Programa Paisajes de Conservación

HITO 7.1 ANÁLISIS DE INDICADORES SINTÉTICOS

Reporte del Convenio No. CLP-044-G-LO-044

Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt

30 de Enero de 2016

Esta publicación fue producida para revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Este documento fue preparado por el Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt para Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas para completar las actividades bajo el convenio No. CLP-044-G-LO-044

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

I COMPONENTE DE AVES

Por Juan Luis Parra

1.1 Introducción

En este informe se presenta un análisis de las especies indicadoras en cada una de las localidades muestreadas: Hibácharo (Atlántico), San Juan Nepomuceno (Bolívar) y Hatonuevo (La Guajira).

Con el objetivo de fortalecer el estado del conocimiento de la biodiversidad en paisajes de bosque seco, se hicieron muestreos de las especies de aves presentes en tres localidades del Caribe Colombiano entre 3 y 31 de Agosto del 2105. Para establecer un programa de monitoreo sobre las acciones de restauración que promueven la conservación de los bosques secos de la región, se planteó en el producto número dos (2) del presente convenio, una lista con los potenciales indicadores sintéticos para las tres localidades del Caribe Colombiano en donde se incluían las siguientes especies:

1. *Aramides cajanea*
2. *Ortalis garrula*
3. *Crax alberti*
4. *Lepidopyga goudoti*
5. *Picumnus cinnamomeus*
6. *Ramphastos sulfuratus*
7. *Patagioenas corensis*
8. *Thamnophilus melanonotus*
9. *Dendrocincla fuliginosa*
10. *Campylorhamphus trochilirostris*
11. *Manacus manacus*
12. *Inezia tenuirostris*
13. *Chiroxiphia lanceolata*
14. *Oncostoma olivaceum*
15. *Microcerculus marginatus*
16. *Cardinalis phoeniceus*

El objetivo de este informe es identificar cuáles de estas especies se reportaron para cada localidad y su abundancia, tanto al interior de zonas de aislamiento como al interior de zonas de uso presentes a lo largo de corredores que fomentan la conectividad entre fragmentos de bosque, con el fin de identificar indicadores que sean de utilidad para el programa de monitoreo. De manera adicional, planteamos posibles causas de la presencia o ausencia de estas especies en los lugares muestreados e identificamos nuevos potenciales indicadores que fueron registrados.

1.2 Métodos

Se emplearon entre uno y tres transectos en cada sitio de muestreo (nodo). A lo largo de cada transecto se establecieron entre tres y cinco puntos de conteo, cada punto separado por una distancia mínima de 250 m. Cada transecto fue recorrido por una persona cada día durante tres días, de manera que en el lapso de 10 días, se realicen tres repeticiones de cada punto de conteo en el caso de tres transectos, o nueve repeticiones en el caso de un solo transecto.

Cada censo tuvo una duración de 15 minutos y se realizaron entre 6:00 y 10:00 de la mañana. Durante cada censo se registró la especie, el número de individuos, la distancia a la que se registró cada individuo, y el tipo de registro (visual o auditivo).

1.3 Resultados

Las siguientes especies de la lista no fueron detectadas en ninguna de las localidades:

Aramides cajanea
Crax alberti
Ramphastos sulfuratus
Patagioenas corensis
Dendrocincla fuliginosa
Campylorhamphus trochilirostris
Oncostoma olivaceum
Microcerculus marginatus

Es posible que la ausencia de la mayoría de especies en el listado anterior se haya debido al estado de fragmentación y deterioro de los fragmentos remanentes de bosque seco visitados. Todas estas especies están asociados a fragmentos de bosque y algunas de ellas como *Crax alberti, Ramphastos sulfuratus, Patagioenas corensis y Campylorhamphus trochilirostris* son especies de mediano a gran tamaño que posiblemente requieran áreas de mayor extensión para mantener poblaciones viables.

En el caso de *Crax alberti*, conocemos que es un paujil endémico críticamente amenazado (BirdLife International 2000) que habita bosques muy conservados, con poca intervención humana y con quebradas irrigadas en época de sequía. La deforestación y la fragmentación afectan significativamente las poblaciones de esta especie, e infortunadamente, su hábitat natural ha

reducido drásticamente debido a la transformación de este para el uso en ganadería, explotación agrícola, maderera y minera.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la detección de esta especie en la localidad de Hibácharo (Atlántico) es muy poco probable debido al alto nivel de intervención que presentan los bosques de la zona y también debido a la sequía que se presenta en el lugar. En la zona de reserva de la localidad de San Juan Nepomuceno, se encuentran quebradas activas en la época de sequía, sin embargo, es posible que la cercanía de esta zona a grandes áreas abiertas (potreros) ahuyente a los individuos de paujil que podrían hacer uso del hábitat. La localidad de Hatonuevo (La Guajira) se encuentra fuera del rango de distribución de la especie.

