encuentros visuales (VES por sus siglas en inglés (Crump, M.L. & Scott, N. J., 1994), los cuales consisten en caminatas pausadas por los transectos definidos, buscando los reptiles en microhábitats visualmente accesibles (e.g. hojarasca, suelo desnudo, troncos, hojas, ramas, rocas, etc.) incluyendo cuerpos de agua como quebradas y lagunas inmersas en los hábitats (**Figura 4**). Los muestreos fueron realizados hasta una altura aproximada de 2,5 m, correspondiendo, por tanto, a la evaluación del ensamblaje de reptiles del suelo y sotobosque (Urbina-C J.N. & Londoño-M. M.C., 2003).

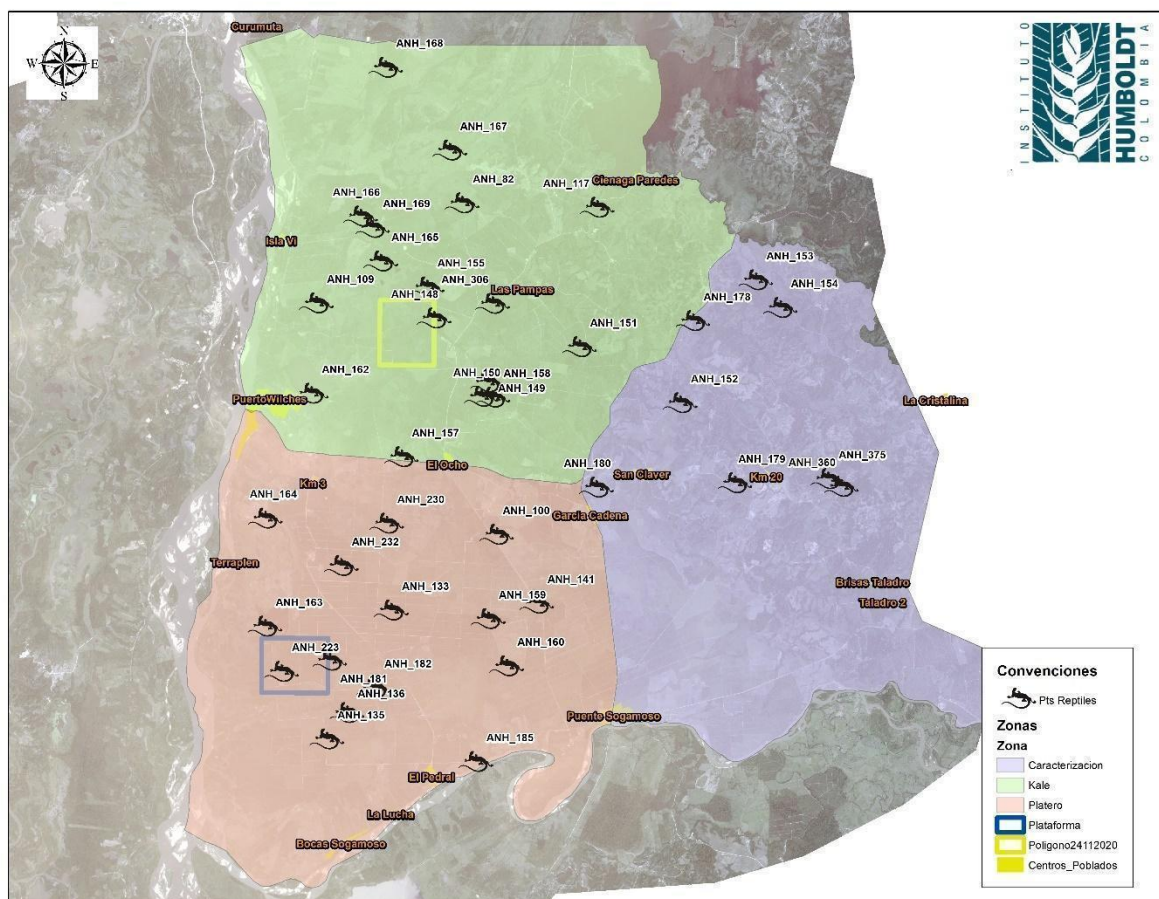


Figura 3. Mapa con la ubicación espacial de las Unidades de Muestreo (UM) para el componente de Reptiles, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.



Figura 4. Trabajo de campo para el muestreo de reptiles, municipio de Puerto Wilches, Santander.

Tabla 1. Distribución de las unidades de muestreo para el componente de Reptiles, diferenciadas por áreas (Plataformas y Zona de Caracterización general) y coberturas vegetales. Temporada de muestreo Aguas altas (entre el 2 de julio y el 3 de agosto de 2021) y la temporada de Aguas bajas (entre el 17 de marzo y el 11 de abril de 2022).

Cobertura	Aguas altas			Aguas bajas		
	Kalé	Platero	Caracterización	Kalé	Platero	Caracterización
Bosque abierto	2	-	-	2	-	-
Bosque denso	-	-	3	-	-	2
Bosque ripario	10	8	4	10	9	5
Cuerpos de agua	1	2	-	1	2	-
Herbazales	4	-	-	4	-	-
Pastos	-	1	-	-	1	-
Vías	-	2	2	-	2	2
Total	17	13	9	17	14	9
	39 UM			40 UM		

Preparación de especímenes

Los especímenes recolectados fueron preparados en campo siguiendo los protocolos establecidos por (Duellman, W.E, 1962) y (Cortez, C., Suárez-Mayorga, A.M. & López-López, F., 2006), con algunas variaciones. El protocolo de eutanización, toma de muestra de tejido, fijación y preservación se resume en la **Figura 5**.

Se definieron tres fuentes primarias de registros: (1) observación, (2) captura y recolecta y (3) registros auditivos. Los individuos registrados mediante observación fueron aquellos de los que se tenía certeza sobre su identificación o aquellos individuos que no pudieron ser capturados, pero de los que se conocía su identidad taxonómica. En la medida de lo posible, se capturaron y recolectaron varios individuos por cada especie registrada, con el fin de enriquecer la Colección de reptiles (IAvH-R) del Instituto Alexander von Humboldt, y corroborar la identificación taxonómica de las mismas en laboratorio.

El protocolo de preparación de Reptiles fue el siguiente: la eutanización fue realizada con inyección intracardiaca de anestésico (Lidocaína 2%). Posterior al sacrificio se tomó una muestra de tejido hepático realizando una pequeña incisión cercana a la axila izquierda por donde se extrajo uno de los lóbulos del hígado. En el caso de las serpientes, el tejido fue extraído mediante incisión entre las placas ventrales. Las muestras de tejido se depositaron en crioviales de 2 ml y fueron sumergidas en etanol al 96%. Posterior a esto, los individuos fueron fijados en formaldehído (Formol 10%) durante 48 h. Cada individuo fue etiquetado con el código consecutivo del/la investigador/a encargado. Después de la fijación se realizó lavado de los especímenes sumergiéndolos en agua durante cuatro días, procurando realizar el cambio de agua tres veces al día. Por último, estos fueron preservados en etanol 70%.

Debe anotarse que, para algunos especímenes, por su pequeño tamaño, las muestras de tejido corresponden a tejido músculo-esquelético, piel de ecdisis y/o fragmentos de cola (en el caso de lagartos). Todos los especímenes recolectados fueron luego ubicados en recipientes plásticos herméticos, cubiertos con papel Wypall humedecido con etanol 70%, y transportados en un vehículo oficial hasta las instalaciones del Instituto Alexander von Humboldt en Villa de Leyva-Boyacá, sede de las colecciones biológicas para su posterior depósito y análisis en laboratorio. Las muestras de tejido fueron embaladas y enviadas a la colección de tejidos del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-CT) en Palmira, Valle del Cauca.

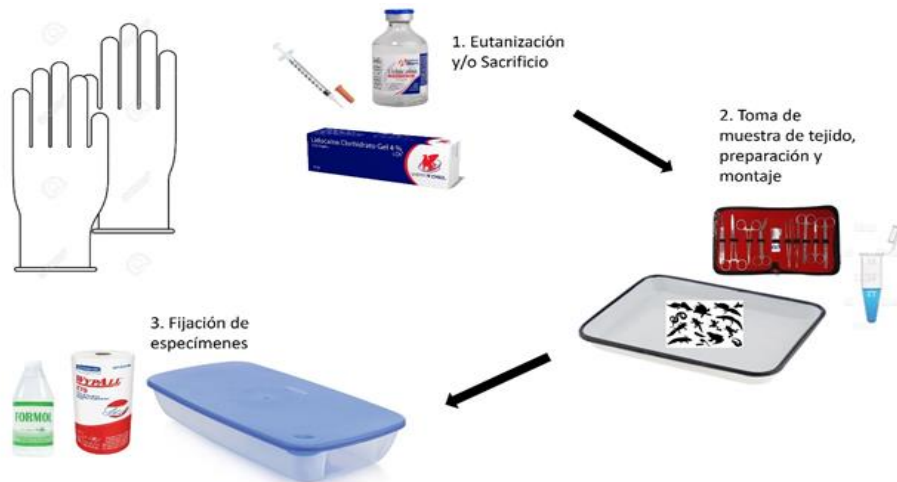


Figura 5. La imagen superior muestra la preparación de especímenes en campo y la imagen inferior resume el proceso de preparación de especímenes de reptiles.

Preparación de datos

Los datos recopilados en campo, tanto los eventos de muestreo como los registros, fueron tabulados en matrices de Excel®, incluyendo toda la información recopilada para los mismos. Dicha matriz original, fue transformada siguiendo el estándar Darwin Core (DwC) (Biodiversity Information Standard), el cual es un requerimiento para el almacenamiento y manejo de información sobre biodiversidad. Dicho DwC incluyó dos hojas de cálculo: una para los eventos de muestreo, con información asociada a las fechas, localidades (Departamento, Municipio, Vereda, localidades), Unidades de Muestreo (UM), coberturas, y esfuerzos de muestreo (horas invertidas por evento), además de otra información como la distancia a las plataformas de Kalé y Platero. La matriz de registros incluyó todas las observaciones en campo de cada individuo registrado (recolectado o no), la cual contiene las horas de registros, el número de transecto, microhábitat, códigos de colector, códigos de fotografías, etc.

Posteriormente, dicho DwC de Reptiles fue sometido a evaluación por parte del equipo I2D del Instituto Humboldt para su validación, y publicación como conjunto de datos que puede ser encontrado aquí:

(http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=reptiles_anh_2021). Con la matriz validada, se construyeron los análisis que se presentan a continuación.

Los eventos de muestreo considerados por cobertura para el ensamblaje de reptiles fueron aquellos que registraron por lo menos un individuo de este grupo, por esta razón, de los 471 eventos de muestreo registrados para las dos temporadas (aguas altas y aguas bajas) solo se tuvieron en cuenta 411 eventos efectivos en los análisis de diversidad por cobertura vegetal.

Considerando que la cobertura de Bosque ripario (Br) presentó una mayor cantidad de unidades muestrales en comparación con los demás hábitats, se realizó un ajuste mediante una curva de rarefacción basado en los estimadores Q0, Q1 y Q2, previamente utilizados (Colwell *et al.*, 2012), teniendo en cuenta la abundancia potencial estimada para la cobertura con menor representatividad, que en este caso fue la de pastos, con una abundancia observada de 12 individuos y esperada de 24, a partir de un remuestreo Bootstrap de 1000 aleatorizaciones, para considerar el hábitat con mayor abundancia (Chao *et al.*, 2014). Los valores obtenidos para cada orden de diversidad, fueron graficados mediante un diagrama de barras combinada con barras de error, con el fin de observar diferencias entre los hábitats y así, poder comparar con la información obtenida de las series de Hill considerando la totalidad de abundancias por cobertura.

Resultados

Esfuerzo de muestreo por temporadas

Temporada aguas altas

Durante la temporada de aguas altas (2 de julio al 3 de agosto de 2021) en el área de estudio fueron realizados 231 eventos de muestreo (transectos), empleando 201,96 horas/hombre (por dos investigadores en campo por evento). Teniendo en cuenta la abundancia de reptiles registrados en las 39 UM muestreadas, la cobertura de muestreo presentó valores de 0,98 para todo el ensamblaje (**Figura 6**). Para esta temporada fueron registrados en total 458 individuos de reptiles.

Temporada aguas bajas

Durante la temporada de aguas bajas (17 de marzo al 11 de abril de 2022) en el área de estudio fueron realizados 240 eventos de muestreo (transectos), empleando 160,05 horas/hombre (por dos investigadores en campo por evento). Teniendo en cuenta la abundancia de reptiles registrados en las 40 UM muestreadas, la cobertura de muestreo presentó valores de 0,98 para todo el ensamblaje (**Figura 6**). Para esta temporada fueron registrados en total 577 individuos de reptiles.

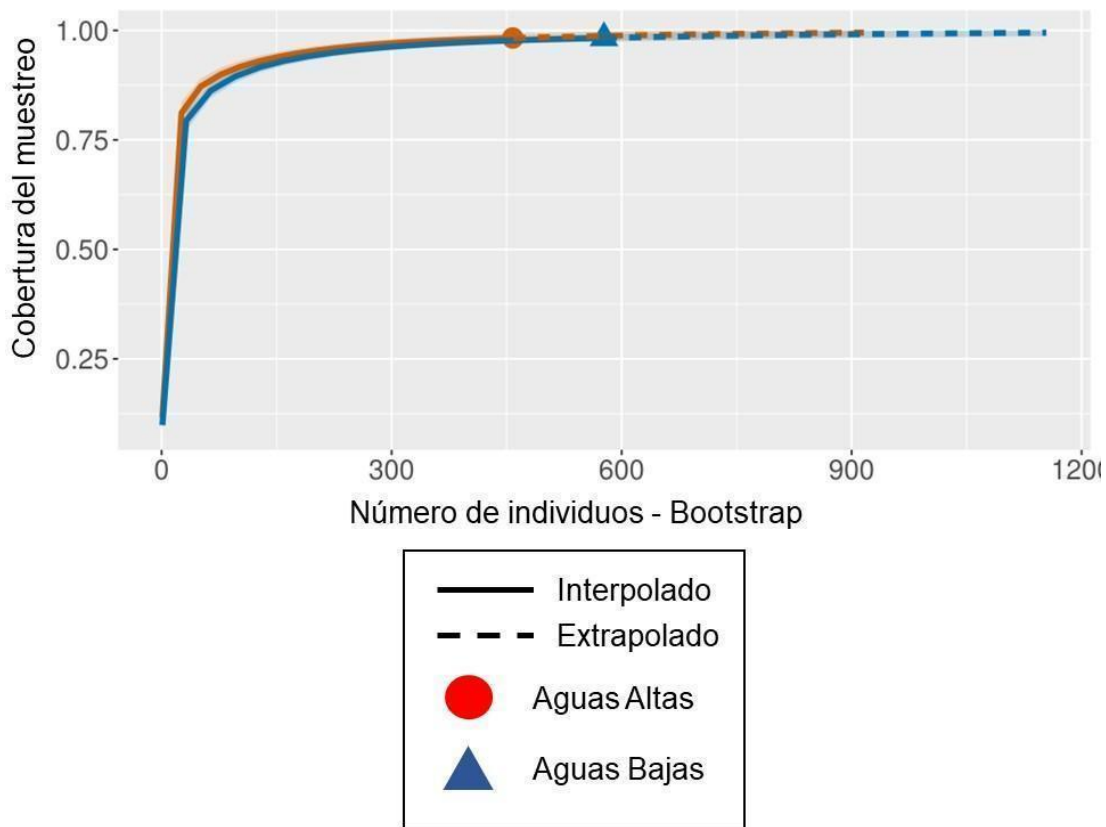


Figura 6. Cobertura de muestreo para el método de captura VES/transectos para el componente de Reptiles, durante la temporada de aguas altas y aguas bajas.

Esfuerzo de muestreo por zona de estudio y temporada climática

Kalé

Para la zona de estudio de Kalé el esfuerzo de muestreo durante la temporada de aguas altas fue de 104 eventos de muestreo, equivalente a 94,75 h/hombre (por dos investigadores en campo por evento). Para esta temporada se registraron 172 individuos de reptiles, con una cobertura de muestreo de 0,95 según los estimadores de diversidad (**Tabla 2, Figura 7**). Para la temporada de aguas bajas, el esfuerzo de muestreo fue de 106 eventos de muestreo, equivalente a 72,52 h/hombre (por dos investigadores en campo por evento). Para esta temporada se registraron 234 individuos de reptiles, con una cobertura de muestreo de 0,96 según los estimadores de diversidad (**Tabla 2, Figura 7**).

Platero

Para la zona de estudio de Platero el esfuerzo de muestreo durante la temporada de aguas altas fue de 78 eventos de muestreo, equivalente a 62,87 h/hombre (por dos investigadores en campo por evento). Para esta temporada se registraron 192 individuos de reptiles, con una cobertura de muestreo de 0,96 según los estimadores de diversidad (**Tabla 2, Figura 7**). Para la temporada de aguas bajas, el esfuerzo de muestreo fue de 84 eventos de muestreo, equivalente a 51,97 h/hombre (por dos investigadores en campo por evento). Para esta temporada se registraron 215 individuos de reptiles, con una cobertura de muestreo de 0,96 según los estimadores de diversidad (**Tabla 2, Figura 7**).

Caracterización

Para la zona de estudio de Caracterización el esfuerzo de muestreo durante la temporada de aguas altas fue de 49 eventos de muestreo equivalente a 44,35 h/hombre (por dos investigadores en campo por evento). Para esta temporada se registraron 94 individuos de reptiles, con una cobertura de muestreo de 0,97 según los estimadores de diversidad (**Tabla 2, Figura 7**). Para la temporada de aguas bajas, el esfuerzo de muestreo fue de 50 eventos de muestreo, equivalente a 35,56 h/hombre (por dos investigadores en campo por evento). Para esta temporada se registraron 128 individuos de reptiles, con una cobertura de muestreo de 0,97 según los estimadores de diversidad (**Tabla 2, Figura 7**).

Tabla 2. Resumen con la información sobre el número de eventos de muestreo, esfuerzo de muestreo (horas/hombre) y número de individuos de reptiles registrados para cada zona de estudio durante las temporadas de muestreo de aguas altas y aguas bajas, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Zona de estudio/Temporada	Aguas altas	Aguas bajas	
Kalé	<i>Eventos muestreo</i>	104	106
	<i>Esfuerzo (h/hombre)</i>	94.75	72.52
	<i>N° individuos</i>	172	234
	<i>Cobertura muestreo</i>	0.95	0.96
Platero	<i>Eventos muestreo</i>	78	84
	<i>Esfuerzo (h/hombre)</i>	62.87	51.97
	<i>N° individuos</i>	192	215
	<i>Cobertura muestreo</i>	0.96	0.96
Caracterización	<i>Eventos muestreo</i>	49	50
	<i>Esfuerzo (h/hombre)</i>	44.35	35.56

N° individuos	94	128
Cobertura muestreo	0.97	0.97

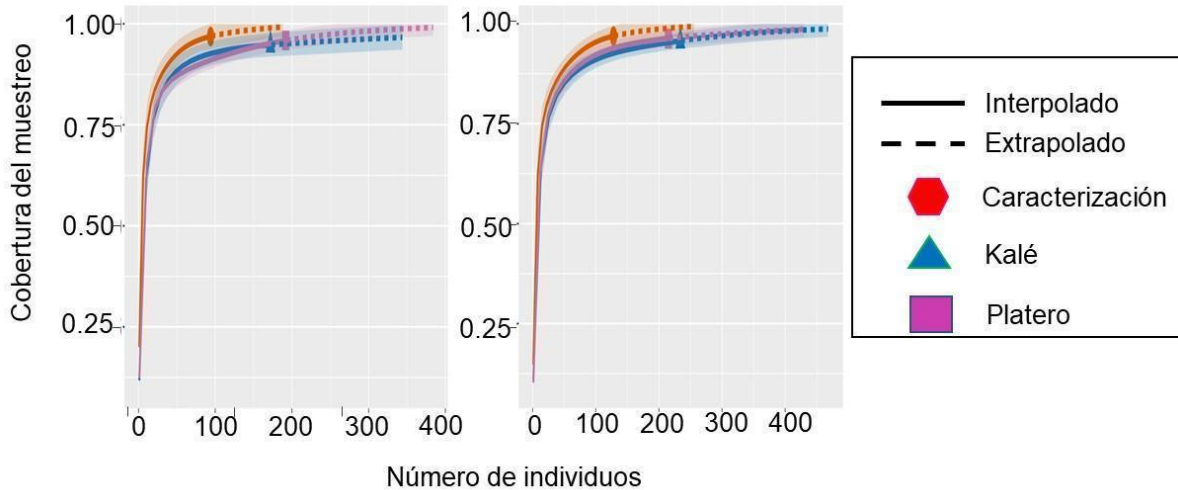


Figura 7. Cobertura de muestreo alcanzada para cada zona de estudio (Kalé, Platero y Caracterización), durante las temporadas climáticas de aguas altas (izquierda) y aguas bajas (derecha), municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Esfuerzo de muestreo por cobertura vegetal y temporada climática

Los eventos de muestreo considerados por cobertura para el ensamblaje de reptiles fueron aquellos que registraron por lo menos un individuo de este grupo, por esta razón, de los 471 eventos de muestreo registrados para las dos temporadas (aguas altas y aguas bajas) solo se tuvieron en cuenta 411 eventos efectivos en los análisis de diversidad por cobertura vegetal. El esfuerzo de muestreo y, por tanto, los valores de abundancias y cobertura de muestreo fueron disímiles entre las coberturas vegetales evaluadas (**Tabla 3**). Los resultados se presentan para cada cobertura, así:

Bosque abierto

Para la temporada de aguas altas, en la cobertura de Bosque abierto se realizaron nueve eventos de muestreo (VES/Transectos). En total fueron registrados cuatro individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,67 según los estimadores de diversidad. Por su parte, para la temporada de aguas bajas también se realizaron nueve eventos de muestreo. Para esta temporada fueron registrados cinco individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,75 (**Tabla 3, Figura 8**).