A diferencia de *Crax alberti*, las otras especies que no fueron detectadas en las localidades se encuentran en la categoría de menor preocupación de Birdlife International (2015). En el caso de *Aramides cajanea,* es una especie relacionada con pantanos y áreas húmedas (Hilty y Brown 1989). A pesar de que no fue registrada en ninguna localidad, pensamos que es posible que se encuentre en la localidad de Hibácharo y en San Juan Nepomuceno, y que debido a que las zonas se encontraban muy secas en la época en la que se hizo el muestreo, se encontraban retiradas y no fueron detectadas. Es necesario también revisar las grabaciones en estas localidades para confirmar la ausencia de esta especie. De la misma manera, hay que revisar las grabaciones, sobre todo en la localidad de Hatonuevo, en búsqueda de *Patagioenas corensis*. Es posible que esta especie no se encuentre distribuida para las localidades de Hibácharo ni San Juan Nepomuceno (BirdLife International 2015).

1.3.1 Especies detectadas por localidad y abundancia

Se debe tener en cuenta que algunas de las especies propuestas en la lista inicial no necesariamente están distribuidas en todas en todas las localidades. Según BirdLife International (2015), *Ortalis garrula* no está reportada para la localidad de Hatonuevo, *Thamnophilus melanonotus* e *Inezia tenuirostris* no se encuentran en la localidad de San Juan Nepomuceno, y *Cardinalis phoeniceus*, por su parte, solo se encuentra en la localidad de Hatonuevo.

HIBÁCHARO (ATLÁNTICO)

Especie	Uso	Aislamiento	Reserva	Total
Ortalis garrula	3	0	0	3
Picumnus cinnamomeus	1	3	0	4
Thamnophilus melanonotus	2	2	3	7
Inezia tenuirostris	1	0	0	1
Chiroxiphia lanceolata	0	0	6	6

La mayoría de las especies de interés en esta localidad se detectaron en la zona de uso, sin embargo según Hilty y Brown (1986), la única de este grupo que no es común en bordes y zonas ganaderas es *Thamnophilus melanonotus*, que se presentó en menor abundancia en la zona de uso que en la zona de aislamiento y reserva, donde hay mayor cobertura vegetal. Lo anterior puede ser interpretado de varias maneras. Una es que estas especies sean más fáciles de detectar en zonas abiertas como lo son las zonas de uso y aislamiento; otra es que estas especies tienen la capacidad de utilizar zonas perturbadas; la última es que estas especies sean más abundantes en zonas perturbadas. Nuestras observaciones nos inclinan más hacia la primera explicación. Estas aves en realidad necesitan de fragmentos de bosque para mantener poblaciones viables pero son capaces de utilizar zonas intervenidas por acceso a recursos y en estas zonas son mucho más fáciles de detectar. En el caso de *Chiroxiphia lanceolata*, que sólo fue detectada en la zona de reserva, es indispensable contar con un bosque más conservado con mayor cobertura vegetal y un dosel más alto (Hilty y Brown 1986).

SAN JUAN NEPOMUCENO (BOLÍVAR)

Especie	Uso	Aislamiento	Reserva	Total
Ortalis garrula	0	1	4	5
Picumnus cinnamomeus	0	4	0	4
Chiroxiphia lanceolata	0	1	1	2

Todas las especies de interés detectadas en esta localidad estaban en la zona de reserva y aislamiento, es importante resaltar que *Ortalis garrula y Picumnus cinnamomeus* se encontraron en bordes y zonas de crecimiento secundario, lo que concuerda con la información disponible para las especies en Hilty y Brown (1986). Esto reitera lo mencionado anteriormente, que estas especies son capaces de utilizar zonas perturbadas en cercanía de fragmentos de bosque.

La zona de aislamiento en esta localidad se caracteriza por un dosel alto y está ubicada cerca a lugares óptimos para el establecimiento y mantenimiento de poblaciones de *Chiroxiphia lanceolata*.

La zona de uso en la localidad de San Juan Nepomuceno presenta cultivos y grandes potreros, zonas donde la detección de especies se facilita y que seguro pueden ser usadas por algunas especies de bosque. Sin embargo, en la ausencia de los fragmentos de bosque, muy posiblemente solo se detectarían especies propias de crecimientos secundarios, bordes y zonas intervenidas.

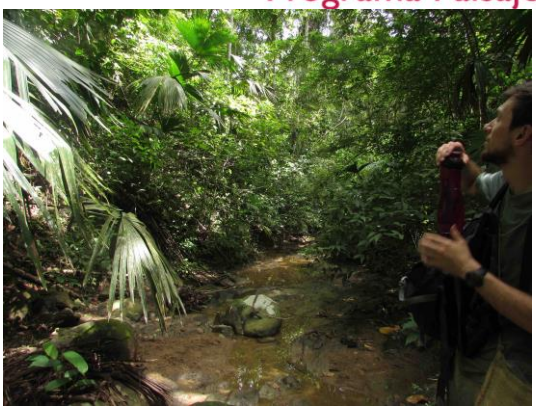

Figura 1. Quebradas que mantienen agua durante época seca en San Juan Nepomuceno. Vegetación circundante se caracteriza por un alto dosel.

HATONUEVO

Especie	Uso	Aislamiento	Total
Lepidopyga goudoti	1	0	1
Inezia tenuirostris	2	0	2
Chiroxiphia lanceolata	0	1	1
Cardinalis phoeniceus	1	6	7

Para esta localidad es muy importante resaltar que *Chiroxiphia lanceolata* y la mayor abundancia de *Cardinalis phoeniceus* se encuentran en la zona de aislamiento, que a pesar de no tener más de 7 meses de haber sido establecida, se notaba muy diferente a la zona de uso en cuanto a la densidad en las plantas de sotobosque, que pueden crecer aquí al no estar en contacto con las cabras que se alimentan de estas y que si están en la zona de uso.

En la zona de uso se encontraron dos de las especies de interés: *Lepidopyga goudoti* e *Inezia tenuirostris*, estas no se detectaron en la zona de aislamiento, lo que concuerda con la información reportada para el hábitat de estas especies por Hilty y Brown (1986), que las catalogan como especies que habitan claros, potreros arbolados y rastrojos.

POTENCIALES ESPECIES INDICADORAS ADICIONALES

Además de las especies potencialmente indicadoras propuestas en este informe, recomendamos un grupo adicional de especies descritas en el Informe “7.2 Indicadores de biodiversidad” en el componente de Aves.

1.4 Conclusiones

- Basado en nuestras observaciones, recomendamos una lista de especies indicadoras por localidad para el monitoreo de bosque seco. Estas especies además de indicar la presencia de remanentes de bosque seco, son especies representantes de una variedad de gremios tróficos, lo cual además puede tomarse – de manera indirecta – como un buen indicador del buen estado del ecosistema y del flujo de energía entre gremios. Por ejemplo, se incluyen especies frugívoras como *Ortalis garrula* y *Chiroxiphia lanceolata*, especies insectívoras como *Picumnus cinnamomeus* y *Thamnophilus melanonotus* y especies omnivoras como *Cardinalis phoeniceus*. Una de nuestras conclusiones es que cada una de estas localidades tiene un grupo de especies residentes y quizás también un pool regional de especies particular y por lo tanto el grupo de especies indicadoras puede ser específico de cada localidad. Con base en nuestras observaciones proponemos la definición de las siguientes especies para cada localidad:

  Hatonuevo:
  - *Chiroxiphia lanceolata*
  - *Cardinalis phoeniceus*

  Hibácharo:
  - *Ortalis garrula*
  - *Thamnophilus melanonotus*
  - *Chiroxiphia lanceolata*

  San Juan Nepomuceno:
  - *Ortalis garrula*
  - *Picumnus cinnamomeus*
  - *Chiroxiphia lanceolata*

- Es importante reconocer que el muestreo realizado en estas tres localidades es bastante escaso y solo fue realizado en una semana del año. Es muy arriesgado tomar decisiones a partir de nuestras observaciones, no solo por la cantidad reducida de esfuerzo de muestreo sino también por los problemas previsivos de la detección imperfecta de la mayoría de aves (bajo ciertas circunstancias (por ejemplo, zonas abiertas o época de reproducción) es mucho más probable detectar un ave que bajo otras circunstancias).

1.5 Literatura Citada

Hilty, Steven L.; Brown, Bill. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press, EU.

2 COMPONENTE DE COPRÓFAGOS

Por Alejandro Lopera

Los indicadores sintéticos seleccionados para este proyecto se dividen en dos grupos según el criterio a medir y se detallan en la tabla 3. El primero tiene que ver con el hábitat o cobertura de cada área de estudio y segundo tiene que ver con la comunidad, dividiéndose estos en indicadores de diversidad, de funcionalidad y de objetos de conservación.

Tabla 3. Criterios, indicadores y cuantificadores para la evaluación del estado de la comunidad de escarabajos coprófagos en las tres localidades de bosque seco muestreadas como parte del proyecto. Modificado de Cultid & Medina (2015).