Bosque denso

Para la temporada de aguas altas, en la cobertura de Bosque denso se realizaron 15 eventos de muestreo. En total fueron registrados 53 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,83 según los estimadores de diversidad. Por su parte, para la temporada de aguas bajas se realizaron 11 eventos de muestreo. Para esta temporada fueron registrados 77 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,8 (**Tabla 3, Figura 8**).

Bosque ripario

Para la temporada de aguas altas, en la cobertura de Bosque ripario se realizaron 118 eventos de muestreo. En total fueron registrados 282 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,97 según los estimadores de diversidad. Por su parte, para la temporada de aguas bajas se realizaron 126 eventos de muestreo. Para esta temporada fueron registrados 324 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,97, idéntica a la temporada de aguas altas (**Tabla 3, Figura 8**).

Herbazal

Para la temporada de aguas altas, en la cobertura de Herbazal se realizaron 19 eventos de muestreo. En total fueron registrados 51 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,94 según los estimadores de diversidad. Por su parte, para la temporada de aguas bajas se realizaron 21 eventos de muestreo. Para esta temporada fueron registrados 70 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,83 (**Tabla 3, Figura 8**).

Cuerpo de agua

Para la temporada de aguas altas, en la cobertura de cuerpos de agua se realizaron 15 eventos de muestreo. En total fueron registrados 19 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,9 según los estimadores de diversidad. Por su parte, para la temporada de aguas bajas igualmente se realizaron 14 eventos de muestreo. Para esta temporada fueron registrados 52 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 1, siendo la única cobertura en la que se alcanzó dicho valor (**Tabla 3, Figura 8**).

Pastos

Para la temporada de aguas altas, en la cobertura de Pastos se realizaron cuatro eventos de muestreo. En total fueron registrados cinco individuos, alcanzando la mínima cobertura de muestreo observada para todas según los estimadores de diversidad (0,11). Por su parte, para la temporada de aguas bajas igualmente se realizaron cinco eventos de muestreo. Para esta temporada fueron registrados siete individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,79 (**Tabla 3, Figura 8**).

Vías

Para la temporada de aguas altas, en las Vías se realizaron 22 eventos de muestreo. En total fueron registrados 37 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,9 según los estimadores de diversidad. Por su parte, para la temporada de aguas bajas igualmente se realizaron 23 eventos de muestreo. Para esta temporada fueron registrados 25 individuos, alcanzando una cobertura de muestreo de 0,89, similar a la presentada en la temporada de aguas altas (**Tabla 3, Figura 8**).

Tabla 3. Tabla resumen con la información sobre el número de eventos de muestreo, abundancia (# de individuos), riqueza de especies y cobertura de muestreo, para el componente de Reptiles entre cada cobertura, durante las temporadas de muestreo de aguas altas y aguas bajas, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Cobertura	Temporada	
	Aguas altas	Aguas bajas
Bosque abierto (Ba)		
<i>Eventos muestreo</i>	9	9
<i>N° individuos</i>	11	7
<i>Riqueza de especies</i>	7	4
<i>Cobertura muestreo</i>	0.67	0.75
Bosque denso (Bd)		
<i>Eventos muestreo</i>	15	11
<i>N° individuos</i>	29	24
<i>Riqueza de especies</i>	7	10
<i>Cobertura muestreo</i>	0.83	0.8
Bosque ripario (Br)		
<i>Eventos muestreo</i>	118	126
<i>N° individuos</i>	306	422
<i>Riqueza de especies</i>	25	34

<i>Cobertura muestreo</i>	0.97	0.97
Cuerpos de agua (Ca)		
<i>Eventos muestreo</i>	15	14
<i>N° individuos</i>	19	52
<i>Riqueza de especies</i>	5	4
<i>Cobertura muestreo</i>	0.9	1
Herbazal (H)		
<i>Eventos muestreo</i>	19	21
<i>N° individuos</i>	51	40
<i>Riqueza de especies</i>	11	13
<i>Cobertura muestreo</i>	0.94	0.83
Pastos (P)		
<i>Eventos muestreo</i>	4	5
<i>N° individuos</i>	5	7
<i>Riqueza de especies</i>	5	3
<i>Cobertura muestreo</i>	0.11	0.79
Vías (V)		
<i>Eventos muestreo</i>	22	23
<i>N° individuos</i>	37	25
<i>Riqueza de especies</i>	11	10
<i>Cobertura muestreo</i>	0.9	0.89

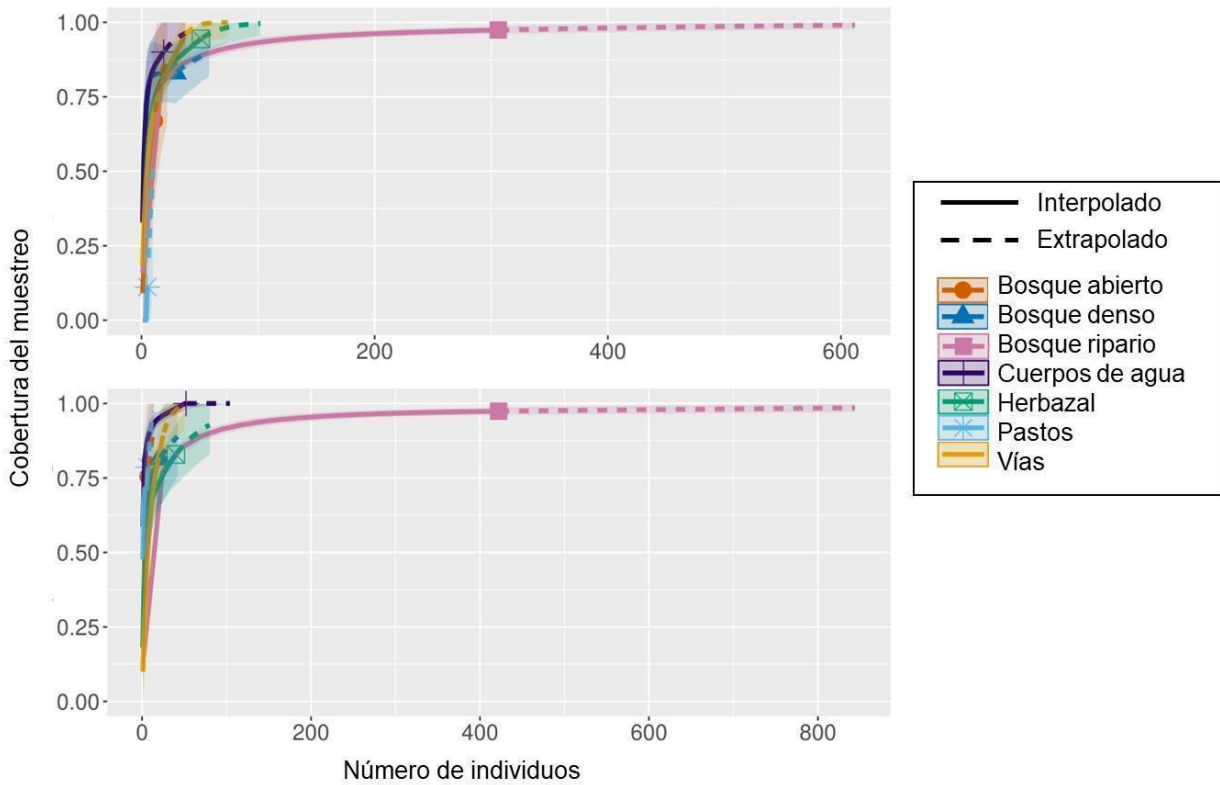


Figura 8. Cobertura de muestreo de Reptiles alcanzada para cada cobertura vegetal, entre las temporadas climáticas de aguas altas (arriba) y aguas bajas (abajo), municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Composición y diversidad de especies

Para toda el área de estudio y para ambas temporadas fueron registrados en total 1035 individuos de reptiles, representando una riqueza de 46 especies agrupadas en los órdenes Crocodylia (1 especie, **Anexo 5**), Testudinata (3 especies, **Anexo 5**) y Squamata (Lagartos [19 especies, **Anexo 3**] y Serpientes [23 especies; **Anexo 4**] (**Anexo 1-Reptiles**)). Del total de individuos registrados, se recolectaron 95 especímenes de reptiles, representando el 9,17% del total. El 93,4% de los individuos registrados fueron identificados a nivel de especie. Resaltamos los siguientes registros: (1) individuos no identificados a nivel de especie: *Atractus* sp, *Lepidoblepharis* sp. *Mabuya* sp.; (2) nuevo registro para el departamento de Santander: *Thamnodynastes gambotensis*; (3) una especie invasora: *Hemidactylus frenatus*. En términos taxonómicos las familias más diversas fueron Colubridae con 17 especies (36,9% del total), Teiidae con 5 (10,8%) y Sphaerodactylidae con 4 (8,6%); el resto de familias taxonómicas estuvieron representados por una o dos especies (**Anexo 1-Reptiles**). La representatividad de géneros entre familias fue muy similar y el número de especies de cada familia fue casi exactamente al número de géneros taxonómicos (**Figura 9**).

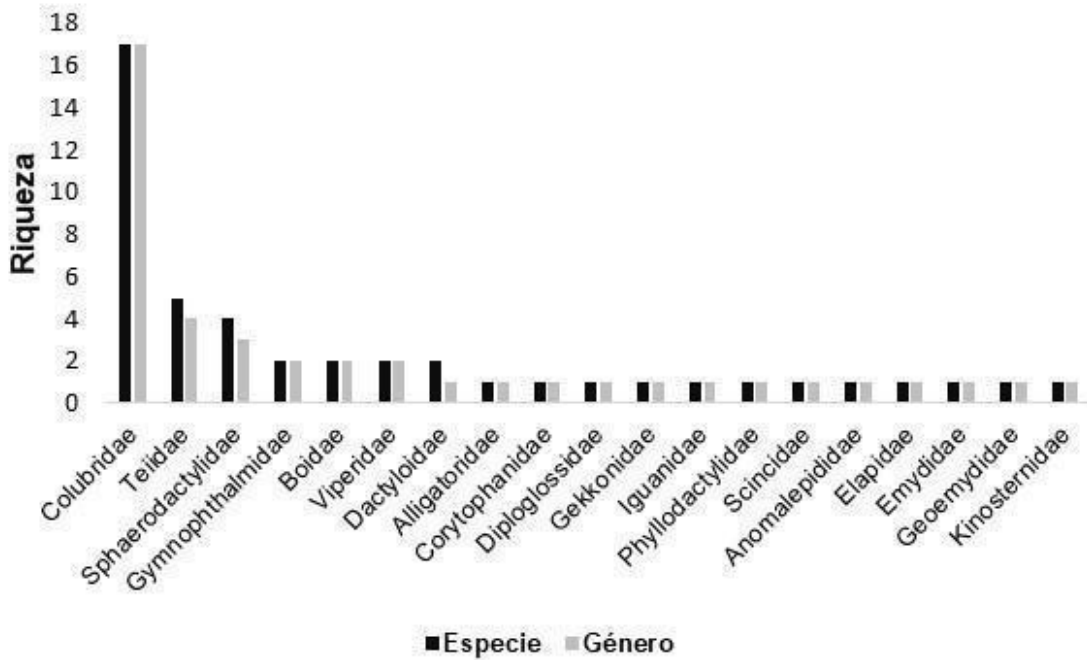


Figura 9. Número de géneros y especies por cada familia de reptiles registrados durante el levantamiento de información de Línea Base para evaluación de los PPII, en el municipio de Puerto Wilches-Santander, Colombia

No obstante, en términos de abundancia, los patrones fueron discontinuos a la organización jerárquica de la riqueza (**Figura 10**), es decir, algunas familias taxonómicas que fueron poco diversas concentraron una alta abundancia, como fue el caso de la familia Dactyloide (**Figura 10**). Las diez especies más abundantes de todo el estudio concentraron el 84% del total de registros; estas fueron: *Basiliscus galeritus* (n = 199), *Gonatodes albogularis* (n = 138), *Loxopholis rugiceps* (n = 130), *Anolis tropidogaster* (n = 116), *Caiman crocodilus* (n = 103), *Anolis auratus* (n = 88), *Imantodes cenchoa* (n = 32), *Leptodeira annulata* (n = 25), *Lepidoblepharis xanthostigma* (n = 21) y *Mabuya* sp. (n = 18). De las 46 especies registradas, 14 (30,4 %) fueron elementos compartidos entre las tres zonas estudiadas (ver **Anexo 1-Reptiles**).

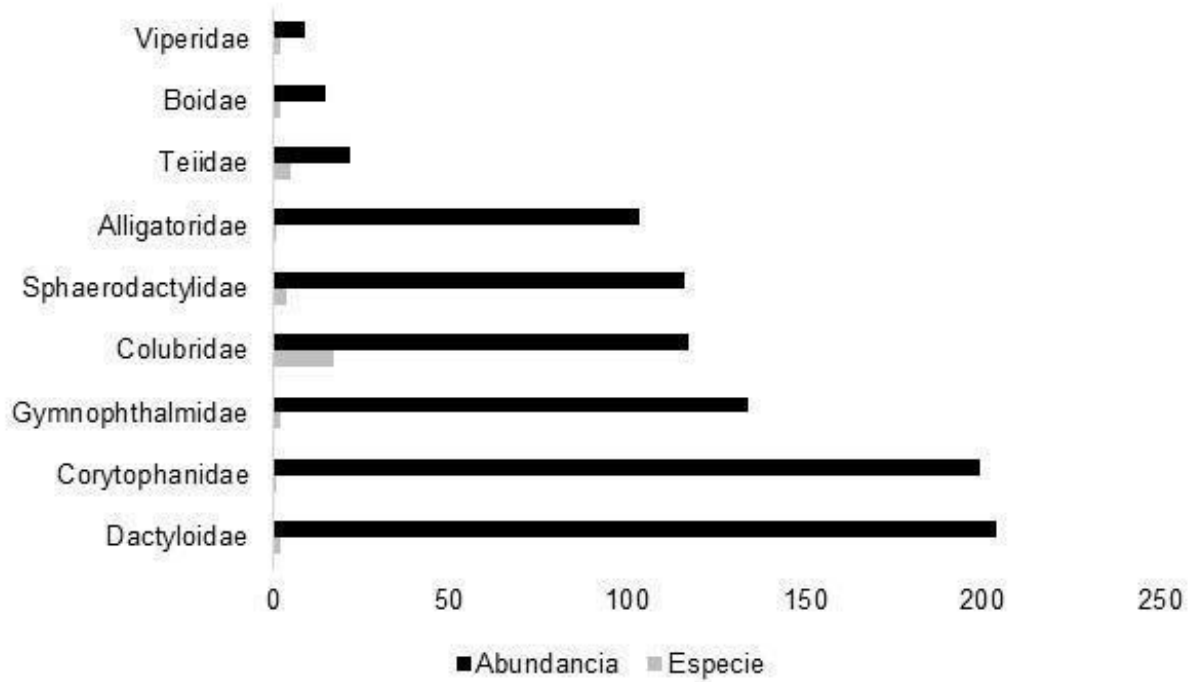


Figura 10. Variación entre la riqueza y la abundancia total para las diez familias de reptiles con mayor número de especies registradas durante el levantamiento de información de Línea Base para evaluación de los PPII, en el municipio de Puerto Wilches-Santander, Colombia.

Variación de la riqueza y abundancia entre temporadas, zonas de estudio y coberturas

Riqueza y abundancia por temporadas climáticas

Durante la temporada de aguas altas se registraron 458 individuos de 33 especies y para la temporada de aguas bajas 577 individuos de 42 especies. A continuación, se presentan los resultados analizados con detalle para cada temporada, zona y coberturas.

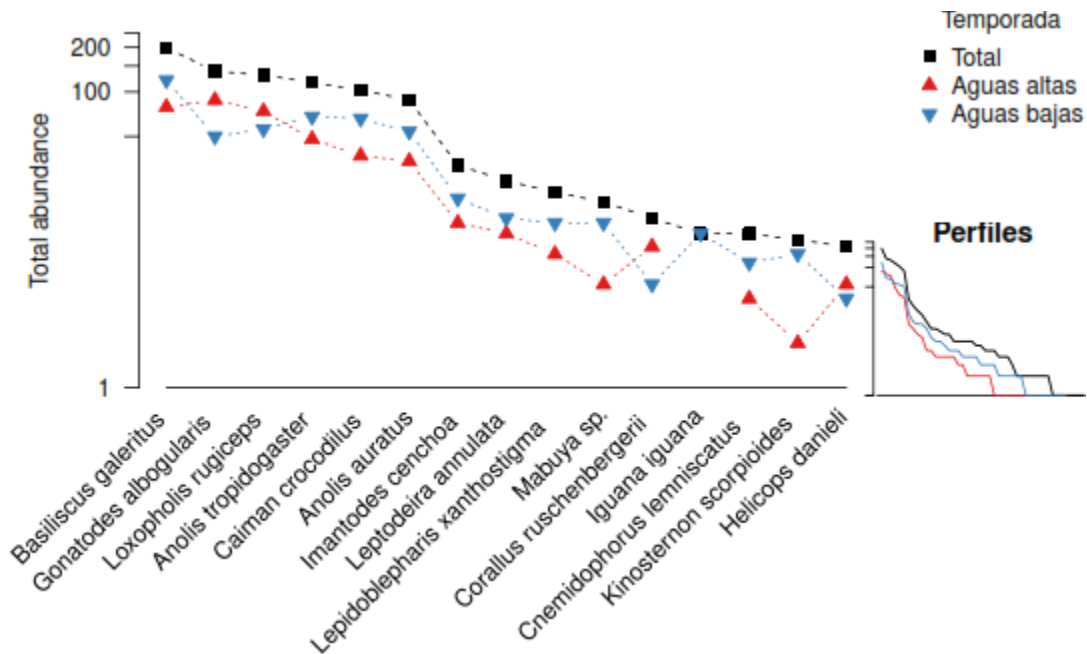


Figura 11. Curvas de rango-abundancia general, mostrando la variación de la estructura de reptiles entre las temporadas de estudio para las especies más abundantes.

Las curvas de rango-abundancia, al considerar las especies con mayor número de registros, tendieron a mostrar un patrón de mayor abundancia para la mayoría de especies en la temporada de aguas bajas respecto a la de aguas altas (**Figura 11**).

Temporada aguas altas

De todas las especies registradas durante esta temporada, el gecko *Gonatodes albogularis* fue la especie más abundante con 88 individuos, seguida por *Basiliscus galeritus* con 79 y *Loxopholis rugiceps* con 74. Estas tres especies concentraron el 52,6 % de los registros de reptiles durante esta fase de estudio (**Figura 11; Anexo 1-Reptiles**). *Anolis tropidogaster* con 48 registros, *Caiman crocodylus* con 37 registros y *A. auratus* con 34 registros presentaron abundancias intermedias. Por último, dentro del conjunto de especies raras (con cinco observaciones o menos) se encontraron algunos lagartos y serpientes como *Diploglossus monotropis*, *Sphaerodactylus lineolatus*, *Liotyphlops albirostris*, *Atractus sp.* entre otras (**Anexo 1-Reptiles**). La especie *Atractus sp.* solo fue registrada durante esta temporada.

Temporada aguas bajas

Durante esta temporada, el lagarto *B. galeritus* fue la especie más abundante con 120 individuos, seguido por *A. tropidogaster* con 68, *C. crocodylus* con 66 y *G. albogularis* con 50. Estas cuatro especies concentraron el 52,6% de los registros de reptiles durante esta fase de estudio (**Figura 11; Anexo 1-Reptiles**). A su vez, se observaron otras especies con abundancias intermedias como las serpientes

Imantodes cenchoa con 19 individuos y *Leptodeira annulata* con 14, y gecko de hojarasca *Lepidoblepharis xanthostigma* con 13. La mayoría de especies de reptiles presentaron cinco observaciones o menos, entre las que se destacan las especies *Alopoglossus festae* y *Lepidoblepharis* sp. las cuales solo fueron registradas en esta temporada.

Riqueza y abundancia por zonas de estudio y por temporadas

En general, las especies *B. galeritus* y el gecko *G. albogularis* fueron las más dominantes para las tres zonas de estudio. A su vez, entre las 10 especies más abundantes y compartidas entre estas zonas, la falsa mapaná, *Leptodeira annulata* y el gecko de hojarasca *Lepidoblepharis xanthostigma*, fueron los elementos menos abundantes (**Figura 12**).

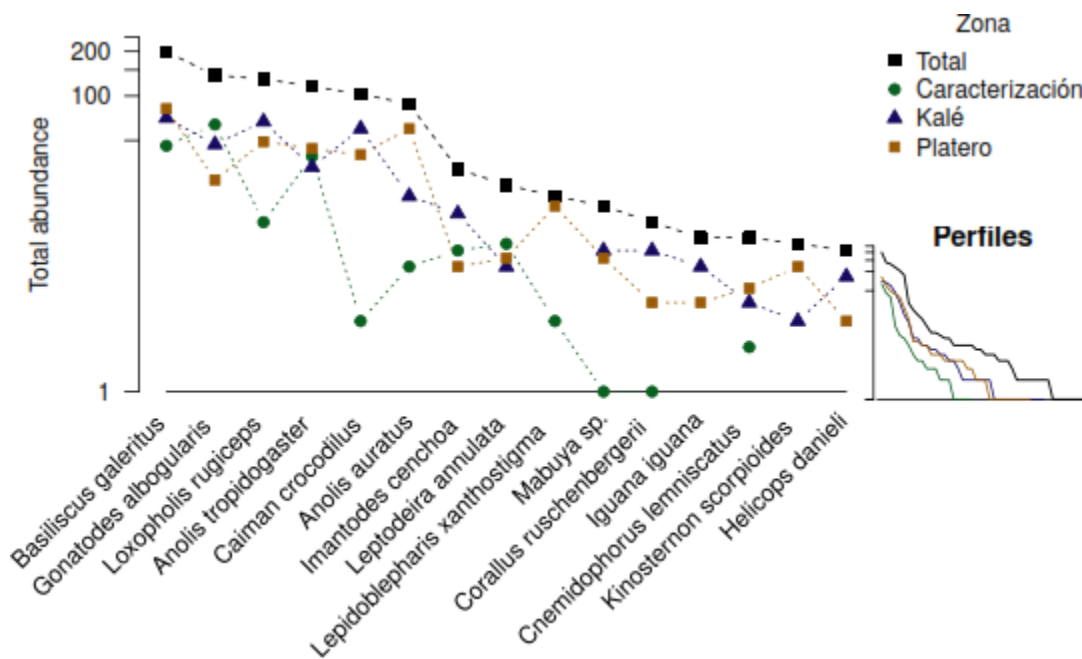


Figura 12. Curvas de rango-abundancia de las tres zonas de estudio muestreadas, mostrando la variación de la estructura de reptiles para las especies más abundantes.