Item	Nombre	Descripción
1. Criterio	Bosque seco	El tipo de cobertura define la presencia de las especies de escarabajos coprófagos y del estado de su comunidad
1.1. Indicador	Tipo de cobertura	Presencia de bosque seco en las localidades y coberturas de interés.
1.1.1 Cuantificador	Valoración del estado de la cobertura	Por la presencia de bosque seco en buen estado se darán 5 puntos, por la presencia de matorral subxerofítico se darán 3 puntos y por la ausencia total de vegetación 0 puntos
2. Criterio	Diversidad ecológica	Diversidad definida por la distribución de la abundancia/biomasa entre las especies (estructura) que componen los ensambles asociados a cada cobertura vegetal (uso, aislamiento y reserva)
2.1. Indicador	Riqueza	Número de especies en cada hábitat o cobertura vegetal (uso, aislamiento y reserva)
2.1.1. Cuantificador	Diversidad ^{0}D	Sumatoria de la abundancia proporcional de cada especie elevada a cero (q=0) por hábitat o cobertura vegetal (uso, aislamiento y reserva). Unidades: número de especies
2.2. Indicador	Diversidad general	Diversidad no sesgada por la incidencia de especies raras y abundantes en cada hábitat o cobertura vegetal (uso, aislamiento y reserva)

2.2.1. Cuantificador	Diversidad ^{1}D	Exponencial del índice de entropía de Shannon, Exp(H´). Unidades: número efectivo de especies
2.3. Indicador	Diversidad de las especies abundantes	Diversidad definida por las especies dominantes (en abundancia o biomasa) en cada hábitat o cobertura vegetal (uso, aislamiento y reserva)
2.3.1. Cuantificador	Diversidad ^{2}D	Sumatoria de los cuadrados de la abundancia/biomasa proporcional de cada especie (q=2) en cada hábitat o cobertura vegetal (uso, aislamiento y reserva). Reciproco del índice de dominancia de Simpson (J): (1/(1 - J)). Unidades: número efectivo de especies abundantes
3. Criterio	Composición de Especies	Aspectos de la composición de especies de los ensambles asociada a cada hábitat o cobertura vegetal (uso, aislamiento y reserva)
3.1 Indicador	Composición de especies típicas de hábitats o coberturas nativas	Identificación de aquellas especies que se consideran propias de hábitats nativos con bajo nivel de disturbio antrópico. Grupo de especies indicadoras positivas de regeneración
3.1.1. Cuantificador	Incidencia de especies típicas de hábitats o coberturas nativas	Identificar y listar con en el apoyo de los expertos y la información base, aquellas especies típicas de hábitats o coberturas nativas que presentan bajo nivel de disturbio, o que están asociadas a nuestro hábitat de referencia o meta de restauración. Por cada especie reportar el número de individuos en cada cobertura vegetal evaluada
3.2. Indicador	Composición de especies típicas de hábitats o coberturas perturbadas	Identificación de aquellas especies que se consideran típicas de hábitats o coberturas vegetales disturbadas. Grupo de especies indicadoras negativas
3.2.1. Cuantificador	Incidencia de especies típicas de hábitats o coberturas con disturbios antrópicos medios o altos	Identificar y listar con en el apoyo de los expertos y la información base, aquellas especies típicas de hábitats o coberturas nativas que presentan disturbios antrópicos medios o altos. Por cada especies reportar el

		número de individuos en cada cobertura vegetal evaluada
3.3. Indicador	Especies exótica	Identificación de aquellas especies que se consideran típicas de hábitats o coberturas vegetales disturbadas. Grupo de especies indicadoras negativas
3.3.1 Cuantificador	Incidencia de especies Exóticas	Identificar y listar especies exóticas, no nativas del neo trópico. En el caso de Colombia y para tierras bajas (< 1500 m), solo se conoce el caso de *Digitonthophagus gazella*, especie que aprovecha hábitats abiertos o sin cobertura de dosel, principalmente potreros con actividad ganadera intensiva
4. Criterio	Grupos funcionales	Incidencia de grupos funcionales definidos por tres atributos generales: comportamiento de recolonización y uso del recurso (rodadores, cavadores y endocópridos) y tamaño corporal (grandes > 10mm largo corporal y pequeños < 10 mm)
4.1.Indicador	Incidencia de rodadores y cavadores, pequeños y grandes	Abundancia del gremio de rodadores en los hábitats o coberturas en regeneración. En la mayoría de los casos (en Colombia), las especies rodadoras grandes son las más susceptibles a los disturbios antrópicos de sus hábitats
4.1.1. Cuantificador	Incidencia de rodadores y cavadores, pequeños y grandes	
5. Criterio	Objetos de conservación	Incidencia de especies objeto de conservación
5.1. Indicador	Incidencia de especies objeto de {´p0	Presencia de especies definidas como objeto de conservación
5.1.1 Cuantificador	Riqueza de especies objeto de conservación	Sumatoria de especies objeto de conservación por cada cobertura

A continuación se presentan los resultados de los criterios según sus indicadores y cuantificadores. Estos se presentan en tablas según sea pertinente para simplificar la discusión (Tablas 4-8).

Para el primer criterio, las coberturas comparten valores similares donde las reservas tienen el mayor puntaje, los aislamientos valores intermedios y las zonas de uso los valores más bajos (Tabla

4). Estos tipos de coberturas son los que van a definir la comunidad de escarabajos, con un mayor número de especies hacia las reservas y un menor número a medida que el gradiente de disturbio aumenta.

Tabla 4. Valores asignados según el estado de la cobertura para cada localidad. Criterio 1, indicador 1.1 y cuantificador 1.1.1.

Cobertura/Localidad	Criterio 1.	Cuantificador 1.1.1
Aislamiento/Hibácharo	Presencia de bosque seco	Si, bosque secundario en regeneración. Valor 3
Uso/Hibácharo	Presencia de bosque seco	No, Matorral y suelo desnudo. Valor 1
Reserva/Hibácharo	Presencia de bosque seco	Si, bosque secundario en buen estado. Valor 5
Aislamiento/San Juan	Presencia de bosque seco	Si, bosque secundario fuertemente degradado, plantaciones y cerca viva. Valor 3
Uso/San Juan	Presencia de bosque seco	Plantaciones que generan cobertura similar al bosque y pastizales. Valor 2.
Reserva/San Juan	Presencia de bosque seco	Si, bosque secundario en buen estado. Valor 5
Aislamiento/Barrancas	Presencia de bosque seco	Si, bosque secundario fuertemente degradado, plantaciones, cercas vivas, pastizales y suelo desnudo. Valor 1
Uso/Barrancas	Presencia de bosque seco	Si, bosque secundario sin sotobosque. Valor 3.

Los valores de diversidad ecológica variaron entre las coberturas y entre las localidades para cada uno de los cuantificadores. El primer cuantificador (^0D) tuvo un rango de valores entre 6 especies para la zona de uso de Hibácharo y el máximo valor en la zona de aislamiento en Bolívar con 36 especies. El valor promedio de especies para las tres localidades fue de 20 especies, valor muy superior en todos los casos a todas las coberturas de uso y aislamiento a excepción de las de San Juan. El valor promedio para las coberturas de Hibácharo fue de 14 especies, también por encima de la zona de uso y de la de aislamiento. El promedio de especies para San Juan fue de 33 especies y solo la zona de uso de esta localidad fue inferior. Finalmente para la Barrancas el valor promedio fue de 11 especies, valor levemente superior al aislamiento y levemente inferior a la zona de uso (Tabla 5). En cuanto a la diversidad verdadera o número efectivo de especies (^1D) se observa que las diferencias entre las localidades y sus coberturas ya no es tan marcada con valores que varían entre 5 especies en la zona de uso de Hibácharo y 13 especies en la reserva de Hibácharo. Es claro que las

zonas de reserva Hibácharo y San Juan y las dos otras localidades de este último son las que tienen un mayor número efectivo de especies, casi duplicando el valor de las otras coberturas estudiadas. En cuanto a la diversidad de las especies dominantes (^{2}D) la reserva de Hibácharo y la zona de uso de San Juan son los que tienen los valores más altos, las demás coberturas presentan valores cercanos a las 6 especies efectivas dominantes.

Tabla 5. Valores de diversidad ecológica (criterio 2): ^{0}D=Riqueza, ^{1}D=numero efectivo de especies, ^{2}D=diversidad de especies abundantes para todas las coberturas y localidades de estudio.

Cobertura/Localidad	Criterio 2.	Cuantificador 2.1.1 **^{0}D**	Cuantificador 2.2.1 **^{1}D**	Cuantificador 2.3.1 **^{2}D**
Aislamiento/Hibácharo	Diversidad ecológica	12	8,21	6,95
Uso/Hibácharo	Diversidad ecológica	6	4,64	3,88
Reserva/Hibácharo	Diversidad ecológica	23	13,28	10,60
Aislamiento/San Juan	Diversidad ecológica	36	10,85	5,99
Uso/San Juan	Diversidad ecológica	28	12,58	10,35
Reserva/San Juan	Diversidad ecológica	35	11,57	6,92
Aislamiento/Barrancas	Diversidad ecológica	10	6,48	5,51
Uso/Barrancas	Diversidad ecológica	12	6,89	5,32

La composición de especies usada para el criterio tres muestra que todas las coberturas tienen especies indicadoras negativas, con los mayores valores para las zonas de uso de las tres localidades. Por el contrario las especies indicadoras positivas no están en todas las coberturas y tienen abundancias relativas menores en las zonas de uso y aislamiento. La única cobertura sin especies indicadoras positivas fue la zona de uso de Hibácharo. Se encontró una especie exótica (*D. gazella*) en las zonas de uso de Hibácharo y San Juan. A pesar de ser exótica no es claro el papel que esta especie genera sobre las especies nativas ya que consume principalmente excremento vacuno, el cual también es un recurso exótico el cual muchas de las especies nativas no usan. Si no hay competencia por ese recurso entonces lo más posible es que una no afecte a la otra.