Zona de estudio Kalé

En el área de Kalé se registró la mayor riqueza y abundancia con 37 especies y 406 individuos (**Anexo 1-Reptiles**). De las 10 especies más abundantes, el lagarto *B. galeritus* fue la especie dominante en el ensamblaje con 71 individuos para todo el período de estudio (**Figura 12**). Siete especies fueron registradas exclusivamente

para esta zona: *Lepidoblepharis* sp., *Tupinambis cryptus*, *Liotyphlops bondensis*, *Clelia clelia*, *Oxybelis aeneus*, *Oxyrhopus petolarius* y *Trachemys callirostris*. Para cada una de estas especies solo se registraron uno o dos individuos durante todo el período de estudio (**Anexo 1-Reptiles**).

Zona de estudio Platero

Los sitios de muestreo en Platero presentaron una riqueza y abundancia intermedia con 34 especies y 407 individuos, lo cual, a su vez fue concordante con los resultados del análisis de diversidad (ver Resultados de Diversidad). De las diez especies más abundantes durante todo el estudio, el lagarto *B. galeritus* fue igualmente el más abundante para Platero con 82 individuos (**Figura 12**). Tres especies fueron registradas exclusivamente para esta zona: *Ameiva bifrontata*, *Epicrates maurus* y *Erythrolamprus melanotus*. Para cada una de estas especies solo se registraron uno o dos individuos durante todo el período de estudio (**Anexo 1-Reptiles**).

Zona de Caracterización

Los sitios de muestreo de la zona de Caracterización presentaron la menor riqueza y abundancia de toda el área de muestreo general, con 21 especies y 222 individuos en total para todo el período de estudio (**Anexo 1-Reptiles**). Para esta zona, el gecko *G. albogularis* fue la especie más abundante con 64 individuos seguido de *B. galeritus* con 46. Dos especies fueron registradas exclusivamente en el bosque ripario de esta zona: la especie tierrera *Atractus* sp. y la serpiente *Mastigodryas boddaerti*.

Riqueza y abundancia por coberturas vegetales

En primer lugar, en términos de riqueza de especies y abundancia de individuos, las coberturas vegetales muestreadas mostraron diferencias entre sí y para ambas temporadas. En cuanto a la riqueza, se observa que el Bosque denso, Bosque ripario y los Herbazales presentaron un aumento en el número de especies para la temporada de Aguas Bajas, siendo estas las que presentaron mayor riqueza (**Figura 13**). Sin embargo, las Vías, siendo la segunda cobertura con más especies, y las coberturas restantes que presentaron valores bajos de riqueza, disminuyeron sus valores para Aguas Bajas (**Figura 13**).

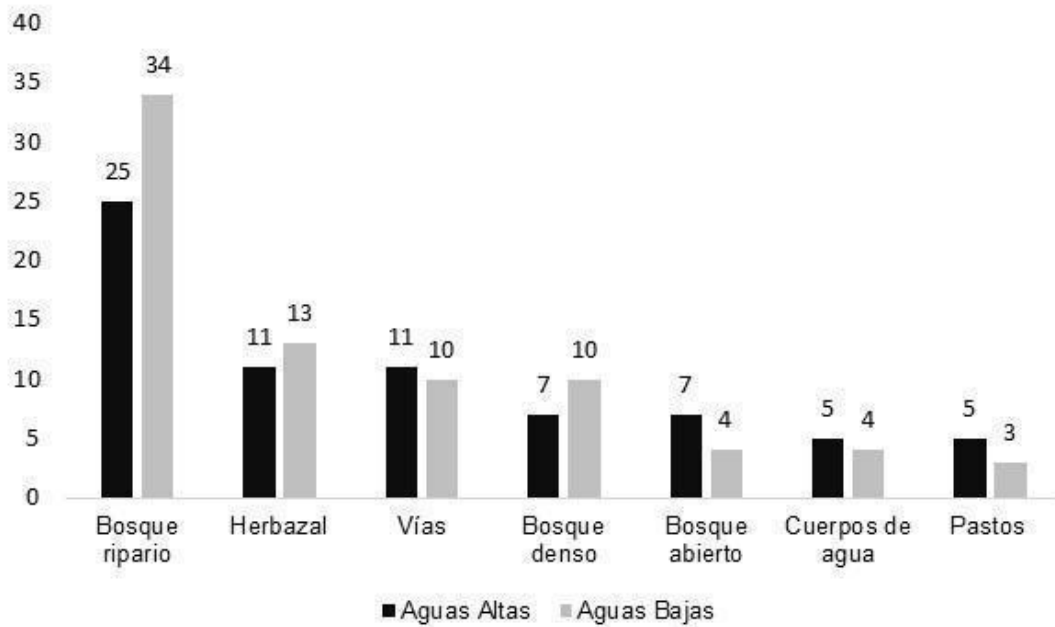


Figura 13. Gráfica de barras mostrando la variación en la riqueza de especies de reptiles entre las coberturas muestreadas y las temporadas en el área de estudio, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Considerando la abundancia de reptiles, los Bosques riparios presentaron los valores más altos en comparación con las demás coberturas. Además, se registró un aumento de individuos para la temporada de Aguas Bajas, patrón similar al observado para Cuerpos de Aguas y levemente para Pastos (**Figura 14**); mientras que, las demás coberturas presentaron una disminución de sus abundancias en la temporada de Aguas Bajas (**Figura 14**).

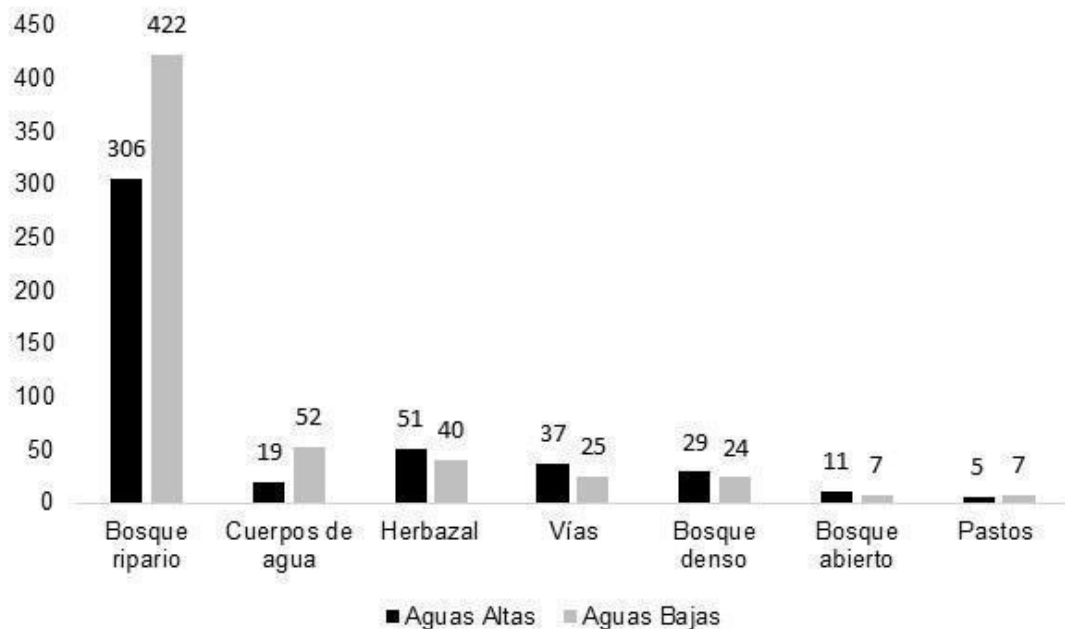


Figura 14. Gráfica de barras mostrando la variación en la abundancia de reptiles entre las coberturas muestreadas y las temporadas en el área de estudio, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Al observar los cambios de riqueza y abundancia entre temporadas y por cobertura, se observa que para la temporada de Aguas Bajas existe un aumento en la riqueza y abundancia para los Bosques riparios y densos, contrario a los Bosques abiertos y las vías que disminuyeron su riqueza y abundancia en esta segunda temporada. En el caso de los Cuerpos de agua y Pastos, a pesar de registrar mayores valores de abundancia, su riqueza se disminuyó para Aguas Bajas, aunque es importante mencionar que, para el caso de la primera cobertura, esta temporada presentó una unidad muestral menos que la temporada de Aguas Altas (**Figura 13, Figura 14**). Igualmente, se debe tener en cuenta que los valores contrastantes de riqueza y abundancia para Bosques riparios, pueden corresponder al efecto de la mayor cantidad de unidades muestrales establecidas en esta cobertura, durante las dos temporadas en comparación con las demás coberturas.

En segundo lugar, en términos de la relación rango abundancia por especie, para cada cobertura y considerando la temporalidad (**Anexo 6**), se observó lo siguiente:

Bosque abierto:

Considerando las dos temporadas, las especies más abundantes fueron *Anolis tropidogaster*, *Gonatodes albogularis* e *Imantodes cenchoa*, sin embargo, estos no fueron sobredominantes con respecto a los otros reptiles observados, y en general, reflejaron un patrón con distribución jerárquica a pesar de presentar pocos individuos por especie (**Anexo 6**). Al comparar entre las dos temporadas, se

observa que estructuralmente, las especies con la segunda mayor abundancia (es decir, seguidas de las dos anteriormente mencionadas) para el caso de aguas altas fueron *Imantodes cenchoa* y *Caiman crocodilus* con 2 individuos cada una, mientras que, en aguas bajas la segunda especie más dominante fue *Gonatodes albogularis* con dos individuos (**Anexo 6**).

Bosque denso:

A diferencia de los bosques abiertos, los ensamblajes reportados para esta cobertura, reflejaron un perfil estructural con especies sobredominantes (*Anolis tropidogaster* y *Gonatodes albogularis*), con una diferencia marcada en cuanto a estructura y composición entre las dos temporadas evaluadas (**Anexo 6**).

Bosque ripario:

Esta fue la cobertura con mayor abundancia específica (aunque también la representada por mayor número de unidades muestrales) y a pesar que presentó especies con alto número de individuos registrados como *Basiliscus galeritus* (197 individuos), *Loxopholis rugiceps* (106 individuos), *Gonatodes albogularis* (102 individuos) y *Anolis tropidogaster* (89 individuos) (**Anexo 1-Reptiles**), el perfil estructural del ensamblaje presentó una distribución jerárquica de las especies, sin estar marcada por reptiles sobredominantes. Un patrón similar fue observado al discriminar por temporada, aunque en aguas bajas se puede establecer que por especie se presentaron especies con registros más abundantes en comparación con aguas altas (**Anexo 6**).

Cuerpos de agua:

Aunque esta cobertura presentó valores de abundancia relativamente altos en comparación con las coberturas menos abundantes (**Figura 14**), se caracterizó por presentar riquezas bajas (**Figura 13**). Por tal motivo, para aguas bajas la babilla *Caiman crocodilus* fue contrastantemente abundante, con respecto a las demás especies, permitiendo observar un perfil estructural característico de ensamblajes con alta dominancia (**Anexo 6**). En contraste, para aguas altas se observa un ensamblaje con menos individuos por especie con un patrón estructural de distribución jerárquica (**Anexo 6**).

Herbazales:

Tanto en el perfil rango-abundancia de aguas altas, como en el de aguas bajas y considerando el de las dos temporadas juntas, fue posible observar distribuciones

estructurales marcadas por especies sobredominantes, siendo *Caiman crocodilus* la especie más dominante para ambas temporadas, pero existiendo variaciones en cuanto a la segunda y tercera especies dominante en aguas altas y bajas (**Anexo 6**).

Pastos:

Esta cobertura fue característica por su baja riqueza y abundancia (**Figura 13, Figura 14**), resultado que pudo estar asociado al menor número de unidades muestrales respecto a otras coberturas, mostrando un perfil con tendencia a un ensamblaje con alta dominancia en aguas bajas y un ensamblaje representado por un individuo por especie (sin perfil estructural) para aguas altas (**Anexo 6**).

Vías:

Tanto en el perfil rango-abundancia de aguas altas, aguas bajas y considerando las dos temporadas, fue posible observar perfiles estructurales con una distribución jerárquica de las especies, sin estar marcada por reptiles sobredominantes (**Anexo 6**).

Índices de diversidad

Con una cobertura de muestreo de 0,99, que indica una buena representatividad del muestreo para toda el área de estudio (Jost, L, 2006), se registraron 46 especies y se esperaba observar potencialmente 51 especies efectivas. En términos de diversidad q_1 , el estimador calculó 14,81 especies efectivas y estimó $15,09 \pm 1,07$ especies efectivas. Para la diversidad de especies considerando la dominancia de Simpson (q_2), se calcularon 9,65 especies efectivas y se estimaron $9,69 \pm 0,59$ especies efectivas. Los resultados para ambas temporadas mostraron variación en los tres órdenes de diversidad encontrados y en términos generales la temporada de aguas bajas evidenció una mayor diversidad respecto a la temporada de aguas altas (**Tabla 4, Figura 15**).

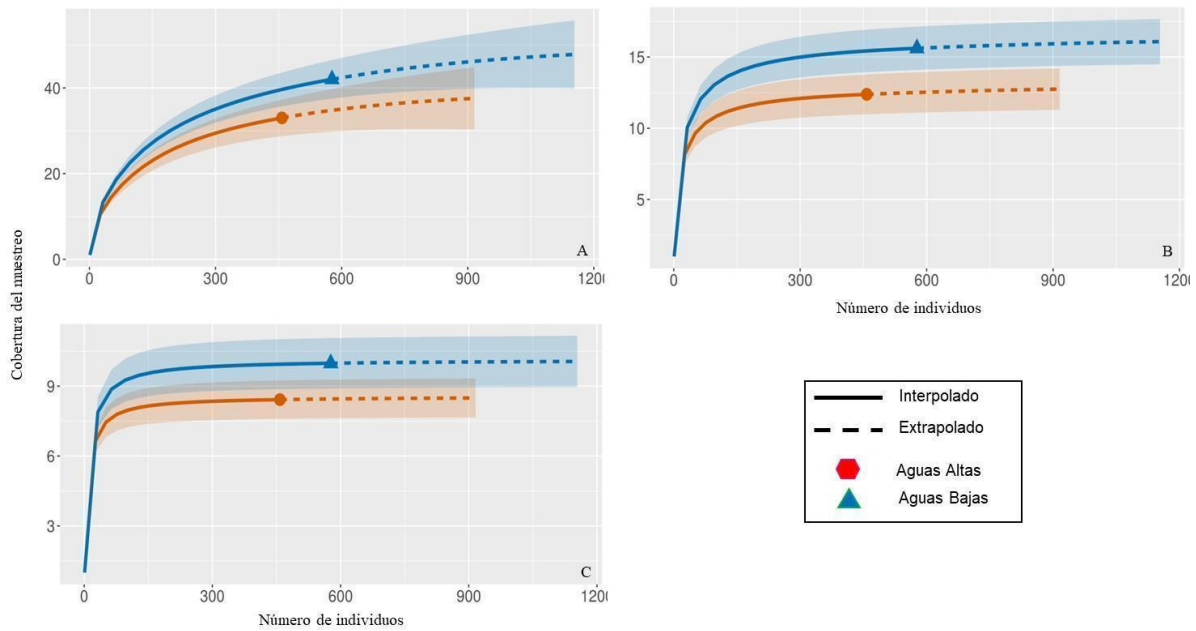


Figura 15. Curvas de rarefacción basado en los estimadores q_0 (A), q_1 (B) y q_2 (C), indicando los valores de diversidad específica para el grupo de reptiles, en el área de estudio durante las dos temporadas muestreadas (los ejes de cobertura del muestreo difieren en escala entre A, B y C).

Los resultados para cada área de estudio y cobertura muestreada se presentan a continuación:

Diversidad de reptiles por zona de estudio y por temporadas

Las zonas de Kalé y Platero presentaron los valores de diversidad más altos tanto para q_0 , q_1 , como q_2 (**Tabla 4**), los cuales se superpusieron entre sí en ambas temporadas (**Figura 16**, **Figura 17**), aunque se observó una tendencia de Kalé a tener valores un poco mayores que Platero para la temporada de Aguas altas con base en los tres órdenes y para la temporada de Aguas bajas para q_0 (**Figura 16**, **Figura 17**). La zona de caracterización, por lo tanto, presentó la menor diversidad específica en los órdenes q_0 , q_1 y q_2 , en ambas temporadas, con respecto a las dos zonas anteriores (**Tabla 4**, **Figura 16**, **Figura 17**).

Tabla 4. Resultados del análisis de diversidad de reptiles basado en el número efectivo de especies, para cada una de las zonas de estudio y para cada temporada (AA: Aguas altas y AB: Aguas bajas).

Temporada	Zona de estudio	Cobertura	q0 (riqueza)		q1 (Shannon)		q2 (Simpson)	
			observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado
Aguas altas	Kalé	0.95	23	30.25 ± 9.2	11.56	12.33 ± 2.26	8.16	8.33 ± 1.51
	Platero	0.96	25	29.12 ± 6.57	11.37	12.01 ± 1.95	7.83	7.97 ± 1.4
	Caracterización	0.97	13	14.64 ± 4.36	6.97	7.35 ± 1.59	4.8	4.9 ± 1.33
Aguas bajas	Kalé	0.96	30	35.8 ± 7.39	13.52	14.29 ± 2.17	8.79	8.94 ± 1.5
	Platero	0.96	27	32.04 ± 7.13	13.44	14.18 ± 2.17	9.39	9.58 ± 1.47
	Caracterización	0.97	18	20.06 ± 4.89	9.37	9.89 ± 1.9	6.49	6.63 ± 1.31

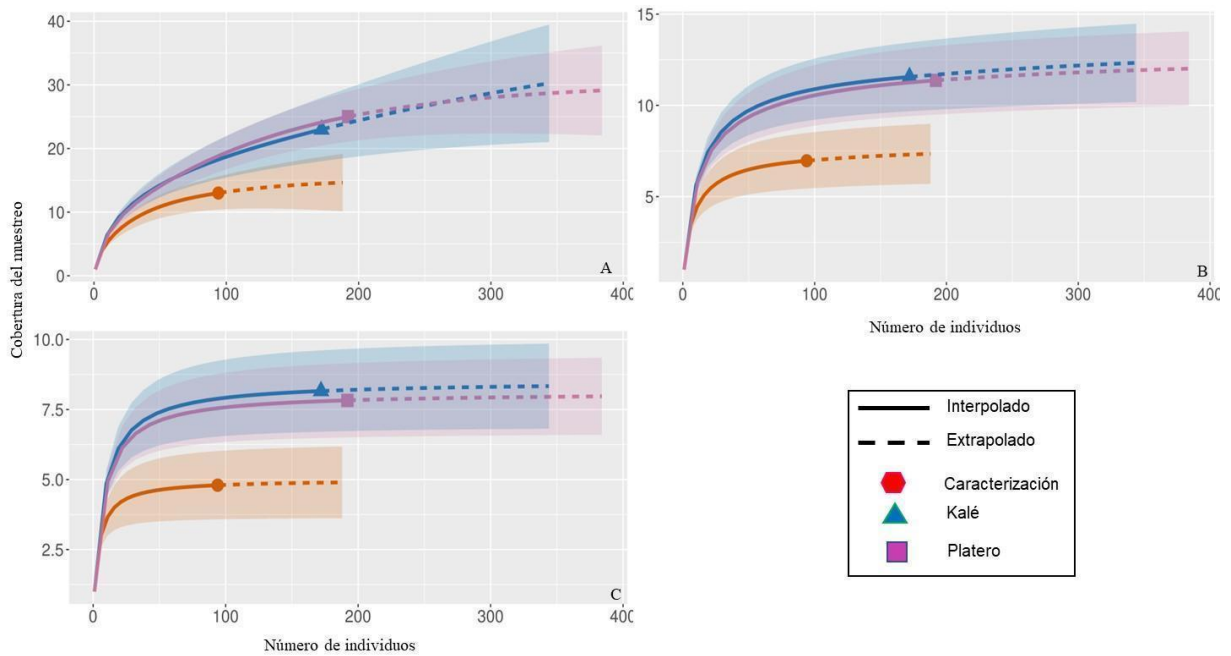


Figura 16. Perfiles de diversidad estimada (riqueza efectiva de especies) de reptiles entre zonas de estudio, durante la temporada de aguas altas. A= Q0; B= Q1; C= Q2.