Tabla 6. Composición de especies según el criterio 3. Especies de coberturas nativas (3.1.1). Especies de coberturas perturbadas. La suma de los porcentajes no siempre da 100% porque hay especies que no se clasificaron en ninguna de las tres categorías.

Cobertura/Localidad	Criterio 3.	Cuantificador 3.1.1	Cuantificador 3.2.1	Cuantificador 3.3.1
Aislamiento/Hibácharo	Composición de especies	4 especies (33.3%)	7 especies (58%)	0 especies
Uso/Hibácharo	Composición de especies	0 especies	5 especies (83.3%)	1 especies (16.7%)
Reserva/Hibácharo	Composición de especies	15 especies (69.57%)	8 especies (34.78%)	0 especies
Aislamiento/San Juan	Composición de especies	23 especies (65.71%)	12 especies (22.86%)	0 especies
Uso/San Juan	Composición de especies	14 especies (50%)	13 especies (46.43%)	1 especies (3.6%)
Reserva/San Juan	Composición de especies	24 especies (66,67%)	9 especies (25%)	0 especies
Aislamiento/Barrancas	Composición de especies	4 especies (40%)	6 especies (60%)	0 especies
Uso/Barrancas	Composición de especies	4 especies (33.33%)	8 especies (66.67%)	0 especies

Evaluar la función ecológica de los escarabajos es tan importante como entender la estructura de su comunidad y su diversidad ecológica. La manera de medir esta diversidad funcional se puede lograr a partir de estimar el estado de los gremios que existen en este grupo de insectos y que afectan directamente el rol del grupo (Barragán et al. 2011). Los gremios en los cuales se puede dividir la comunidad se definen por hábito de relocalización: rodadores vs. Cavadores y escarabajos grandes (> 10mm) vs. pequeños (<10mm) (Feer & Pincebourde 2005, Cultid & Medina 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior hay claras diferencias entre la riqueza de especies de rodadoras frente a las cavadoras. En las zonas más perturbadas el número de cavadoras es igual al de rodadoras, por el contrario si el estado del bosque es bueno más especies cavadoras hay. Esto sucede en Guajira y Atlántico, en Bolívar no se presenta porque la zona de uso de esta localidad tiene una gran oferta de recursos y de coberturas que ayudan a que se mantenga la comunidad de escarabajos. El máximo número de especies cavadoras se presenta en las reservas y con los efectos antrópicos se pierden hasta seis especies de este grupo. Lo mismo sucede con las cavadoras aunque el efecto es mucho más drástico donde se pierden hasta 11 especies como se ve en Hibácharo entre la reserva y la zona de uso. Estas pérdidas en ambos grupos son significativas y claramente afectan la capacidad de remoción de cada comunidad.

Aún más marcada es la variación o pérdida de especies grandes con la perdida de cobertura. Las coberturas mejor conservadas tienen hasta 11 especies grandes y estas se pueden llegar a perderse en su totalidad como en el caso de la zona de uso de Hibácharo (Tabla 7). Esta pérdida es muy

importante pues al desaparecer las especies grandes el rol ecológico de la comunidad se pierde casi que en su totalidad. La proporción de especies grandes contra pequeñas en las reservas es casi de 1:3 especies, mientras que en las más perturbadas es casi de 1:4 o más.

Tabla 7. Número de especies y abundancias relativas en los gremios funcionales de escarabajos en las tres localidades y sus coberturas. Criterio 4.

Cobertura/Localidad	Criterio 4.	Cuantificador 4.1.1 Rodadores	Cuantificador 4.1.1 Cavadores	Cuantificador 4.1.1 Grandes	Cuantificador 4.1.1 Pequeñas
Aislamiento/Hibácharo	Gremios funcionales	4 (33.33%)	8 (66.67%)	1 (8,33%)	11 (91.67%)
Uso/Hibácharo	Gremios funcionales	3 (50%)	3 (50%)	0	6 (100%)
Reserva/Hibácharo	Gremios funcionales	9 (39.13%)	14 (60.87%)	8 (34.78%)	15 (65.22%)
Aislamiento/San Juan	Gremios funcionales	10 (27.78%)	26 (72.22%)	11 (30.56%)	25 (69.44%)
Uso/San Juan	Gremios funcionales	9 (32.14%)	19 (67.86%)	9 (32.14%)	19 (67.86%)
Reserva/San Juan	Gremios funcionales	10 (28.57%)	25 (71.43%)	9 (25.71%)	27 (77.14%)
Aislamiento/Barrancas	Gremios funcionales	5 (50%)	5 (50%)	3 (30%)	7 (70%)
Uso/Barrancas	Gremios funcionales	6 (50%)	6 (50%)	3 (25%)	9 (75%)

El número de especies objeto de conservación varió entre 0 y 9 especies, siendo menor en el aislamiento y el uso de Hibácharo y mayor en las zona de uso y aislamiento de San Juan (Tabla 8). Es evidente que a mayor disturbio menos objetos de conservación y que en Hibácharo y Barrancas no hay diferencia entre la zona de uso y la de aislamiento.

Tabla 8. Número de especies objeto de conservación para cada una de las localidades y sus coberturas. Criterio 5.

Cobertura/Localidad	Criterio 5.	Cuantificador 5.1.1
Aislamiento/Hibácharo	Objeto de conservación	0
Uso/Hibácharo	Objeto de conservación	0
Reserva/Hibácharo	Objeto de conservación	6
Aislamiento/San Juan	Objeto de conservación	9
Uso/San Juan	Objeto de conservación	9
Reserva/San Juan	Objeto de conservación	8
Aislamiento/Barrancas	Objeto de conservación	2
Uso/Barrancas	Objeto de conservación	2

La intención de los indicadores sintéticos es la de dar una valoración directa a los aislamientos de cada una de las localidades frente a las otras coberturas presentes en estas. Teniendo esto en mente es correcto decir que los aislamientos están sirviendo al menos como zona buffer para mantener la riqueza y diversidad de las especies de las reservas, donde se encuentran la mayoría de las especies. Para el caso de Hibácharo es claro que esta cobertura tiene una cobertura en regeneración pero con una estructura similar a la de la Reserva El Palomar y aunque tiene menos riqueza y número efectivo de especies, tiene por lo menos el doble de las de la zona de uso. Posee cuatro especies más de especies indicadoras positivas y no se encontró allí la especie exótica. Tuvo la mitad de especies cavadoras y rodadoras de la reserva, pero un número mayor que la zona de uso y una especie de escarabajo grande que no hay en la zona más perturbada.

El aislamiento de San Juan también tiene un grado medio de cobertura aunque no es tan bueno como el de Hibácharo. A pesar de ello fue la cobertura con más especies de todas las estudiadas (36 especies) y esto se debe en parte a que en uno de sus extremos conecta con la reserva comunal que junto con la especies más tolerantes conforman una comunidad muy rica en especies en este punto. En términos del número de especies efectivas y especies dominantes (Tabla 5), tiene menos especies que tanto el área de uso como de la reserva. Esto en parte se explica en la forma que el ^{1}D es calculada basado en el exponencial del índice de diversidad de Shannon y ^{2}D el inverso de Simpson, ambos índices afectados fuertemente por las especies raras o muy abundantes pero más aún porque el área de uso de San Juan es una mezcla de plantaciones viejas y nuevas que ofrecen gran cantidad de recursos para los escarabajos en términos de cobertura y alimentación, por la cantidad de vertebrados que visitan estas plantaciones. Teniendo esto en cuenta entonces no sorprende que la zona de uso tenga más especies efectivas que el aislamiento solo por las buenas condiciones en que se maneja mientras que el aislamiento es una área cerrada con una vegetación deficiente y sin mayor oferta de recursos para monos y otros mamíferos. En cuanto a las especies indicadores positivas (Tabla 6) tiene casi el mismo número de especies que el área de reserva mientras que en especies indicadoras negativas tiene valores semejantes a el área de uso, lo que demuestra que esta es una rea de transición y que de mantenerse su recuperación se acercara cada vez más a la composición de la reserva perdiendo las especies indicadoras negativas. No tiene especies exóticas por lo que no entra el ganado a esta cobertura y por lo tanto *D. gazella* tampoco entra. Las coberturas de San Juan fueron las que más especies de *Canthon* tuvieron, incluyendo el aislamiento que se comporta en este aspecto igual que las otras dos de esta localidad mientras que en cuanto a especies cavadoras es muy similar a la reserva de San Juan y con casi el doble de las de la zona de uso (Tabla 7). Tiene el mayor número de especies grandes lo que está indicando que hay suficientes recursos para mantener especies que requieren más alimento, mientras que en riqueza de especies pequeñas se asemeja a la reserva y tiene 6 especies más que la zona de uso. Estos dos gremios están muy bien definidos en esta cobertura mostrando la importancia que tiene el

aislamiento sobre los escarabajos. Finalmente es la cobertura junto con la de uso que tiene el mayor número de especies objeto de conservación, resaltando lo dicho anteriormente en cuanto a la importancia de mantener este asilamiento.