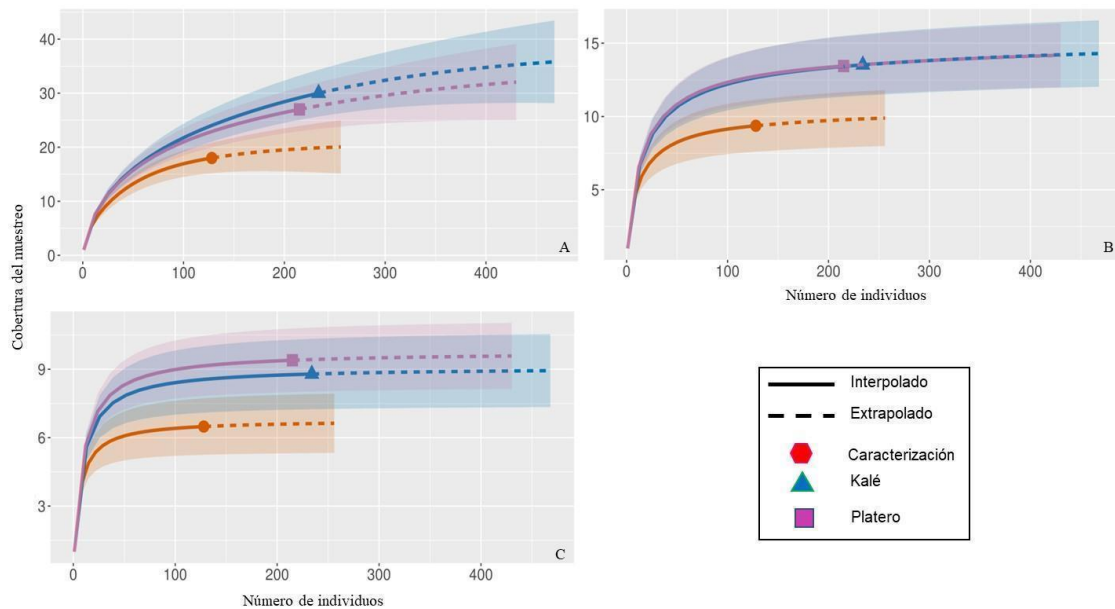


Figura 17. Perfiles de diversidad estimada (riqueza efectiva de especies) de reptiles entre zonas de estudio, durante la temporada de aguas bajas. A= Q0; B= Q1; C= Q2.

Se observó además que, para el caso de cada una de las zonas (Kale, Platero y Caracterización) la temporada de aguas bajas presentó una mayor diversidad en los tres órdenes de las series de Hill (**Tabla 4**).

Diversidad de reptiles por cobertura vegetal

Con el objetivo de realizar una comparación equitativa entre coberturas (dada la diferencia en unidades muestrales establecidas en ellas), se representaron los valores de diversidad a través de figuras de barras agrupadas con sus valores de incertidumbre, basadas en dos aproximaciones: 1) considerando la totalidad de individuos para los muestreos (**Figura 18A**), y 2) estableciendo el corte de rarefacción a 24 individuos en todas las coberturas, que permitiera una comparación equitativa entre ellas (**Figura 18B**, **Tabla 5**). Este corte correspondió al mínimo número de individuos registrado en alguna de las coberturas, que en este caso fue la de Pastizal.

Para el caso de la segunda aproximación (corte de rarefacción a 24 individuos) los valores q_0 para todas las coberturas presentaron una representatividad del muestreo superior a 0,77, que, para el caso de coberturas con abundancias altas, reflejan valores apropiados para realizar comparaciones bajo este modelo de análisis (**Tabla 5**). Sin embargo, para las coberturas de Bosque denso, Bosque ripario, Cuerpos de agua, Herbazales y Vías, se utilizó una riqueza subestimada entre el 26,92% y el 75,83%; mientras que, para los Bosques abiertos y Pastos se utilizó una riqueza sobreestimada de 115,13% y 157% respectivamente (**Tabla 5**).

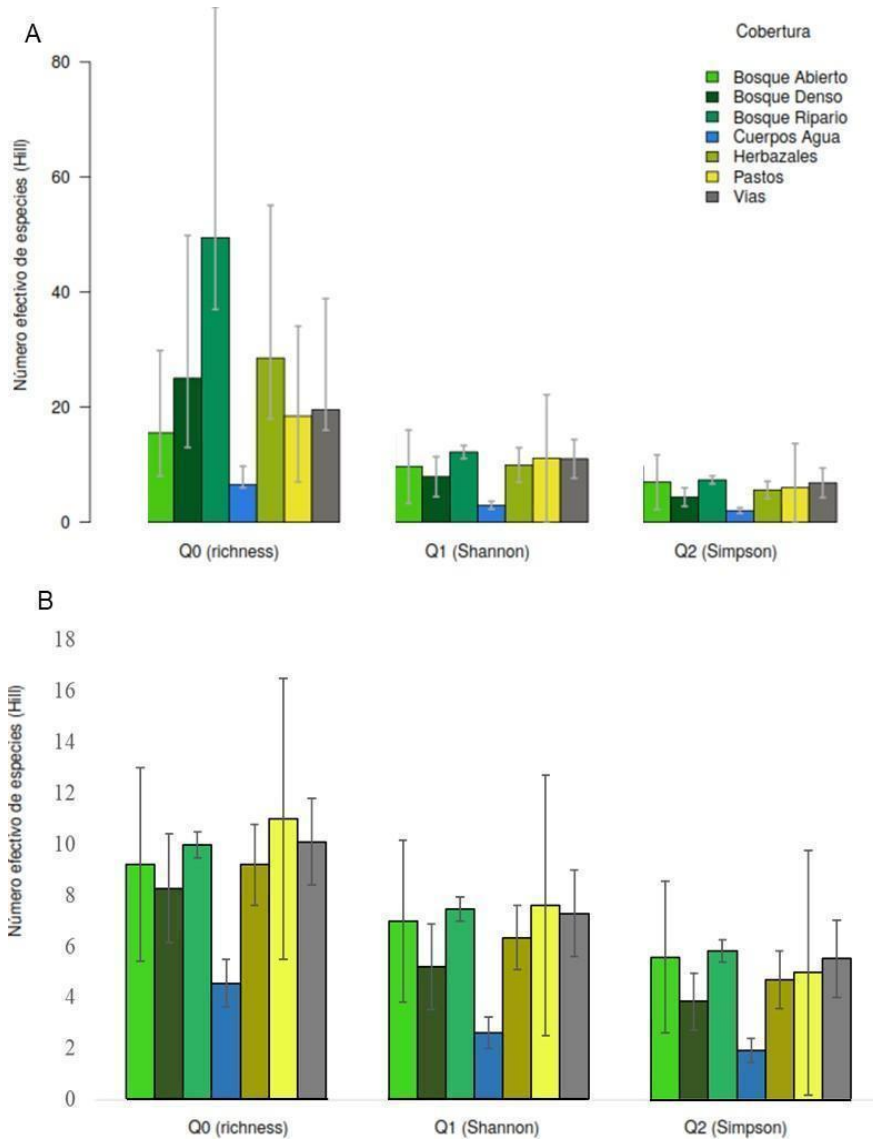


Figura 18. Perfiles de diversidad estimada (riqueza efectiva de especies) de reptiles, por cobertura vegetal en el municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. (A) Valores de diversidad estimada considerando todas las abundancias de reptiles; (B) valores de diversidad estimada considerando el corte de rarefacción a 24 individuos para cada cobertura.

Se observó, en primer lugar, que los patrones de diversidad específica para q0 al considerar la totalidad de individuos y el corte a 24 individuos por cobertura, fueron diferentes, aunque este punto debe ser tomado con cautela dado el bajo número de individuos de corte en la segunda aproximación. A pesar que con base en la primera aproximación (totalidad de individuos) se observó una tendencia hacia una mayor diversidad presente en los bosques riparios (**Figura 18A**), esta tendencia desaparece con la segunda aproximación (**Figura 18B**), dando evidencia de que posiblemente al considerar un muestreo equitativo entre coberturas, cualquiera de ellas, excepto por Cuerpos de Agua, podría presentar la mayor diversidad. Así, dada

la diferencia observada entre aproximaciones, el bajo número de corte de individuos considerado y los altos márgenes de incertidumbre observados para todas las coberturas, estos resultados podrían no ser confiables por lo que nos remitiremos en el resto del informe a enfocarnos en los resultados asociados a q1 y q2.

En segundo lugar, al observar los valores de diversidad q1 y q2 considerando la totalidad de individuos y con el corte a 24 individuos por cobertura, se evidenciaron ciertas similitudes en cuanto a los patrones de diversidad específica. Específicamente, para q1 y q2 en ambas figuras, se observó que el bosque ripario tiende a presentar mayores valores de diversidad que herbazal y que bosque denso, y que, además, los cuerpos de agua presentaron los menores valores de diversidad con respecto a las demás coberturas **Figura 18**.

Tabla 5. Valores de diversidad específica, observada y calculada para q0, q1 y q2 considerando el corte de rarefacción de 24 individuos por coberturas (remuestreo Bootstrap = 1000).

Temporada	Cobertura	Cobertura	Riqueza colectada	% Riqueza estimada	q0 (riqueza)	q1 (Shannon)	q2 (Simpson)
					estimado	estimado	estimado
	Bosque Abierto	0.82	8	115.13	9,21 ± 3,79	6,99 ± 3,18	5,57 ± 2,96
	Bosque Denso	0.8	13	63.62	8,27 ± 2,14	5,21 ± 1,68	3,84 ± 1,1
	Bosque Ripario	0.79	37	26.92	9,96 ± 0,51	7,46 ± 0,49	5,81 ± 0,45
Ambas	Cuerpos Agua	0.94	6	75.83	4,55 ± 0,92	2,61 ± 0,62	1,93 ± 0,47
	Herbazales	0.79	18	51.06	9,19 ± 1,59	6,34 ± 1,27	4,7 ± 1,14
	Pastos	0.84	7	157.00	10,99 ± 5,51	7,61 ± 5,1	4,97 ± 4,8
	Vias	0.77	16	63.13	10,1 ± 1,7	7,29 ± 1,68	5,51 ± 1,52

Debido a las similitudes en los patrones de diversidad observado en las dos aproximaciones de análisis de los números efectivos de Hill para q1 y q2, a continuación, se realiza una descripción de los patrones de diversidad observados entre temporadas para cada una de las coberturas, considerando la totalidad de individuos (**Tabla 6**).

Bosque abierto

Para los estimadores q1 y q2 se presentó una disminución en los valores de diversidad para la temporada de aguas bajas (**Tabla 6**).

Bosque denso

A diferencia del bosque abierto los estimadores de diversidad q1 y q2 presentaron un aumento en los valores de diversidad para la temporada de aguas bajas (**Tabla 6**).

Bosque ripario

Al igual que en el bosque denso los estimadores de diversidad q1 y q2 presentaron un aumento en los valores de diversidad para la temporada de aguas bajas (**Tabla 6**).

Cuerpo de agua

Fue una de las coberturas con menos especies y aunque presentó valores altos de abundancia en comparación con otras coberturas (**Anexo 1-Reptiles**), fue la unidad con menores valores de diversidad en los tres órdenes (**Tabla 6**).

Herbazal

Los valores de diversidad estimada para esta cobertura arrojaron que el q1 aumentó para Aguas Bajas, contrario al orden q2 que presentó una ligera disminución (**Tabla 6**).

Pastos

La diversidad estimada para q1 en esta cobertura aumento para aguas bajas y los valores calculados para q2 permanecieron constantes para aguas altas (**Tabla 6**).

Vías

Los valores de diversidad para q1 y q2 sus valores aumentaron para la temporada de Aguas Bajas (**Tabla 6**).

Tabla 6. Diversidad verdadera observada y estimada por cobertura vegetal y temporada climática.

Temporada	Cobertura	eventos	Cobertura	Riqueza colectada	q0 (riqueza)		q1 (Shannon)		q2 (Simpson)	
					observado	estimado	observado	estimado	observado	estimado
Ambas	Bosque Abierto	18	0.78	51.41 %	8	15.56 ± 7.3	6.36	9.66 ± 3.24	5.23	6.95 ± 2.42
	Bosque Denso	26	0.87	51.96 %	13	25.02 ± 12.68	6.23	7.9 ± 1.77	4.11	4.37 ± 0.83
	Bosque Ripario	244	0.99	74.78 %	37	49.48 ± 20.46	11.77	12.2 ± 0.58	7.29	7.35 ± 0.35
	Cuerpos Agua	29	0.99	92.45 %	6	6.49 ± 1.65	2.83	2.95 ± 0.35	1.98	2.01 ± 0.25
	Herbazales	40	0.91	63.05 %	18	28.55 ±	8.42	9.94 ± 1.54	5.33	5.59 ±

					13.54				0.76	
	Pastos	9	0.60	37.92 %	7	18.46 ± 7.97	5.47	11.11 ± 5.64	4.24	6 ± 3.92
	Vías	45	0.91	81.88 %	16	19.54 ± 9.86	9.26	11.01 ± 1.71	6.26	6.85 ± 1.31
	Bosque Abierto	9	0.67	65.79 %	7	10.64 ± 5.15	6.34	10.62 ± 3.92	5.76	11 ± 4.17
	Bosque Denso	15	0.83	42.02 %	7	16.66 ± 6.19	3.61	4.75 ± 1.16	2.7	2.88 ± 0.52
	Bosque Ripario	118	0.97	75.83 %	25	32.97 ± 14.11	9.19	9.74 ± 0.61	6.21	6.32 ± 0.37
Aguas altas	Cuerpos Agua	15	0.90	72.57 %	5	6.89 ± 2.43	3.44	4.11 ± 0.9	2.76	3.05 ± 0.59
	Herbazales	19	0.94	90.91 %	11	12.1 ± 4.36	6.81	7.7 ± 1.31	5.03	5.47 ± 1.11
	Pastos	4	0.11	38.46 %	5	13 ± 3.37	5	18.56 ± 5.66	5	Inf ± NA
	Vías	22	0.90	84.94 %	11	12.95 ± 4.88	7.06	8.51 ± 1.35	4.94	5.55 ± 1.27
	Bosque Abierto	9	0.76	70.05 %	4	5.71 ± 2.36	3.59	5.36 ± 2.35	3.27	5.25 ± 2.83
	Bosque Denso	11	0.80	62.54 %	10	15.99 ± 7.72	7.4	10.5 ± 2.55	5.65	7.08 ± 2.28
	Bosque Ripario	126	0.97	62.82 %	34	54.12 ± 20.94	12.73	13.58 ± 0.93	7.69	7.82 ± 0.61
Aguas bajas	Cuerpos Agua	14	1.00	100 %	4	4 ± 0.59	2.16	2.23 ± 0.28	1.68	1.7 ± 0.23
	Herbazales	21	0.83	62.02 %	13	20.96 ± 11.08	7.33	9.72 ± 2.38	4.79	5.31 ± 1.32
	Pastos	5	0.79	77.72 %	3	3.86 ± 1.14	2.22	2.87 ± 0.93	1.81	2.1 ± 0.85
	Vías	23	0.89	90.25 %	10	11.08 ± 4.88	8.43	10.62 ± 1.74	7.35	10 ± 1.94

Patrones de distribución espacial de la riqueza y abundancia de reptiles

Patrones espaciales y temporales de riqueza

En referencia a la distribución espacial de la riqueza de reptiles, existieron diferencias entre temporadas. Durante la temporada de Aguas altas, se alcanzó un máximo de 9 especies sintópicas (i.e. en una misma UM; ANH_157). En esta temporada, las áreas de mayor riqueza local estuvieron concentradas en los Bosques riparios de la porción Centro-occidental del área de estudio, con influencia tanto en las zonas de Kalé como de Platero (**Figura 19**). Mientras que, la zona sureste del área de estudio (zona de Caracterización), presentó la menor riqueza evidenciada en un máximo de 2 especies sintópicas para una misma UM (e.g. ANH_374). De igual manera, las UM localizadas en las inmediaciones del caso

urbano de Puerto Wilches presentaron la menor riqueza observada con 1-3 especies (**Figura 19**).

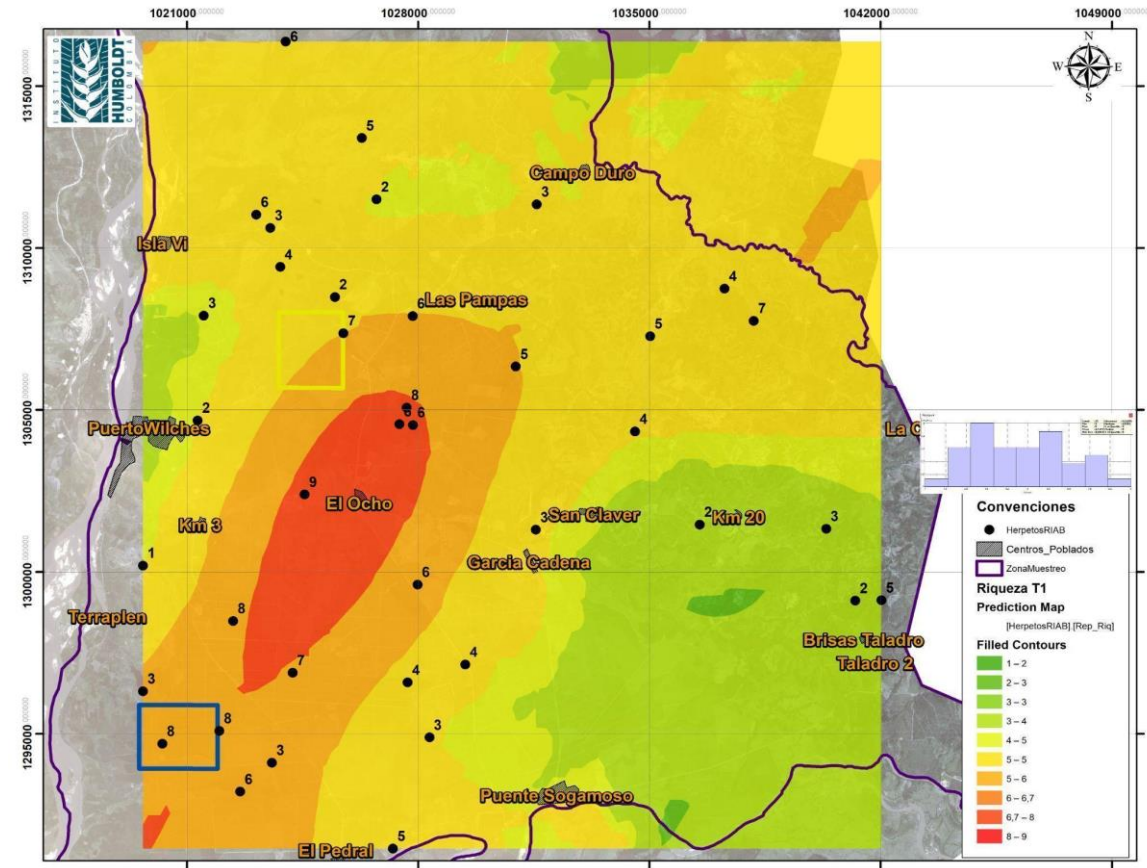


Figura 19. Mapa de calor mostrando la variación espacial de la riqueza de reptiles durante la temporada de Aguas altas, en el municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander. El cuadro amarillo representa la ubicación de la Plataforma Kale y el cuadro azul corresponde a la ubicación de la Plataforma Platero.

Durante la temporada de Aguas bajas, el patrón de distribución espacial de la riqueza mostró hasta 12 especies sintópicas, concentradas en un área localizada hacia la porción Centro-norte del área de estudio, en la zona de influencia de la plataforma Kalé (**Figura 20**). Valores intermedios de riqueza (5-9 especies) fueron encontrados para la mayoría del área de estudio, pero localizados principalmente en las UM de áreas adyacentes a los polígonos de las plataformas. Al suroeste del área de estudio, en inmediaciones de la plataforma Platero, se alcanzó un valor medio-alto de riqueza (9 especies). La menor riqueza de especies (2-4 especies) fue registrada hacia el occidente y noroccidente del área de estudio, en las UM localizadas en las inmediaciones del caso urbano de Puerto Wilches y las coberturas de Herbazales y Bosques riparios más cercanos al río Magdalena (**Figura 20**).

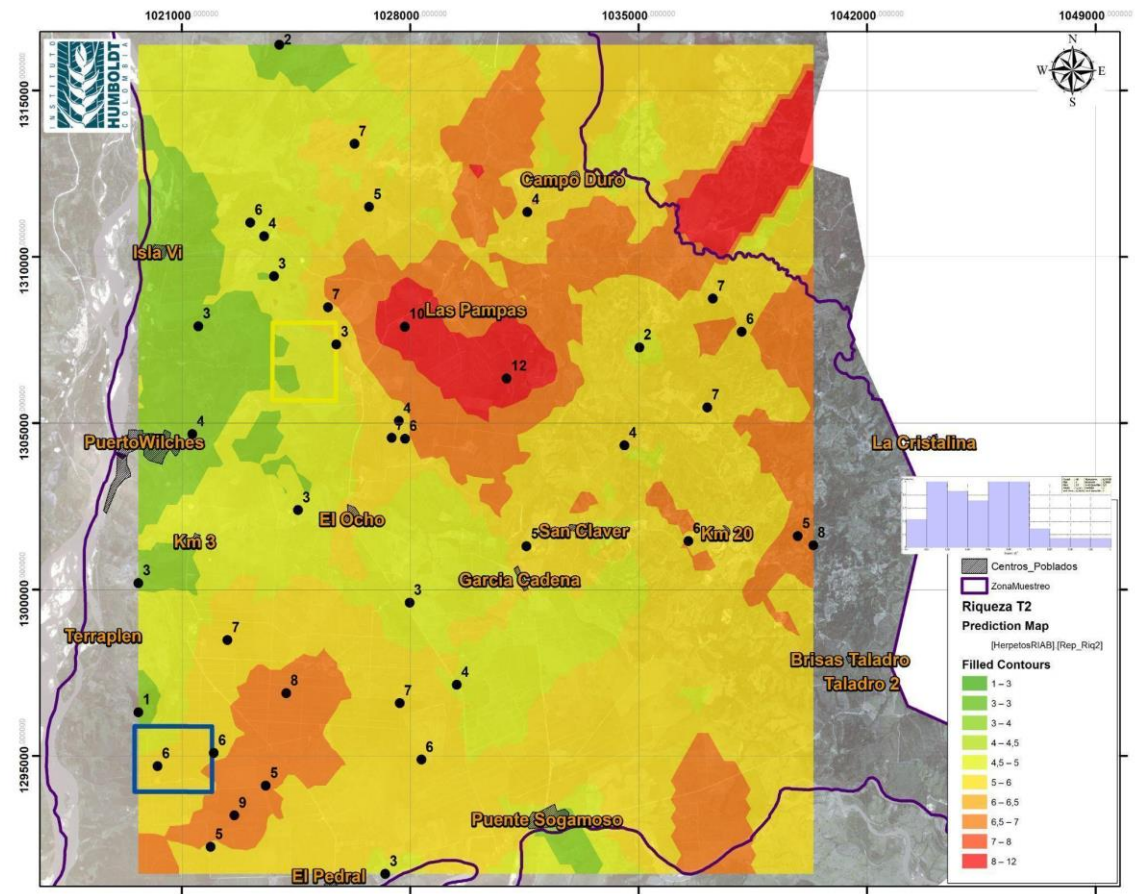


Figura 20. Mapa de calor mostrando la variación espacial de la riqueza de reptiles durante la temporada de Aguas bajas, en el municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Patrones espaciales y temporales de abundancia

Los patrones de distribución de abundancias generales fueron congruentes con lo encontrado para la riqueza de especies, es decir, existió una tendencia a aumentar o disminuir la riqueza con proporción a la abundancia de individuos, aunque no de manera equitativa para todas las UM. Para la temporada de Aguas altas, por ejemplo, las mayores abundancias observadas se encontraron hacia el suroccidente del área de estudio, en las unidades de muestreo tanto al interior como contiguas a la plataforma de Platero (ANH_223, y ANH_181, con 24 y 25 individuos, respectivamente) (Figura 21). La máxima abundancia se registró en la UM ANH_133 con 32 individuos. Mientras que, los valores mínimos de abundancia registrados fueron para las UM circundantes al casco urbano de Puerto Wilches, de manera similar a lo observado con los resultados de riqueza, (ANH_162, Ciénaga de Yarirí) y la UM de Pastos Limpios (ANH_185) ubicada al extremo sur del área de estudio.

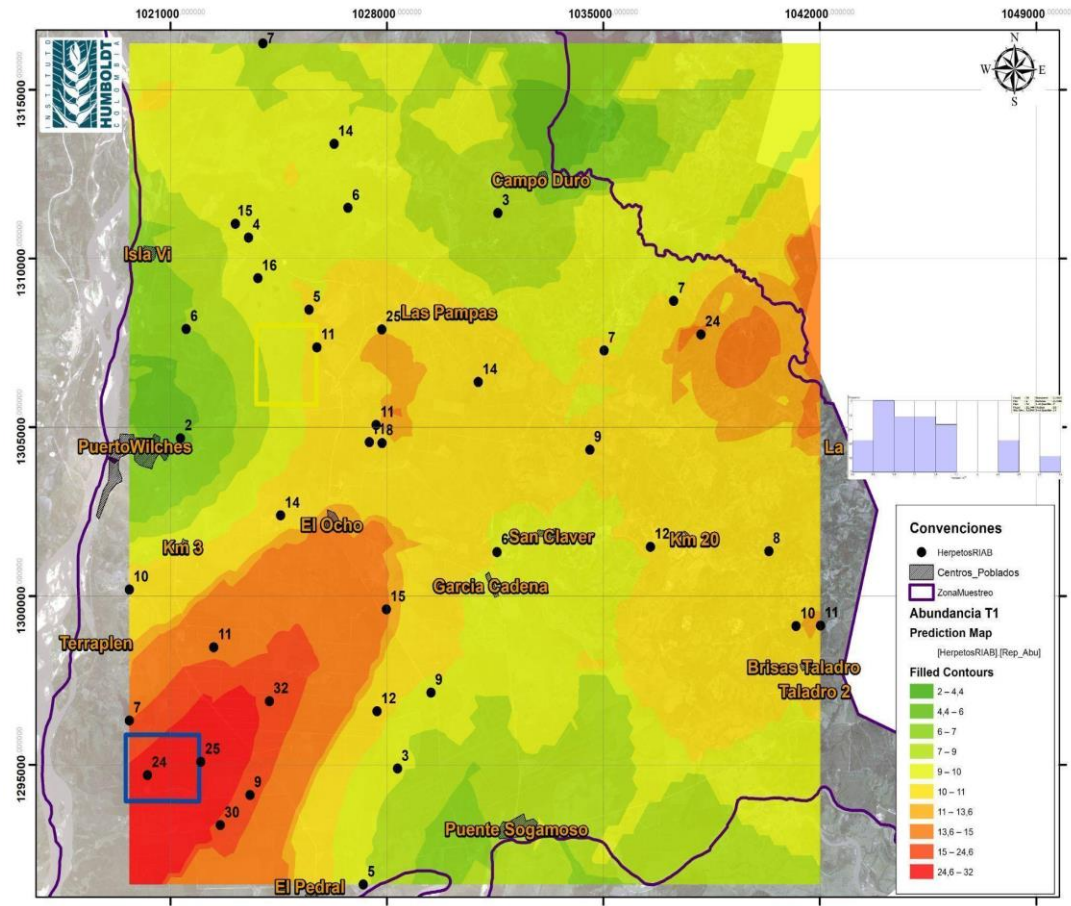


Figura 21. Mapa de calor mostrando la variación espacial de la abundancia de reptiles durante la temporada de Aguas altas, en el municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Para la temporada de Aguas bajas existió igualmente una correspondencia de la abundancia con la riqueza observada. La máxima abundancia registrada fue para la UM ANH_151 con 36 individuos seguida por la UM ANH_306 con 28 (**Figura 22**). Valores intermedios de abundancia (15-27 individuos) fueron obtenidos para dos áreas en particular: la primera ubicada en la porción Centro-norte del área de estudio, al oriente de la Plataforma Kalé, continuándose hacia el este en la zona de Caracterización. La segunda área definió una franja en sentido norte-sur, abarcando las inmediaciones de Puerto Wilches y continuándose hacia los Bosques riparios y Ciénagas (p. ej. Ciénaga de Corredor y Montecristo) en las inmediaciones de la plataforma Platero (**Figura 22**). Los menores valores de abundancia (2-14 individuos) fueron registrados en las UM de los Bosques riparios y Bosque abierto ubicadas al norte y noroccidente del área de estudio, y en los Bosques riparios y Vías de la zona Centro (**Figura 22**).

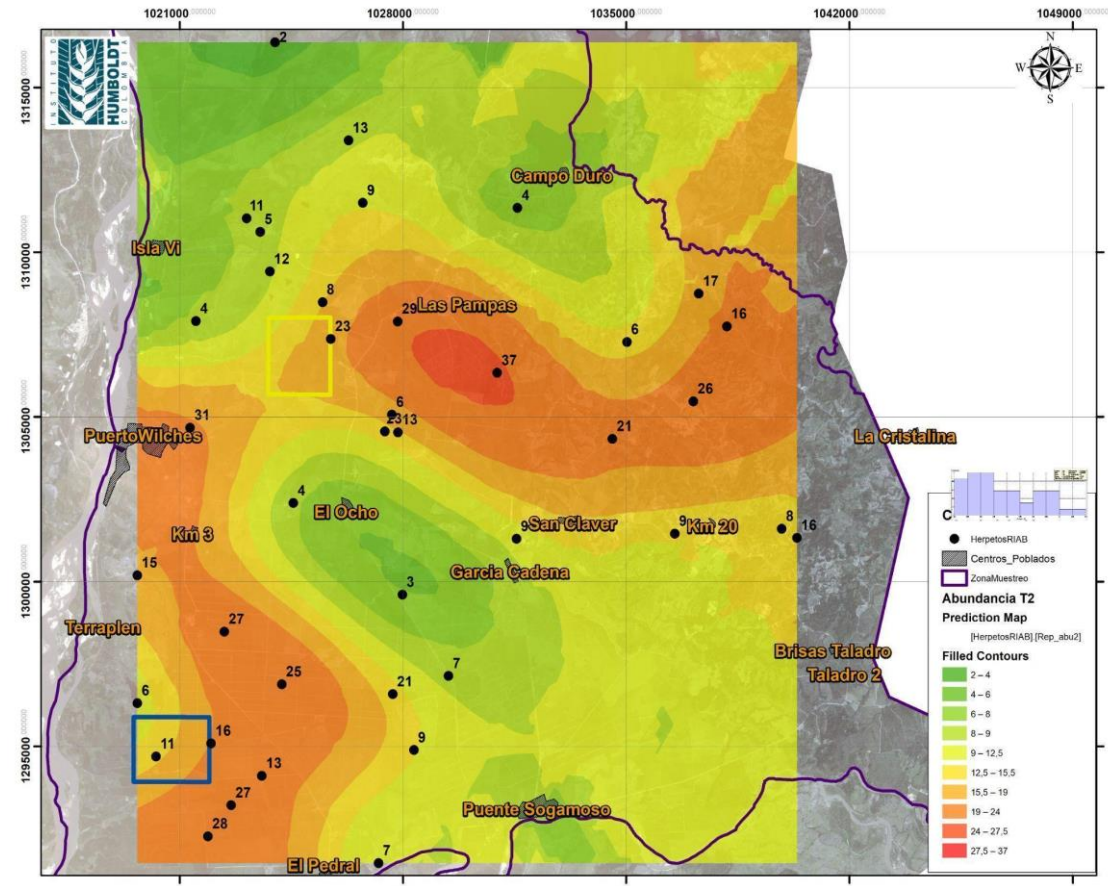


Figura 22. Mapa de calor mostrando la variación espacial de la abundancia de reptiles durante la temporada de Aguas bajas en el municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Análisis de diversidad beta (NMDS)

Con base en los análisis de escalamiento multidimensional no paramétricos, NMDS, se obtuvo un valor de estrés aceptable (0,22), indicando que, un 22% de las distancias observadas en las figuras, no están siendo explicadas por los valores de disimilitud de Bray-Curtis utilizados. Por tal motivo, la **Figura 23** indica que existe una correlación lineal (no perfecta) entre la disimilitud calculada y la ordenación de los grupos en el espacio NMDS (0,83), pudiendo indicar que las diferencias observadas al interior de los grupos analizados y representados tanto en la **Figura 24** como en la **Figura 25**, se deben en gran medida a los datos obtenidos de disimilitud por abundancias.

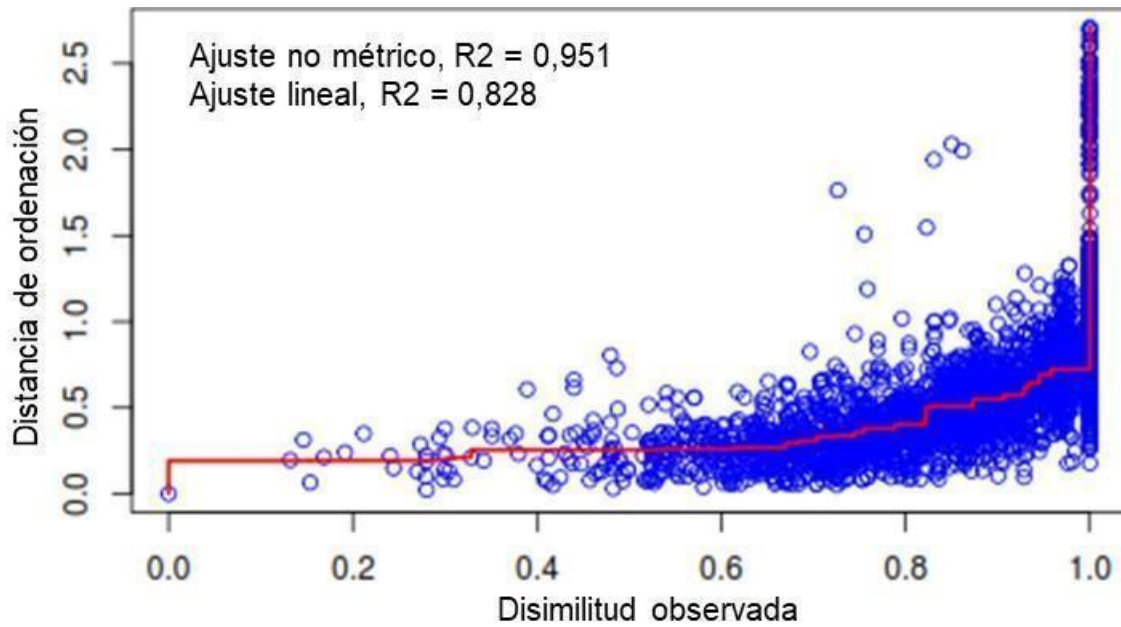


Figura 23. Gráfica de estrés de la NMDS de reptiles utilizando la distancia de Bray-Curtis sobre la matriz de abundancia de reptiles.

Sin embargo, al revisar los resultados del ensamblaje de reptiles por temporada de muestreo y para cada zona evaluada (**Figura 24**), no se observó una diferenciación clara entre las unidades. En general, al considerar todas las UM para las temporadas, no se observó un distanciamiento que indique que estas presentaron una composición de reptiles disímil una respecto a la otra.

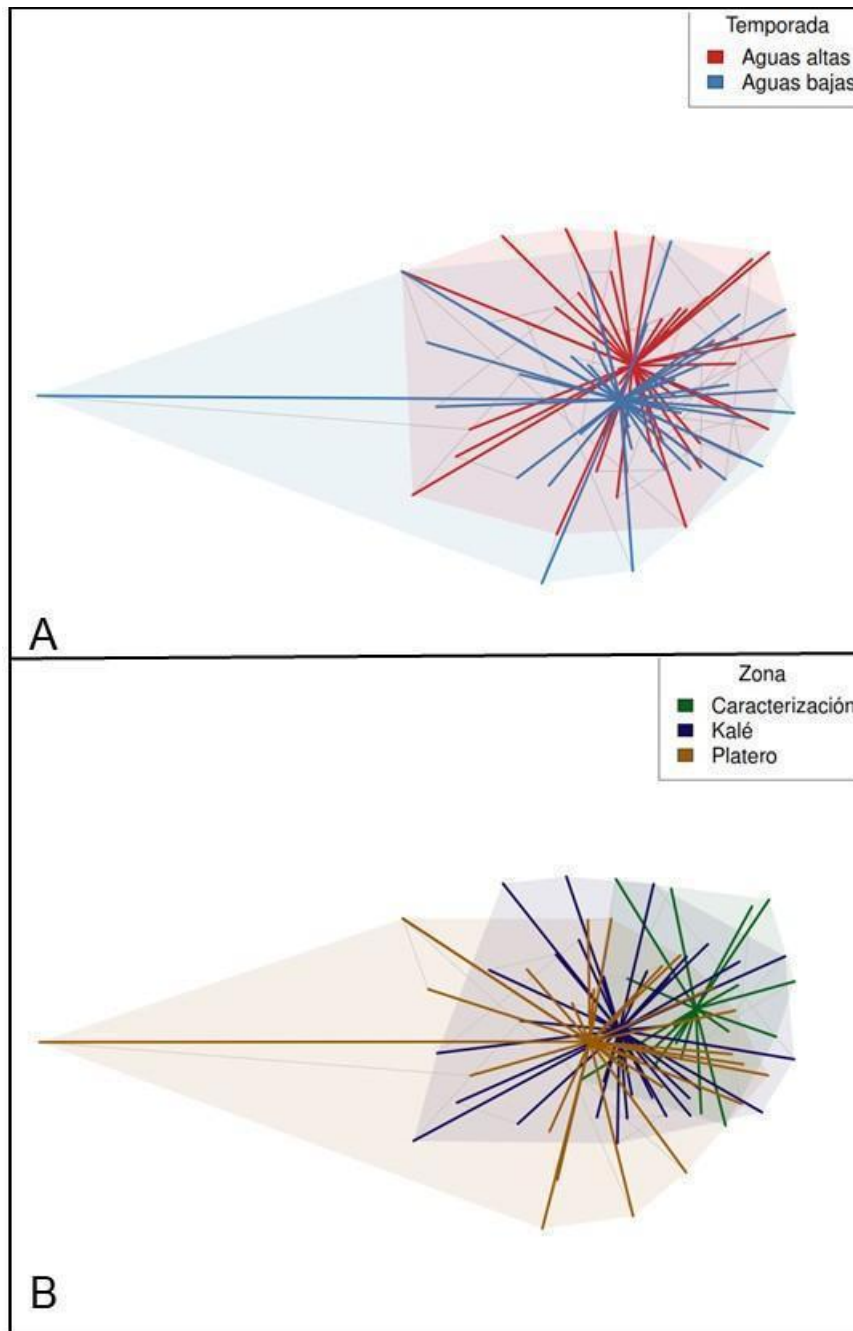


Figura 24. Representación de las temporadas en el espacio de la NMDS para reptiles entre temporadas (arriba) y entre zonas (abajo). Las líneas de color gris conectan las Unidades de Muestreo (ANH). Municipio Puerto Wilches, departamento de Santander.

Entre coberturas vegetales, la distinción en la composición en los ensamblajes de reptiles fue más evidente (aunque no claramente diferenciada), indicando un anidamiento espacial en el NMDS para los tres tipos de Bosque (Abierto, Denso y Ripario), mientras que los pastos se encontraron aislados de las coberturas boscosas (**Figura 25**). Por otro lado, las unidades de Vías, se encuentran más relacionadas a Bosques, Cuerpos de agua y Herbazales desde una perspectiva estructural y de composición, basado en los estimadores de Bray-Curtis (**Figura 25**).

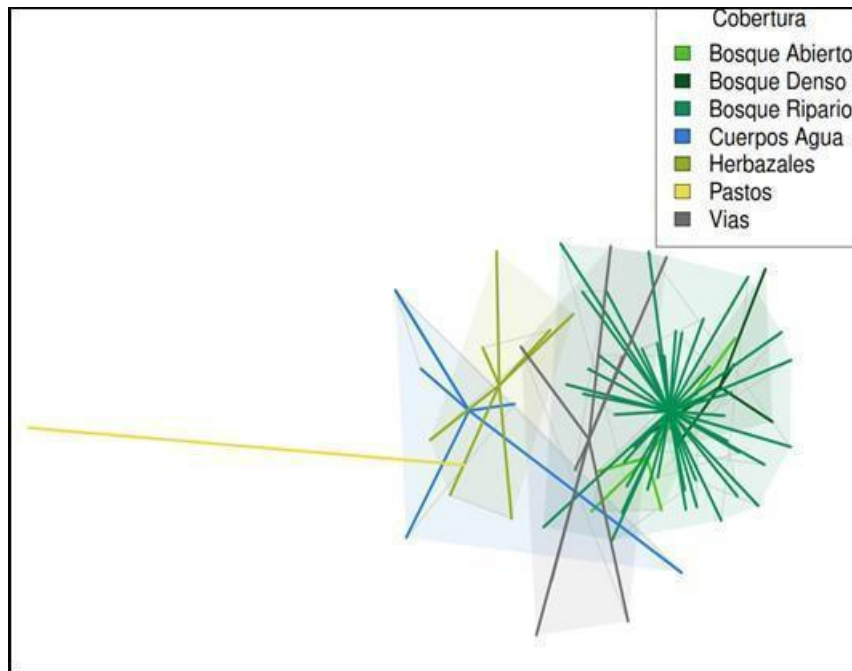


Figura 25. Representación de las coberturas de muestreo del componente de reptiles en el espacio NMDS. Las líneas de color gris conectan las unidades de muestreo (ANH) entre las dos temporadas. Municipio de Puerto Wilches, Santander.

Complementariedad del muestreo

Se construyó una base de datos de reptiles con presencia potencial en el área de estudio, a partir de la revisión de literatura, páginas Web (<https://www.santanderherps.com/>) y bases de datos (SiB-Colombia; <https://biodiversidad.co/>), teniendo como filtro geográfico el valle medio del Río Magdalena (departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Santander y Tolima), bajo la cota de elevación de 500 m; es decir, registros de especies presentes en la Unidad Biótica del Magdalena Medio y depresión Momposina, del Bosque basal húmedo *sensu* (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2017). La búsqueda arrojó un total de 114 especies. El conjunto de especies registradas durante las salidas de campo correspondió al 40 % del total estimado (**Anexo 2**). Algunas familias que no fueron registradas durante los muestreos del presente estudio fueron Crocodylidae, con el Caimán Aguja, *Crocodylus acutus* (Linnaeus, 1758), Podocnemididae, con la tortuga Galapa, *Podocnemis lewyana* (Duméril, 1852), Tropiduridae, con el lagarto *Stenocercus erythrogaster* (Hallowell, 1856) y Leptotyphlopidae, con la serpiente *Trilepida macrolepis* (Peters, 1857), entre otros. A nivel de géneros, 27 de los reportados en otros recursos, no fueron registrados a través de los muestreos de campo aquí realizados. La mayoría de especies no registradas correspondieron a las familias de serpientes Colubridae, Elapidae y Viperidae.

Resultados de análisis específicos realizados

Comparación de ensamblajes de reptiles en la cuenca del río Magdalena

En términos comparativos de la composición de reptiles respecto a ensamblajes de otras zonas, el ensamblaje de Puerto Wilches es más similar al conocido para la Ciénaga de Zapatosa, en el departamento del Cesar (Medina-Rangel, G. F., 2011), con la cual comparte el 42% de las especies (**Tabla 7, Figura 26**); mientras que, la localidad más disímil es la del Alto Magdalena, en el departamento del Huila (Moreno-Arias & Quintero-Corzo, 2015), con un 24% (**Tabla 7, Figura 26**). Al comparar entre todas las localidades analizadas, no existió una similitud superior al 50% (**Tabla 7**), siendo Yondó (Antioquia) (Vargas-Salinas, F., y Aponte-Gutiérrez, A, 2016) y La Dorada (Caldas) (Flórez Jaramillo & Barona Cortés, 2016), las que presentaron la mayor similitud entre ellas con un 45%, un porcentaje muy cercano a la similitud encontrada entre Puerto Wilches y Ciénaga de Zapatosa. La composición de reptiles registrada para el municipio de Yacopi-Cundinamarca (Moreno-Arias, R. A., Medina-Rangel, G. F., & Castano-Mora, O. V., 2008) presento una baja similitud con respecto a la composición registrada para este estudio, abarcando un valor aproximado de 27% (**Tabla 7**). A su vez, las localidades más disímiles entre sí fueron Yondó y el Alto Magdalena con un 14%, indicando, por tanto, un mayor recambio de especies entre las mismas, o sea, una mayor beta diversidad en términos de composición de especies.

Tabla 7. Valores del índice de similitud de Jaccard de reptiles entre seis localidades de la cuenca del río Magdalena, Colombia.

	Alto Magdalena, Huila	Yacopí, Cundinamarca	La Dorada, Caldas	Puerto Wilches, Santander (este estudio)	Yondó, Antioquia	Ciénaga de Zapatosa, Cesar
Alto Magdalena, Huila	1	0,17777778	0,23404255	0,24590164	0,14285714	0,21538462
Yacopí, Cundinamarca	0,17777778	1	0,23255814	0,26785714	0,25531915	0,21311475
La Dorada, Caldas	0,23404255	0,23255814	1	0,26666667	0,45454545	0,29508197
Puerto Wilches, Santander (este estudio)	0,24590164	0,26785714	0,26666667	1	0,32258065	0,42647059
Yondó, Antioquia	0,14285714	0,25531915	0,45454545	0,32258065	1	0,44067797
Ciénaga de Zapatosa, Cesar	0,21538462	0,21311475	0,29508197	0,42647059	0,44067797	1

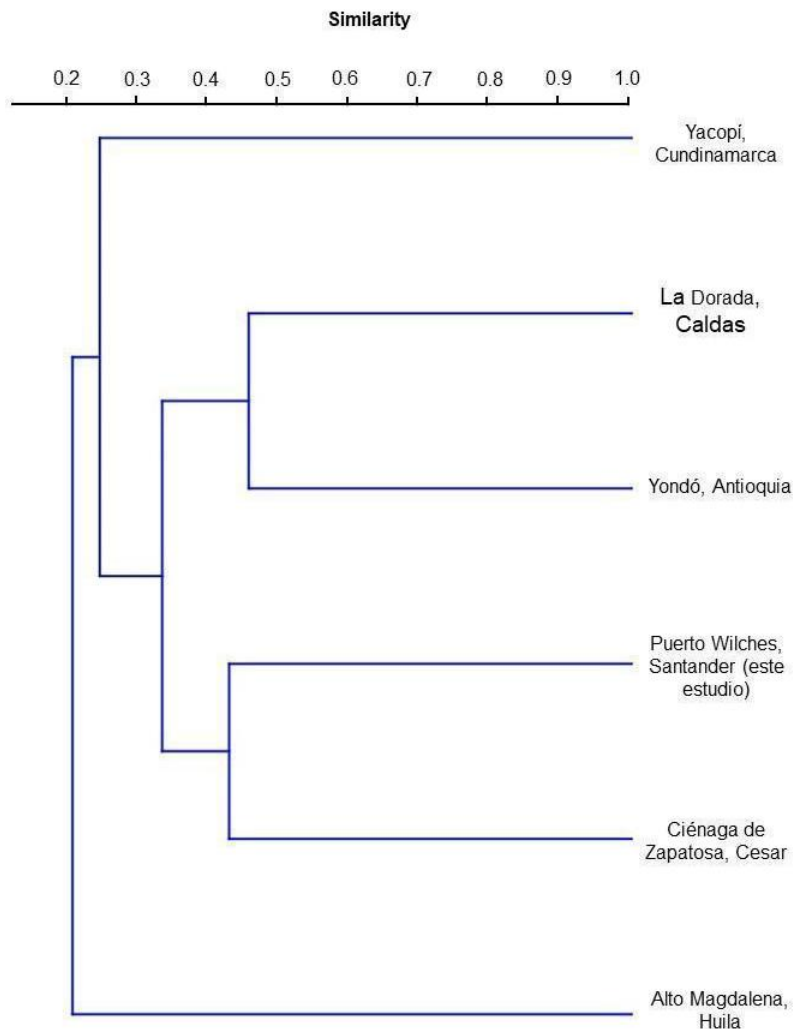


Figura 26. Dendrograma de similitud de reptiles entre seis diferentes áreas situadas en la cuenca del Magdalena, bajo los 500 m. de elevación.

Discusión

Después de invertir alrededor de dos meses en campo durante las dos temporadas de muestreo (262 h/hombre x cuatro investigadores), se puede concluir que el esfuerzo de muestreo del presente estudio permitió registrar una muestra representativa de los reptiles del área de estudio en el municipio de Puerto Wilches, Santander. En términos comparativos, el esfuerzo de muestreo para las tres zonas de estudio seleccionadas fue disímil, particularmente para el área de Caracterización. En esta zona el número de eventos de muestreo y por lo tanto las horas/hombre invertidas fueron aproximadamente la mitad del esfuerzo empleado de las zonas de Kalé y Platero (**Tabla 2**). Esta zona fue definida desde el diseño del estudio como el área de referencia en términos de extensión de la cobertura boscosa y, al estar más retirada de los polígonos de las plataformas, se espera que en estudios posteriores que se enfoquen en evaluar el efecto de las acciones en las

áreas de ubicación de las plataformas, como por ejemplo los proyectos piloto, esta presente un menor impacto. No obstante, las coberturas de muestreo arrojadas en esta zona fueron de 0,98 y 0,98 para las temporadas de Aguas altas y Aguas bajas, respectivamente. El esfuerzo de muestreo para las zonas de Kalé y Platero también fue distinto. La zona de Kalé presentó el mayor número de eventos de muestreo y, por lo tanto, el mayor tiempo de muestreo invertido (**Tabla 2**), y, de manera similar, el mayor número de registros y especies observadas fueron obtenidas en esta zona de estudio (**Anexo I - Reptiles**).

En términos generales, el esfuerzo de muestreo para las diferentes zonas de estudio y temporadas indicó que las coberturas de muestreo presentaron valores mayores al 90% (**Tabla 2**). Estos valores observados son aptos para hacer inferencias del ensamblaje en general, según el criterio de representatividad –mayor o igual al 80%–, sugerido por Soberón, J. & Llorente, J., (1993) y Pineda, E. & Halffter, G., (2004). De igual forma, Urbina-Cardona *et al.*, (2008) demostraron que, valores por encima del 70% de representatividad, son válidos para realizar inferencia sobre ensamblajes de serpientes (**Tabla 2, Tabla 3**). Esto indica que el conjunto de registros obtenidos para cada zona y temporada fue significativo para conocer la composición del ensamblaje de reptiles.

Es importante resaltar que si se emplean simultáneamente otras técnicas de captura se podrían registrar nuevas especies asociadas al dosel, el subdosel o la parte baja del suelo, que no son registradas por el método de encuentros visuales (Rabinowitz, 1981, Urbina-C J.N. & Londoño-M. M.C., 2003, Urbina-Cardona *et al.*, 2008). Por ejemplo, durante la temporada de Aguas bajas, se encontró un ejemplar de la especie *Bachia bicolor* (Cope, 1896), durante una excavación del suelo. Esta especie de lagarto no fue registrado durante los muestreos de reptiles, por lo que se trató de un resultado complementario. Adicionalmente, en trampas de caída instaladas para el muestreo de hormigas y colémbolos, se obtuvieron once individuos de las especies *Leposoma rugiceps* y *L. xanthostigma*, las cuales, aunque sí fueron registradas mediante los muestreos con VES, algunas veces son difíciles de capturar en el manto de la hojarasca.

Además, algunas especies de reptiles requieren altos esfuerzos de muestreo dada su baja detectabilidad (Martins & Oliveira, 1998; Moreno-Arias & Quintero-Corzo, 2015). En este estudio los métodos empleados se enfocaron en caracterizar las comunidades presentes en el sotobosque (Urbina-C J.N. & Londoño-M. M.C., 2003).

La composición de reptiles encontrada en el área de estudio presenta componentes específicos propios de ensamblajes previamente descritos para la cuenca del río Magdalena, estos se encuentran asociados en su mayoría a elementos del bosque húmedo tropical de la provincia Chocó-Magdalena, con otros componentes asociados a las regiones del Caribe y la Orinoquía (*e.g.* Caribe: *Anolis auratus*,

Ameiva bifrontata, *Chironius spixi*, *Thamnodynastes gambotensis*, *Sphaerodactylus lineolatus*, *Cnemidophorus lemniscatus*; Orinoquía: *Anolis auratus*, *Corallus ruschenbergerii*, *Micrurus dumerilii*, *Tantilla melanocephala*). Al comparar los resultados de la presente investigación con los de otras zonas bajas del valle medio del Magdalena, es claro que la mayor similitud se presenta con sitios cercanos y de condiciones ecológicas similares, tales como los ecosistemas abiertos y ciénagas en Zapatosa, Cesar (Medina-Rangel, G. F., 2011) y Yondó, Antioquia (Vargas-Salinas, F., y Aponte-Gutiérrez, A, 2016), los cuales presentaron una mayor similitud en composición con respecto a las demás zonas comparadas (**Tabla 7**); aunque la similitud con aquellas zonas es relativamente baja (con valores entre 18% y 44%).

Es importante resaltar que el número de especies de reptiles que se encontró en la zona de estudio, representa una alta riqueza de la fauna para la región, pues constituye cerca de la mitad de las especies registradas para el valle medio del Magdalena, en áreas por debajo de 500 m de elevación, representando el 40% sobre el total de la fauna potencial obtenida a partir de información secundaria (**Anexo 6**).

En cuanto a particularidades de la fauna encontrada, dentro del ensamblaje de reptiles registrado durante esta investigación, la serpiente *Thamnodynastes gambotensis* es una especie endémica para Colombia. Esta es una serpiente terrestre o semiarborícola que habita áreas abiertas cercanas a ciénagas y lagunas de la región Caribe (Bailey, J.R. & Thomas R.A., 2007); (Ortega, A. & Caicedo, J., 2016). Los registros de esta especie para el municipio de Puerto Wilches se convierte en reportes que representan los límites más al sur conocidos de su distribución, siendo los primeros para el valle medio del río Magdalena (la localidad más cerca conocida se ubica en la Ciénaga de Zapatosa, Cesar; (Medina-Rangel, G. F., 2011), Medina-Rangel, G. F., 2013). De igual forma, las especies *Alopoglossus festae* Peracca, 1904 y *Thamnodynastes gambotensis* Pérez-Santos & Moreno (1989) se registraron por primera vez para este departamento a través de este estudio. *Alopoglossus festae* es un lagarto que habita en el manto de hojarasca de los bosques húmedos y muy húmedos tropicales del Pacífico en Colombia, Ecuador y Panamá (Guerra-Correa, E., 2020), siendo el presente registro el primero conocido para los bosques húmedos del valle medio del Magdalena.

Por otra parte, se resalta el hallazgo de dos posibles nuevas especies para la ciencia, aún no descritas, que, en caso de confirmarse, demostraría que, aunque la historia de intervención sobre los ecosistemas del Magdalena medio ha sido acelerada en el último siglo y aunque la cuenca del río Magdalena es la mejor estudiada del país, aún quedan especies por descubrir. La primera de ellas es *Atractus* sp. (**Anexo 4**), una serpiente de la cual se obtuvo un registro de una hembra para el bosque ripario ANH_152 del área de caracterización. El género *Atractus* abarca un grupo de serpientes conocidas desde Panamá hasta Argentina, siendo altamente diverso, con más de 140 especies descritas, y una alta

representatividad en ecosistemas andinos por encima de 1000 m de elevación (> 35 % de las especies del género; (Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R. & Hosek, J., 2022)). Para la cuenca del río Magdalena, en los ecosistemas ribereños, no se conocían serpientes de este género. Después de realizar una comparación taxonómica con especies de “tierras bajas” del norte de Suramérica representadas en la Colección de Reptiles del Instituto Humboldt (*Atractus fuliginosus*, *A. puctiventris*, *A. univittatus*), además de la revisión de literatura especializada (Carvajal-Cogollo, J.E., Rojas-Murcia, L.E. & Cárdenas-Arévalo, G., 2020) y consultar con expertos, se concluye que la especie registrada en Puerto Wilches no presenta la totalidad de caracteres morfológicos externos de las especies de tierras bajas del Caribe, Orinoquía y Pacífico, por lo que se sugiere que potencialmente puede ser una especie no descrita para la ciencia. De igual manera, el lagarto *Lepidoblepharis* sp. (**Anexo 3**) fue registrado mediante un individuo en el bosque ripario ANH_306 del área de Kalé. Para la cuenca del río Magdalena, y particularmente debajo de 500 m de elevación, sólo se conocen las especies *L. xanthostigma*, *L. miyatai* y *L. sanctamartae*. Después de comparar el espécimen de Puerto Wilches, este se diferencia por presentar un mayor tamaño corporal y un patrón de coloración rojizo iridiscente uniforme, acentuado en la cola. En la **Figura 27** se muestra la ubicación espacial de las especies antes mencionadas en el área de estudio.

Se resalta que ninguna de las especies registradas a lo largo del estudio se encuentra bajo alguna categoría de amenaza según la UICN (2022), o está incluida en el Libro Rojo de Reptiles de Colombia (Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. & Bock, B. C, 2015), o la Resolución 1912 de 2017 del anterior Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, en la cual se estableció el listado de especies silvestres amenazadas del país. No obstante, las poblaciones de algunas especies requieren un monitoreo que permita identificar si podrían estar sufriendo declinaciones debido a la transformación de coberturas, cacería, atropellamiento vial y mortalidad causada directamente por las personas (**Figura 28**). La extensión e intensidad de dichas acciones deben estudiarse y monitorearse para definir en escala jerárquica de estas y otras amenazas como por ejemplo la pérdida en la disponibilidad y calidad del hábitat, como una potencial amenazas para los reptiles de la región (Nowakowski et al., 2018).

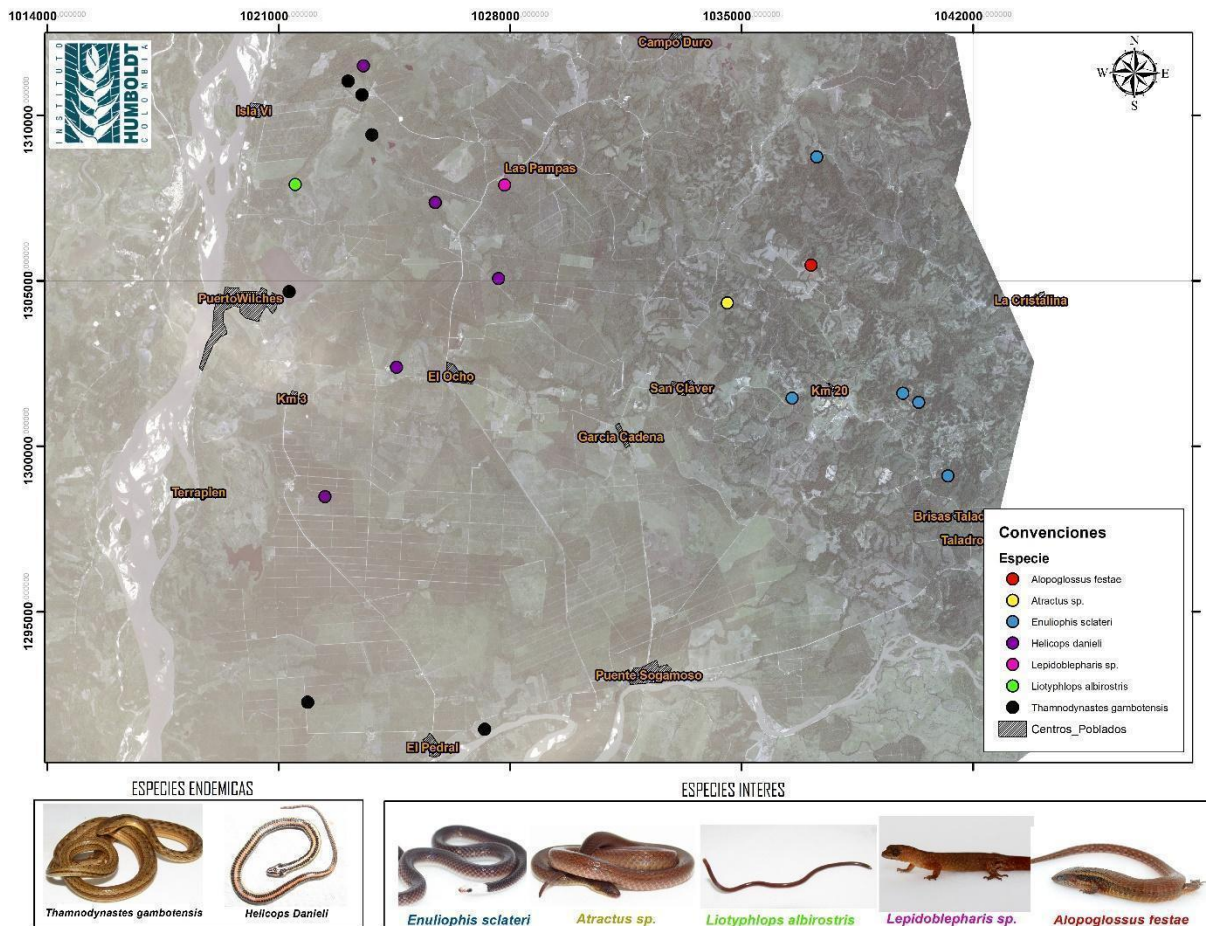


Figura 27. Puntos de registro para las especies de reptiles consideradas de interés, dentro del área de estudio, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander, Colombia.

El área de estudio en general (municipio de Puerto Wilches) presenta características de un paisaje altamente transformado, por lo que la oferta de nichos disponibles para los reptiles, varía de acuerdo a condiciones microclimáticas y estructurales (Etter, A., 1998; Nowakowski *et al.*, 2018). En respuesta a lo anterior, el atributo de la diversidad de reptiles también varió, mostrando patrones de alta y baja diversidad entre las zonas seleccionadas, temporadas y unidades del paisaje (*i.e* coberturas).

En este estudio se observó una diferencia en la diversidad entre temporadas, siendo la de aguas bajas en la que se registraron cuatro especies efectivas más, respecto a aguas altas (**Anexo 1-Reptiles**). Asimismo, se observó que para aguas bajas se presentaron los valores más altos de diversidad en los órdenes q1 y q2 (**Figura 15**), producto del aumento de los valores de riqueza y abundancia en los Bosques riparios principalmente (**Figura 13, Figura 14**). Este patrón en el aumento de diversidad para Aguas bajas, ha sido observado en otras regiones del país tal como por ejemplo la Orinoquía (Angarita-Sierra, 2014), en dónde para esta temporada la biomasa de reptiles se concentra en ciertas zonas con mayor estabilidad térmica y menor estrés hídrico, generando un aumento en la detectabilidad de individuos y especies en áreas restringidas.



Figura 28. Mortalidad de algunos grupos de reptiles como babillas y serpientes en el área de estudio, debido a cacería y atropellamiento vehicular, municipio de Puerto Wilches, departamento de Santander.

Asimismo, se observó una mayor diversidad para Kalé y Platero, respecto a la zona de Caracterización, en los tres órdenes de diversidad analizados (q_0 , q_1 y q_2). Sin embargo, es importante resaltar que esta última zona tuvo un menor esfuerzo de muestreo, lo cual pudo afectar los resultados observados (**Tabla 4**), por lo tanto, se recomienda en estudios posteriores una representación equitativa por unidad de área, con la finalidad de realizar comparaciones en cuanto a patrones de diversidad específica en los tres órdenes analizados (Chao et al., 2014).

Cambios en la diversidad de la comunidad entre temporadas, así como también entre zonas, como los observados, son esperables para las especies que habitan zonas tropicales, en donde las marcadas temporadas de lluvias, los pulsos de inundación y la sequía, establecen y modulan los ciclos de vida para los ectotermos (Altig & McDiarmid, 1999; Montoya et al., 2011). El efecto de la estacionalidad en la diversidad y riqueza de reptiles se ve afectada por cambios en la disponibilidad de recursos, precipitación, y cambios en la estructura de la vegetación entre otros, reduciendo los niveles de actividad y reproducción para algunas de las especies (García & Cabrera-Reyes, 2008).

Considerando los valores de diversidad específica para los órdenes q_1 y q_2 entre coberturas (**Figura 18**), fue posible identificar que: (1) los Bosques riparios

presentaron una mayor diversidad con respecto a los Bosques densos, Cuerpos de agua y Herbazales, (2) debido a los márgenes de incertidumbre, no es posible comparar con alta confiabilidad los valores de diversidad obtenidos para Bosques abiertos, Pastos y Vías, y (3) los Cuerpos de agua presentaron el menor valor con respecto a las demás coberturas.

Aunque se debe considerar que los valores altos de riqueza y abundancia en Bosque ripario puede ser un efecto del esfuerzo de muestreo diferencial con respecto a las otras tres coberturas (**Tabla 1**), al realizar los cortes de rarefacción con 24 individuos, se observan patrones de diversidad similares a los calculados con la totalidad de individuos, indicando que los valores observados pueden estar reflejando la realidad en cuanto a las diferencias de los ensamblajes entre coberturas. Los Bosques riparios de las tres zonas estudiadas, podrían mantener poblaciones de reptiles viables en el tiempo y representativos de la diversidad regional (Cabrera-Guzmán & Reynoso, 2012). Sin embargo, es importante resaltar que coberturas como Cuerpos de agua en este estudio, estuvieron representados por una composición de especies complementarias a la de los bosques (**Figura 25**), y aunque presentaron valores bajos en cuanto a diversidad (**Figura 18**), resultan ser una cobertura importante debido a la presencia y disponibilidad del recurso hídrico (Vargas-Salinas, F., y Aponte-Gutiérrez, A, 2016).

La cobertura de Cuerpos de agua, fue la que presentó los valores más bajos de diversidad (**Figura 18**), resultado concordante con lo registrado en Yondó, Antioquia (Vargas-Salinas, F., y Aponte-Gutiérrez, A, 2016), en dónde para los cuerpos de agua tal como ciénagas y lagunas (al igual que en las unidades muestreadas durante esta fase de campo), se presentó el valor más bajo de diversidad en comparación con las otras unidades, sustentado en una alta abundancia que representa valores bajos de riqueza, tal y como se observó en el presente estudio (**Figura 13, Figura 14**).

Respecto a los patrones observados por coberturas al tener en cuenta cambios en la riqueza, abundancia y valores de diversidad específica entre ambas temporadas, se identificó una disminución de los valores en las tres variables para el bosque abierto en la segunda temporada (Aguas bajas); mientras que en el bosque denso y bosque ripario la riqueza y abundancia aumentó (**Figura 13, Figura 14, Tabla 6**). Estos resultados son nuevamente esperables dados los efectos que la estacionalidad tienen sobre la actividad de organismos ectotermos como los reptiles. Específicamente, estos cambios en diversidad específica, riqueza y abundancia entre temporadas observadas durante los muestreos, puede ser explicada para el caso de los bosques abiertos debido a que esta cobertura no ofrece los recursos biofísicos del entorno necesarios para poder generar un refugio apropiado de las especies en temporada de aguas bajas, cuando puede existir un mayor estrés por la restricción de cuerpos de agua, temperaturas más altas y

humedad ambiente más baja (Angarita-Sierra, 2014; Urbina-Cardona et al., 2014). Por tal motivo, los Bosques riparios y densos pueden funcionar como refugios en épocas de mayor estrés térmico e hídrico (Aguas bajas) debido a que es posible evidenciar en componentes boscosos con una mayor estructura vegetal, cobertura del dosel y hojarasca (Nowakowski et al., 2018).

Por último, se resalta el potencial patrón de que las vías puedan presentar altos valores de diversidad, a pesar de presentar una alta incertidumbre (**Figura 18**). Esto se explica debido a que, en el caso de los reptiles, el uso de este tipo de cobertura se ha asociado a procesos biológicos, como, por ejemplo, la termorregulación (García López & García Peluffo, 2022), funcionando como trampas térmicas para organismos ectotérmicos. Algunos autores como Quintero-Ángel *et al.*, (2012), han identificado que las serpientes atropelladas en un área de estudio fueron en su gran mayoría especies asociadas a pastizales, mientras que otros autores proponen que episodios de atropellamiento se asocian a eventos locales de migración (Jochimsen *et al.*, 2014) o a mayores niveles de tráfico (Rincón-Aranguri *et al.*, 2019). Una tendencia similar se ha registrado en mamíferos, lagartos y anfibios (Fahrig et al., 1995; Ashley & Robinson, 1996; Argotte & Monsalvo, 2002; Baskaran & Boominathan, 2010). En general, el alto número de serpientes atropelladas en el Neotrópico sugiere que las carreteras representan una amenaza para la conservación de estos vertebrados (Seigel et al., 1987; Ashley & Robinson, 1996; Shine et al., 2004; Andrews *et al.*, 2008; Hartmann et al., 2011; Vargas-Salinas *et al.*, 2011; Quintero-Ángel *et al.*, 2012).

Los mapas de distribución espacial de la riqueza y abundancia de reptiles en el área de estudio, mostraron patrones de concentración distintos entre las dos temporadas, pero, con una concordancia espacial entre los parámetros analizados y tal como lo observado entre coberturas por temporadas (**Figura 13, Figura 14**). Es decir, que las áreas de mayor abundancia (**Figura 21, Figura 22**), fueron en su mayoría también las zonas con mayor riqueza de especies (**Figura 20, Figura 21**). Estos resultados de los patrones diferenciales por temporadas, siendo para la temporada de aguas altas la parte centro-occidental del área de estudio la que concentró la mayor riqueza y abundancia, y para aguas bajas, la zona centro-norte y el suroccidente de todo el polígono, resalta la importancia de incluir muestreos multitemporales en estudios enfocados a herpetofauna, dada la variación en la actividad asociada a características ambientales para estos organismos ectotermos.

Algunos sitios puntuales presentaron una alta riqueza y abundancia, como, por ejemplo, los bosques localmente conocidos como los “Bañaderos de Monterrey”, o el bosque ripario cercano al corregimiento El Ocho, y cerca a la ciénaga de Paredes, donde se registró la mayor concentración de especies. Estas cifras demuestran que los escasos remanentes de bosque húmedo en esta área del departamento de Santander, tienen aún alta capacidad de albergar especies de reptiles siempre y

cuando se conserven las condiciones estructurales y de cobertura vegetal que permitan soportar la biota representativa del Magdalena medio (Vargas-Salinas, F., y Aponte-Gutiérrez, A, 2016; Nowakowski et al., 2018).

Considerando la composición y estructura de las especies de reptiles al comparar entre temporadas y zonas de muestreo (**Figura 24**), no se observó una diferencia significativa entre sí. Sin embargo, es posible observar que, en la época de aguas bajas, el espacio multidimensional representado en la **Figura 24A** es mayor que en aguas altas, lo cual es un efecto del evento muestral ANH_185 presente en la zona de Platero, en la temporada de muestreo dos que coincide con aguas bajas, debido a la presencia de *Ameiva bifrontata* y *Cnemidophorus lemniscatus*, que fueron especies exclusivas de este punto de Pastos. Este mismo punto ANH_185_T2, junto con las especies mencionadas anteriormente explican la mayor distribución del espacio multidimensional observada en la zona de Platero (**Figura 24B**).

Aunque no se evidencian diferencias significativas en cuanto a los valores de similitud de Bray-Curtis para las temporadas y zonas de trabajo, se debe considerar que tanto en aguas altas como bajas existieron diferencias en cuanto a los órdenes de diversidad q1 y q2 (**Figura 15**), indicando que, aunque no exista una amplia disimilitud basado en análisis beta, es necesario considerar que, para cada época la organización de las abundancias por especie puede variar (**Anexo 6**), como un efecto de los requerimientos ecofisiológicos de cada especie (Thompson et al., 2016).

Igualmente, para las zonas de estudio se observa el mismo patrón dónde existe una baja disimilitud entre Platero, Kalé y Caracterización, pero los valores de diversidad q1 y q2 difieren contrastantemente en la zona de Caracterización (**Figura 16**, **Figura 17**), lo cual puede ser un efecto del esfuerzo inequitativo de muestreo, indicando que potencialmente para esta zona, el espacio multidimensional en el NMDs puede modificarse en caso de presentar una equitatividad en los eventos muestreados. Al evaluar la composición de especies de reptiles encontrados en diferentes coberturas, se observaron similitudes, principalmente entre coberturas boscosas y herbazales (**Figura 25**). Particularmente, estas coberturas con algún tipo de dosel, ya sea alto o bajo, no suele dejar al descubierto totalmente los estratos bajos, ofreciendo así refugios frente a las condiciones ambientales cambiantes, debido a que pueden generar temperaturas estables a lo largo del día y la noche, aspecto relevante para la generación de energía en el caso de los reptiles (Nowakowski et al., 2018). Sin embargo, coberturas como los Bosques abiertos, implican una limitación en cuanto a la disponibilidad y calidad de los diferentes recursos del microhábitat, generando ensamblajes poco complejos en comparación con coberturas de mayor heterogeneidad de recursos en los hábitats (e.g. Bosque ripario, Herbazales y Bosque denso; **Anexo 6**), que ofrecen una mayor complejidad estructural de la vegetación, recursos minerales y cuerpos de agua asociados

(Urbina-C J.N. & Londoño-M. M.C., 2003; Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M., & Reynoso, V. H., 2006).

Estos resultados destacan particularmente que una gran parte de las especies asociadas a ambientes boscosos (*i.e.* ripario, abierto y denso) se encuentran poco dispersas en el espacio multidimensional, entre las que destacan por ejemplo los pequeños lagartos de hojarasca y algunas serpientes como *Alopoglossus festae*, *Sphaerodactylus lineolatus*, *Lepidoblepharis xanthostigma*, *Dendrophidion percarinatum* e *Imantodes cenchoa* (**Figura 29**) y que a pesar de que el área se encuentra constituida en gran parte por bosques de áreas muy pequeñas, estos aún conservan ensamblajes de reptiles únicos por lo que es muy relevante realizar esfuerzos que permitan conservar estos remanentes.

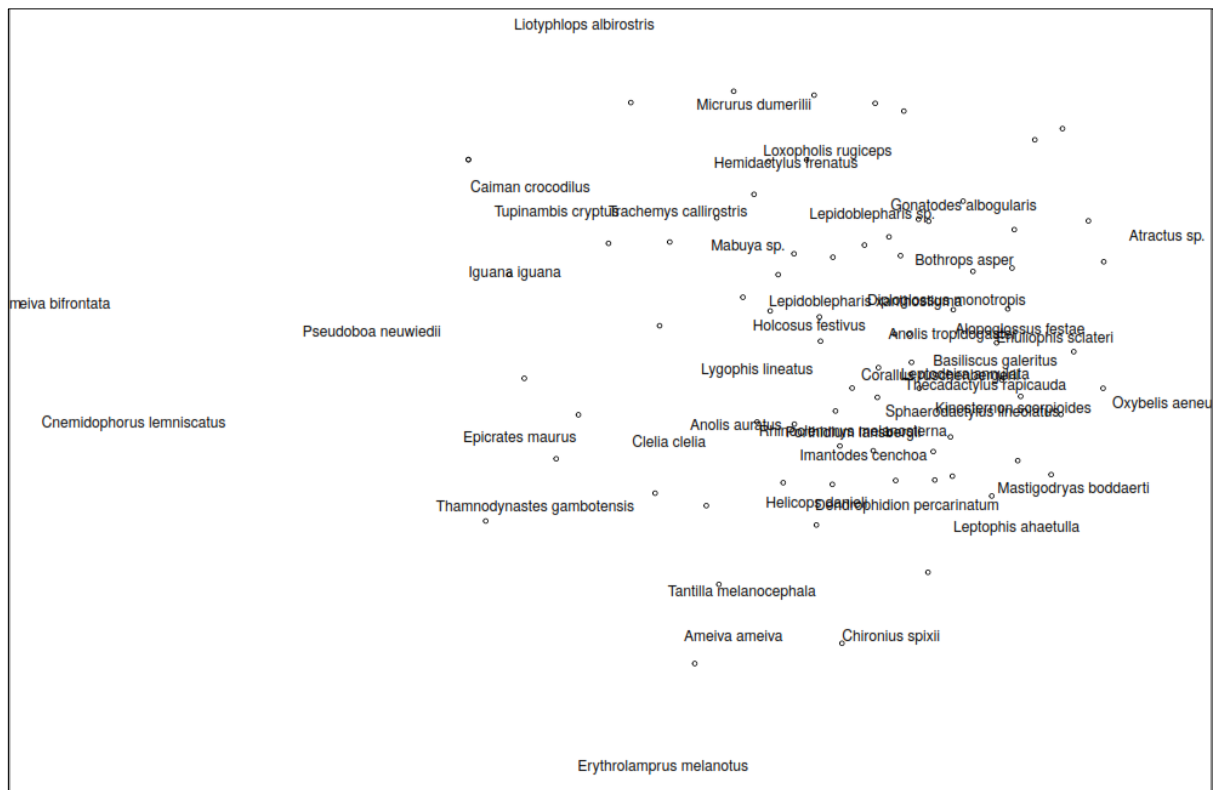


Figura 29. Distribución de las especies de reptiles registradas en el espacio NMDS

Es importante resaltar que el área de estudio presenta un mosaico fuertemente dominado por cultivos de palma de aceite. Hacia el occidente y suroccidente principalmente, los bosques remanentes son estrechos y delgados en algunas zonas, formando un estrecho borde con otras coberturas (**Figura 30**). Estos fenómenos generados por el mosaicismo paisajístico, sumado a la no delimitación contrastante de las coberturas a partir de patrones de composición y estructura de los ensamblajes, indica que los reptiles, como grupo, parecen responder directamente a la pérdida de cobertura boscosa en el área de estudio a través de

efectos cascada sobre su microhábitat (Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M., & Reynoso, V. H., 2006). Esto se evidencia en la poca diferenciación que existe entre los ensamblajes de bosque abierto y cuerpos de agua que presentaron valores relativamente bajos de diversidad (**Figura 25, Figura 18**).

Para el caso de las vías, cuya composición fue transversal a casi todas las coberturas a excepción de los pastos (**Figura 25**), es necesario resaltar que, debido a la distribución de las mismas en el paisaje (sin considerar las palmas) y por los puntos muestreados para esta cobertura (**Figura 30**), puede existir una relación de contigüidad dada la cercanía de las diferentes coberturas con las vías, permitiendo evidenciar componentes específicos de las demás coberturas, debido a un proceso de movilización local de las especies o el uso del asfalto como superficie de termorregulación (García López & García Peluffo, 2022).

En cuanto a los pastos, cobertura que presentó la mayor diferenciación entre todas (**Figura 25**), es posible observar que este patrón se debió a la presencia de *Ameiva bifrontata* y *Epicrates maurus* como especies detectadas exclusivamente para esta cobertura (**Figura 29**). Sin embargo, debido al bajo esfuerzo de muestreo en esta cobertura y a los bajos valores de abundancia encontrados por especie (**Anexo I - Reptiles**), se identificó un ensamblaje de reptiles poco complejo, que puede aportar en la diferenciación de esta cobertura con respecto a la demás.

Finalmente, es importante resaltar que una buena parte de las especies presentó una baja similitud en el espacio (**Figura 29**), como por ejemplo aquellas asociadas a ambientes más abiertos (a excepción de *Liotyphlops albirostris* y *Micrurus dumerilii*). Es probable que en el área de estudio el tamaño de los fragmentos sea muy pequeño para excluir los efectos de borde, por lo cual los fragmentos estarían compuestos por especies generalistas que toleraron el disturbio generado hace décadas en la región. Estudios que incluyan mediciones de variables asociadas a bordes y efectos de borde permitirían evaluar este tipo de observaciones.

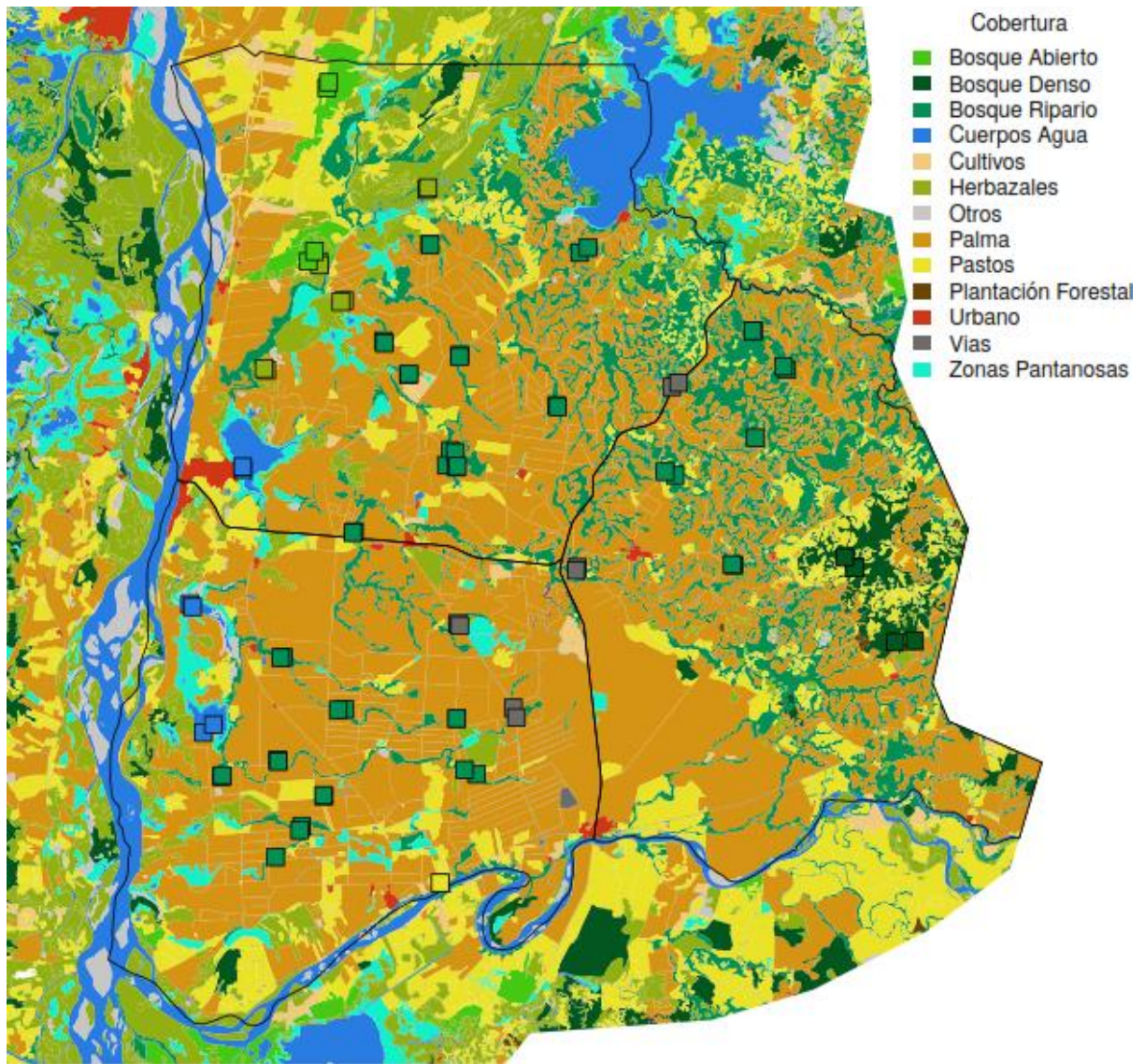


Figura 30. Mapa de coberturas del área de estudio, con la ubicación de las unidades de muestreo para reptiles; municipio de Puerto Wilches, Santander.

Conclusiones

- A través de este estudio se registró una muestra representativa de los reptiles del Magdalena medio, la cual fue aproximadamente de 40% del estimado para esta región. Esta representa una línea base con una representatividad taxonómica diversa, con elementos compartidos principalmente con las regiones Caribe, Pacífico, y Orinoquía.
- Existieron diferencias entre áreas muestreadas y temporadas de muestreo, con una mayor diversidad encontrada en las áreas de Kale y Platero y en la temporada de Aguas bajas. La dinámica espaciotemporal de los reptiles en el área de estudio mostró ser alta, por lo que, se sugiere que el planteamiento de monitoreos y estrategias de manejo y conservación posteriores se adapte para abarcar estas variaciones en diversidad.
- Los Bosques riparios y densos a diferencia de los Bosques abiertos, presentaron un aumento en cuanto al valor de diversidad, riqueza y abundancia para aguas bajas, posiblemente como resultado de la mayor estructura vegetal y heterogeneidad en recursos biofísicos de los primeros, que ofrecen una disminución del estrés térmico e hídrico para organismos ecotérmicos como los reptiles.
- Las coberturas de cuerpos de agua presentaron los valores más bajos de diversidad, lo cual es concordante con estudios previos realizados en la zona. Este patrón obedece a la baja riqueza y el alto número de individuos para algunas especies de reptiles que generan un ensamblaje inequitativo.
- Aunque se identificaron diferencias en los valores de diversidad entre temporadas y zonas de trabajo, se observó una alta similitud entre estas unidades basado en los estimadores Bray-Curtis, indicando que estos valores contrastantes de diversidad (q_0 , q_1 y q_2) no obedecen a patrones de composición y estructura contrastantes en los ensamblajes de reptiles.
- Para las coberturas evaluadas, a excepción de Pastos, no se identificaron diferencias significativas entre los ensamblajes, basados en los estimadores de Bray-Curtis. Sin embargo, se pudo observar que existió una tendencia asociativa entre las coberturas boscosas, reflejando patrones similares en la composición de reptiles. Adicionalmente, los Cuerpos de agua y las Vías presentaron una mayor similitud con todas las demás coberturas posiblemente como efecto a la contigüidad de estas zonas abiertas con las coberturas aledañas del paisaje.
- Recomendamos, siguiendo la propuesta de Guayasamin, J. M., Ron, S. R., Cisneros-Heredia, D. F., Lamar, W. & McCracken, S.F., (2006) (para anfibios), considerar implementar métodos de captura de especies de dosel, lo cual implica el ascenso en algunos árboles específicos. De igual forma, sugerimos que los monitoreos de biodiversidad incluyen métodos para analizar la fauna de reptiles que habita bajo el suelo y la instalación de

trampas de caída adaptadas para herpetofauna, siguiendo las indicaciones de Cechin, S. Z. & Martins, M., (2000).

Bibliografía

- Altig, R., & McDiarmid, R. W. (1999). *Tadpoles: The biology of anuran larvae*. University of Chicago Press.
- Andrews, K. M., Gibbons, J. W., Jochimsen, D. M., & Mitchell, J. (2008). Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: A literature review. *Herpetological Conservation*, 3, 121-143.
- Angarita-Sierra, T. (2014). Diagnósis del estado de conservación del ensamble de anfibios y reptiles presentes en los ecosistemas de sabanas inundables de la cuenca del río Pauto, Casanare, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(146), 53-78.
- Argotte, S. D., & Monsalvo, M. J. D. (2002). Incidencia de la carretera Barranquilla-Ciénaga sobre la mortalidad de vertebrados y su relación con el medio ecológico en la vía Parque Isla de Salamanca, Magdalena, Colombia. *Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia*.
- Ashley, E. P., & Robinson, J. T. (1996). Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *Canadian Field Naturalist*, 110(3), 403-412.
- Bailey, J.R. & Thomas R.A. (2007). *A revision of the South American snake genus *Thamnodynastes* Wagler, 1830 (Serpentes, Colubridae, Tachymenini). II. Three new species from northern South America, with further descriptions of *Thamnodynastes gambotensis* Pérez-Santos and Moreno and *Thamnodynastes ramonriveroi* Manzanilla and Sánchez.*
<https://www.semanticscholar.org/paper/A-revision-of-the-South-American->

snake-genus-1830-Bailey-

Thomas/3dcb02b8aa51d9bf1a847dd0b1c8c76fe93a7f76

Baskaran, N., & Boominathan, D. (2010). Road kill of animals by highway traffic in the tropical forests of Mudumalai Tiger Reserve, southern India. *Journal of Threatened Taxa*, 2(3), 753-759.

Cabrera-Guzmán & Reynoso. (2012). *Amphibian and reptile communities of rainforest fragments: Minimum patch size to support high richness and abundance*. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0312-4>

Carvajal-Cogollo, J.E. & Urbina-Cardona, J.N. (2008). *Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de Bosque Seco Tropical en Córdoba, Colombia*. <https://doi.org/doi.org/10.1177/194008290800100407>

Carvajal-Cogollo, J.E., Rojas-Murcia, L.E. & Cárdenas-Arévalo, G. (2020). *Reptiles del Caribe colombiano/ Reptiles of the Colombian Caribbean*. UPTC.

Cechin, S. Z. & Martins, M. (2000). Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(3), Art. 3. <https://doi.org/doi.org/10.1590/S0101-81752000000300017>

Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., & Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1), 45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>

Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S.-Y., Mao, C. X., Chazdon, R. L., & Longino, J. T. (2012). Models and estimators linking individual-based and

sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages.

Journal of Plant Ecology, 5(1), 3-21. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>

Cortez, C., Suárez-Mayorga, A.M. & López-López, F. (2006). Preparación y preservación de material científico. En *Técnicas de inventario y Monitoreo para los anfibios de la región Tropical andina* (pp. 173-219). Conservación Internacional.

https://www.researchgate.net/publication/331177963_Preparacion_y_Preservacion_de_material_cientifico

Crump, M.L. & Scott, N. J. (1994). Visual encounter surveys. En *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*.

<https://pubs.er.usgs.gov/publication/81573>

Duellman, W.E. (1962). Directions for preserving amphibians and reptiles. En *Collecting and preparing study specimens of vertebrates* (pp. 23-40).

University of Kansas Museum of Natural History.

<http://museum2.utep.edu/mammalogy/vertebratespecimens.pdf>

Etter, A. (1998). Bosque húmedo tropical. En *Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad – Colombia. Tomo I. Causas de pérdida de la biodiversidad*.

(Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), pp. 106-133).

https://www.researchgate.net/publication/266385454_Ecosistemas_de_Bosque_Humedo_Tropical

Fahrig, L., Pedlar, J. H., Pope, S. E., Taylor, P. D., & Wegner, J. F. (1995). Effect of road traffic on amphibian density. *Biological conservation*, 73(3), 177-182.

- Flórez Jaramillo, L. Á., & Barona Cortés, E. (2016). *Diversidad de reptiles asociados a tres áreas contrastantes en un bosque seco tropical (La Dorada y Victoria, Caldas)*.
- García, A., & Cabrera-Reyes, A. (2008). Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta zoológica mexicana*, 24(3), 91-115.
- García López, Y. A., & García Peluffo, J. D. (2022). *Atropellamiento de fauna en Colombia: Una revisión desde sus causas, conocimiento actual, perspectivas de manejo y regulación*.
- Gardner, T.A., Ribeiro-Júnior, M.A., Barlow, J., Avila-Pires, T.C.S., Hoogmoed, M. & Peres, C.A. (2007). The value of primary, secondary, and plantation forests for a neotropical herpetofauna. *Conservation Biology*, 21(3), Art. 3. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00659.x>.
- Guayasamin, J. M., Ron, S. R., Cisneros-Heredia, D. F., Lamar, W. & McCracken, S.F. (2006). A new species of frog of the Eleutherodactylus lacrimosus assemblage (Leptodactylidae) from the western Amazon Basin, with comments on the utility of canopy surveys in lowland rainforest. *Herpetologica*, 62(2), Art. 2. <https://doi.org/doi.org/10.1655/05-40.1>
- Guerra-Correa, E. (2020). *Alopoglossus festae*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Alopoglossus%20feste>

- Hartmann, P. A., Hartmann, M. T., & Martins, M. (2011). Snake road mortality in a protected area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 6(1), 35-42.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2017). *Memoria técnica. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. (Comunicaciones y Prensa Ideam). <https://www.andi.com.co/Uploads/MapaEcosistemas2017.pdf>
- Jochimsen, D. M., Peterson, C. R., & Harmon, L. J. (2014). Influence of ecology and landscape on snake road mortality in a sagebrush-steppe ecosystem. *Animal Conservation*, 17(6), 583-592.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), Art. 2. <https://doi.org/doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Lynch, J. D., Sierra, T. A., & Gómez, F. J. R. (2014). *Programa nacional para la conservación de las serpientes presentes en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Lynch, J.D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(140), Art. 140.

- Lynch, J.D. (2015). The role of plantations of the african palm (ELAEIS GUINEENSIS JACQ.) in the conservation of snakes in colombia. *Caldasia*, 37(1), Art. 1. <http://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v37n1.50992>
- Martins, M., & Oliveira, M. E. (1998). Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History*, 6(2), 78-150.
- Medina-Rangel, G. F. (2011). Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), Art. 2.
- Medina-Rangel, G. F. (2013). Cambio estacional en el uso de los recursos de la comunidad de Reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Departamento del Cesar (Colombia). *Caldasia*, 35(1), Art. 1.
- Meza-Joya, F. L., Rojas-Morales, J. A., y Ramos, E. (2020). Predicting distributions of rare species: The case of the false coral snake *Rhinobothryum bovallii* (Serpentes: Colubridae). *Phyllomedusa*, 19(2), Art. 2. <https://doi.org/doi.org/10.11606/ISSN.2316-9079.V19I2P141-164>
- Montoya, J. V., Castillo, M. M., & Sánchez, L. (2011). La importancia de las inundaciones periódicas para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas inundables de grandes ríos tropicales: Estudios en la cuenca del Orinoco. *Interciencia*, 36(12), 900-907.
- Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. & Bock, B. C. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia* (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia.).

- Moreno-Arias, R. A., Medina-Rangel, G. F., & Castano-Mora, O. V. (2008). Lowland reptiles of Yacopi (Cundinamarca, Colombia). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 32(122), Art. 122.
- Moreno-Arias, R., & Quintero-Corzo, S. (2015). Reptiles from the dry valley of the Magdalena River (Huila, Colombia). *Caldasia*, 37(1), 183-195.
- Nowakowski, A. J., Watling, J. I., Thompson, M. E., Bruschi IV, G. A., Catenazzi, A., Whitfield, S. M., Kurz, D. J., Suárez-Mayorga, Á., Aponte-Gutiérrez, A., & Donnelly, M. A. (2018). Thermal biology mediates responses of amphibians and reptiles to habitat modification. *Ecology letters*, 21(3), 345-355.
- Ocampo-Peñuela, N., Garcia-Ulloa, J., Ghazoul, J., & Etter, A. (2018). Quantifying impacts of oil palm expansion on Colombia's threatened biodiversity. *Biological Conservation*, 224, 117-121.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.05.024>
- Ortega, A. & Caicedo, J. (2016). *Thamnodynastes gambotensis* [The IUCN Red List of Threatened Species]. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T44581876A44581879.en>
- Páez, V. P., M. A. Morales-Betancourt, C. A., Lasso, O. V. Castaño-Mora & Bock, B. C. (2012). *Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt).
<http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/103-v-biologia-y-conservacion-de-las-tortugas-continentales-de-colombia-serie-recursos-hidrobiologicos-y-pesqueros-continentales-de-colombia>

- Palacio, G, González, J, Yepes, F, Carrizosa, J, Palacio, L, Montoya, C & Márquez, G. (2001). *Naturaleza en disputa. Ensayos de historia ambiental en Colombia 1850-1995*. (Universidad Nacional de Colombia). Unilibros. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52463>
- Pineda, E. & Halffter, G. (2004). Species diversity and habitat fragmentation: Frogs in a tropical montane landscape in México. *Biological Conservation*, 115(5), Art. 5. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.biocon.2003.08.009>
- Quintero-Ángel, A., Osorio-Dominguez, D., Vargas-Salinas, F., & Saavedra-Rodríguez, C. A. (2012). Roadkill rate of snakes in a disturbed landscape of Central Andes of Colombia. *Herpetology Notes*, 5, 99-105.
- Rabinowitz, D. (1981). Seven forms of rarity. *Biological aspects of rare plant conservation*.
- Restrepo, A., Molina-Zuluaga, C., Hurtado, J. P., Marín, C. M., & Daza, J. M. (2017). Amphibians and reptiles from two localities in the northern Andes of Colombia. *Check List*, 13(4), Art. 4. <https://doi.org/10.15560/13.4.203>
- Rincón-Aranguri, M., Urbina-Cardona, N., Galeano, S. P., Bock, B. C., & Páez, V. P. (2019). Road kill of snakes on a highway in an Orinoco ecosystem: Landscape factors and species traits related to their mortality. *Tropical Conservation Science*, 12, 1940082919830832.
- Rojas-Morales, J. A., Marín-Martínez, M., y Zuluaga-Isaza, J. C. (2018). Aspectos taxonómicos y ecogeográficos de algunas serpientes (Reptilia: Colubridae) del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Miel I, Caldas, Colombia. *Biota Colombiana*, 19(2), Art. 2. <https://doi.org/10.21068/c2018.v19n02a07>

- Rojas-Morales, J. A., Marín-Martínez, M., y Zuluaga-Isaza, J. C. (2019). Rediscovery of the enigmatic forest racer snake, *Dendrophidion boshelli* Dunn, 1944 (Serpentes, colubridae): Actions for the conservation of a critically endangered species. *Neotropical Biology and Conservation*, 14(4), Art. 4. <https://doi.org/doi:10.3897/neotropical.14.e39572>
- Rojas-Morales, J.A. (2012). On the geographic distribution of the false coral snake, *Rhinobothryum bovallii* (Serpentes: Dipsadidae), in Colombia—A biogeographical perspective. *Salamandra*, 48(4), Art. 4.
- Seigel, R. A., Collins, J. T., & Novak, S. S. (1987). *Snakes: Ecology and evolutionary biology*. Macmillan New York.
- Shine, R., Lemaster, M., Wall, M., Langkilde, T., & Mason, R. (2004). Why did the snake cross the road? Effects of roads on movement and location of mates by garter snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). *Ecology and Society*, 9(1).
- Soberón, J. & Llorente, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7(3), Art. 3.
- Thompson, M. E., Nowakowski, A. J., & Donnelly, M. A. (2016). The importance of defining focal assemblages when evaluating amphibian and reptile responses to land use. *Conservation Biology*, 30(2), 249-258.
- Tiffany M. Doan, & Wilfredo Arizábal Arriaga. (2002). Microgeographic Variation in Species Composition of the Herpetofaunal Communities of Tambopata Region, Peru. *Biotropica*, 34(1), Art. 1. <https://doi.org/doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00246.x>

Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R. & Hosek, J. (2022). *The Reptile Database*.
<http://reptile-database.org/>

Urbina-C J.N. & Londoño-M. M.C. (2003). Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 27(102), Art. 102.

Urbina-Cardona, J. N., Londoño-Murcia, M. C., & García-Ávila, D. G. (2008). Spatio-temporal dynamics of snake diversity in four habitats with different degrees of anthropogenic disturbance in the Gorgona Island National Natural Park in the Colombian Pacific. *Caldasia*, 30(2), 479-493.

Urbina-Cardona, J. N., Navas, C. A., González, I., Gómez-Martínez, M. J., Llano-Mejía, J., Medina-Rangel, G. F., & Blanco, A. (2014). Determinantes de la distribución de los anfibios en el bosque seco tropical de Colombia: Herramientas para su conservación. *el bosque seco tropical en Colombia ii. Biodiversidad asociada al bosque seco*, 163-189.

Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M., & Reynoso, V. H. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 132(1), Art. 1.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.03.014>

Vargas-Salinas, F., Delgado-Ospina, I., & López-Aranda, F. (2011). Mortalidad por atropello vehicular y distribución de anfibios y reptiles en un bosque subandino en el occidente de Colombia. *Caldasia*, 33(1), 121-138.

Vargas-Salinas, F., y Aponte-Gutiérrez, A. (2016). Diversidad y recambio de especies de anfibios y reptiles entre coberturas vegetales en una localidad del valle del Magdalena medio, departamento de Antioquia, Colombia. *Biota Colombiana*, 17(2), Art. 2. <https://doi.org/DOI: 10.21068/c2016.v17n02a09>

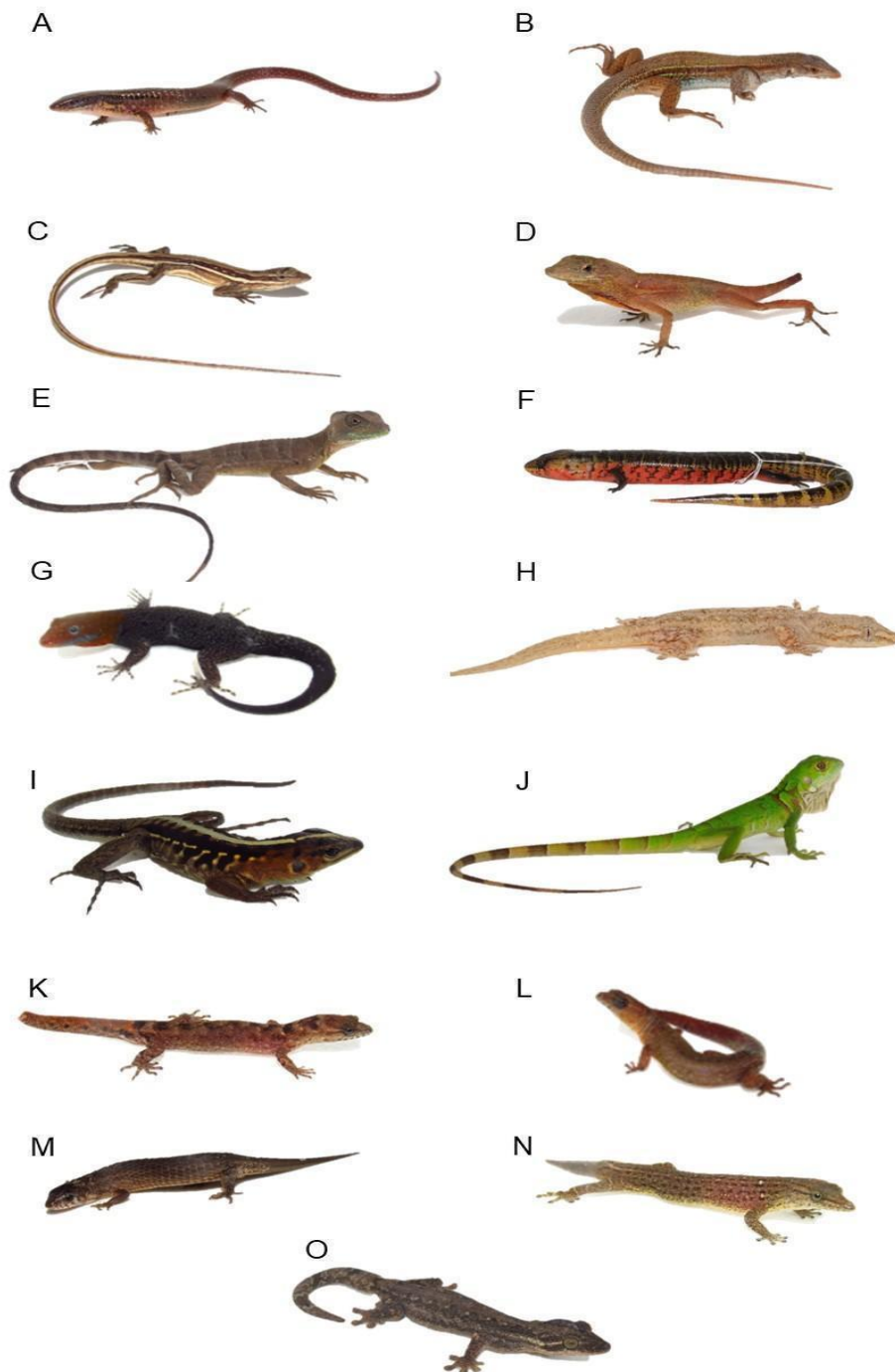
Von Humboldt, A. (1982). *Alexander von Humboldt en Colombia. Extractos de sus diarios* (Publicismo y Ediciones). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. <http://accefyn-repositorio.metabiblioteca.org/handle/001/>

Anexos

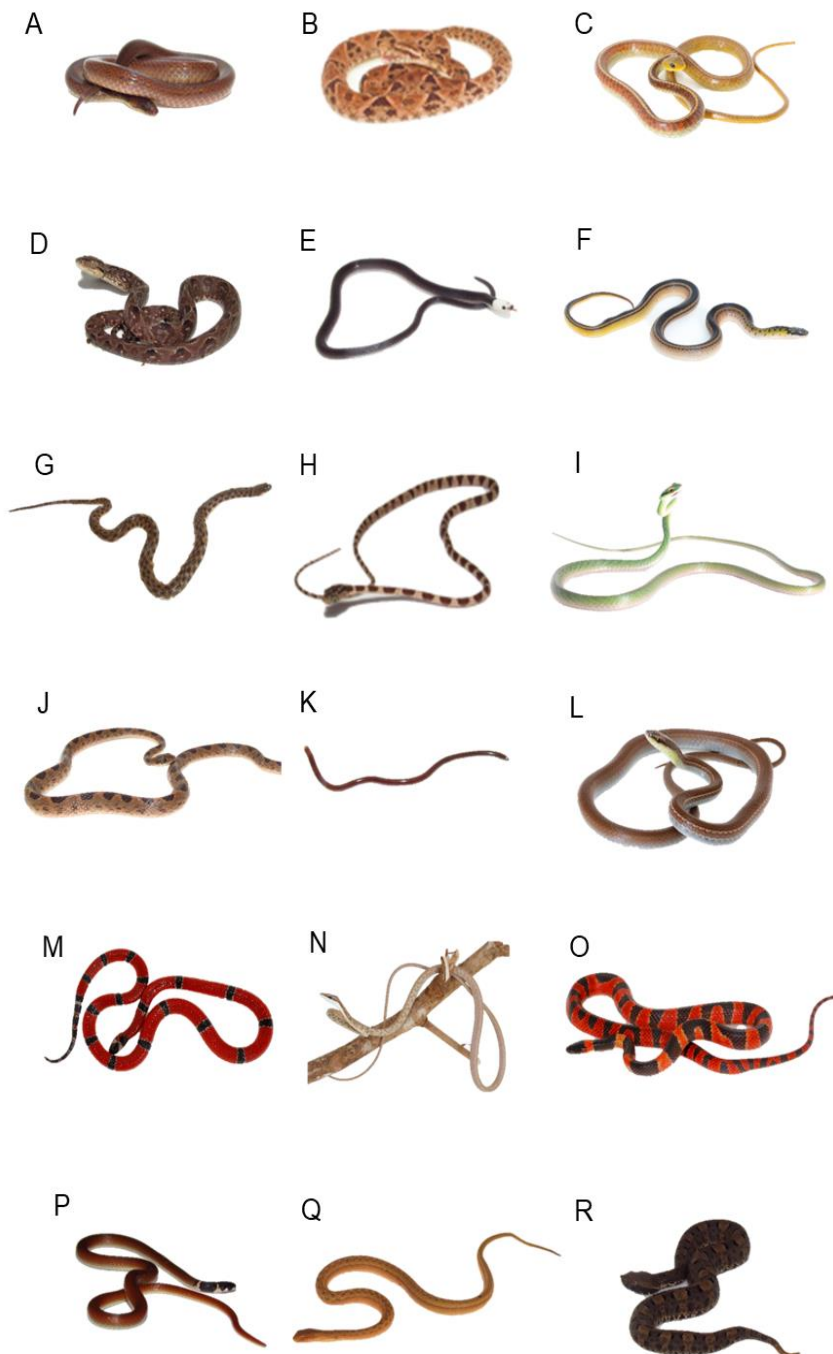
Anexo 1 - Reptiles. Listado de especies y abundancias por zona de trabajo, tipo de cuerpo de agua y temporada climática. (Buscar este anexo en Anexo General)

Anexo 2 - Reptiles. Especies de reptiles reportadas previamente para la zona y complementariedad del muestreo. (Buscar este anexo en Anexo General)

Anexo 3. Fotografías en vida de algunas especies de lagartos (Squamata: Sauria) registrados durante el levantamiento de la Línea Base de Reptiles. (A) *Alopoglossus festae*; (B) *Ameiva ameiva*; (C) *Anolis auratus*; (D) *Anolis tropidogaster*; (E) *Basiliscus galeritus*; (F) *Diploglossus monotropis*; (G) *Gonatodes albogularis*; (H) *Hemidactylus frenatus*; (I) *Holcosus festivus*; (J) *Iguana iguana*; (K) *Lepidoblepharis xanthostigma*; (L) *Lepidoblepharis* sp.; (M) *Loxopholis rugiceps*; (N) *Sphaerodactylus lineolatus*; (O) *Thecadactylus rapicauda*.



Anexo 4. Fotografías en vida de algunas especies de serpientes (Squamata: Serpentes) registrados durante el levantamiento de la Línea Base de Reptiles. (A) *Atractus sp.*; (B) *Bothrops asper*; (C) *Chironius spixi*; (D) *Corallus ruschenbergii*; (E) *Enuliophis sclateri*; (F) *Erythrolamprus melanotus*; (G) *Helicops danieli*; (H) *Imantodes cenchoa*; (I) *Leptophis ahaetulla*; (J) *Leptodeira annulata*; (K) *Liotyphlops bondensis*; (L) *Mastigodryas boddaerti*; (M) *Micrurus dumerilii*; (N) *Oxybelis aeneus*; (O) *Oxyrhopus petolarius*; (P) *Tantilla melanocephala*; (Q) *Thamnodynastes gambotensis*; (R) *Porthidium lansbergii*



Anexo 5. Fotografías en vida de las especies de tortugas (Testudinata) y babilla (Caiman crocodilus; Crocodylia) registrados durante el levantamiento de la Línea Base de Reptiles. (A) *Kinosternon scorpioides*; (B) *Rhinoclemmys melanosterna*; (C) *Trachemys callirostris*; (D) *Caiman crocodilus*.

A



B



C



D



Anexo 6. Curvas de rango-abundancia de las coberturas muestreadas, mostrando la variación de la estructura de reptiles entre las temporadas de muestreo de aguas altas y aguas bajas.