El aislamiento de Guajira fue muy diferente a los anteriores, puesto que tenía una mezcla de vegetación de bosque seco en regeneración y áreas casi completamente desnudas con árboles dispersos, razón por la cual se le dio la peor valoración en la tabla 4. Esto favorece a las especies tolerantes a los disturbios y por eso la comunidad que aquí se encontró es más pobre que la de la cobertura de uso que si tenía un bosque con dosel cerrado pero sin sotobosque por el ramoneo de cabras y otro tipo de ganado. Tuvo los segundos valores más bajos de todas las coberturas para los tres cuantificadores de diversidad ecológica (Tabla 5), solo superado por la zona de uso de Hibácharo, lo que dice que esta zona está menos conservada y que solo unas pocas especies pueden residir bajo ese nivel de cobertura. En cuanto a especies indicadoras, tuvo el mismo número de positivas que la zona de uso (4 especies) y dos negativas menos que esta misma cobertura. Al igual que los otras áreas más alteradas tuvo valores muy bajos de rodadores y cavadores (Tabla 6), con una relación entre estos de 1:1, muy diferente a las coberturas en buen estas (1:3). Lo mismo pasó con las especies grandes contra las pequeñas donde hubo una relación de 1:2 contra 1:3 o más en la de reserva. Estos valores tan bajos muestran que este aislamiento realmente no es diferente de la zona de uso y que se requiere mucha más intervención para que pueda llegar a tener un comunidad de escarabajos de bosque. El número de especies objeto de conservación fue bajo, solo dos especies, pero considerando el nivel de afectación de esta cobertura esto al menos da una luz de esperanza hacia el futuro de este aislamiento.

3 COMPONENTE DE QUIRÓPTEROS

Por Hugo Mantilla

3.1 Introducción

Los bosques secos tropicales son ecosistemas únicos caracterizados por una alta estacionalidad, lo que determina presiones de selección fuerte sobre los ciclos fenológicos de las especies vegetales que los constituyen. Esta situación, a su vez, condiciona la existencia de relaciones ecológicas y los flujos de materia y energía muy finos entre las especies de vertebrados que los habitan. La importancia de un grupo faunístico específico en las dinámicas de un ecosistema está, entre otros aspectos, determinada principalmente por: 1) su diversidad taxonómica y funcional y 2) su capacidad de dispersión. Dentro de los mamíferos, los quirópteros son el único grupo capaz de un vuelo impulsado, contándose entre los organismos con una mayor capacidad de desplazamiento a través de matrices heterogéneas. Adicionalmente, en el neotrópico los quirópteros son identificados como el grupo más diverso de mamíferos, cumpliendo funciones determinantes en los diversos ecosistemas en que habitan. Los murciélagos filostómidos, en particular, son considerados el grupo monofilético de mamíferos que mayor y más contrastante número de estrategias alimenticias exhiben (insectivoría, animalivoría, hematofagia, nectarivoría, y frugivoría). Esta diversidad funcional esta intrínsecamente asociada a múltiples procesos ecológicos que implican relaciones diversas (mutualismo, simbiosis, competencia, depredación, entre otras) que operan a varias escalas, permitiendo así, a través del estudio de los arreglos de especies de murciélagos hacer un diagnóstico detallado del estado de conservación de un área determinada. Estos mismos elementos (diversidad taxonómica y funcional y capacidad de dispersión) son esenciales en el entendimiento de la conectividad ecosistémica, lo cual nuevamente posiciona a los quirópteros como un grupo modelo ideal en la evaluación de este aspecto. Entre los múltiples procesos en los que participan los murciélagos, se cuentan la dispersión de semillas y la polinización como aquellos que directamente contribuyen a la regeneración de la cobertura boscosa. Se ha identificado que a diferencia de las aves, Por ejemplo, se sabe que en el neotrópico, los murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae se ubican entre los principales consumidores de frutos y por ende contribuyen de manera importante a la dispersión de semillas. Los murciélagos son además, capacees de defecar al vuelo y de esta manera permiten la colonización de plantas pioneras en la matriz que aísla los parches de bosque.

3.2 Indicadores sintéticos propuestos

1. Línea base de quirópteros al mayor nivel de resolución posible para los nodos analizados.
2. Categorización estructural y funcional de las especies de quirópteros presentes en los nodos analizados.
3. Identificación de las especies dispersoras de semillas y categorización de las mismas de acuerdo a atributos: taxonómicos y ecológico-funcionales.

4. Identificación de la contribución funcional de las especies de quirópteros como bioindicadoras de los procesos de regeneración de la cobertura vegetal boscosa y la conectividad entre fragmentos.
5. Identificación de los atributos de la matriz que previenen el proceso de interconectividad para las poblaciones de quirópteros.
6. Modelo espacial multiescalar basado en Sistemas de Información Geográfica de la diversidad de quirópteros para el Caribe colombiano.

3.3 Indicadores sintéticos 1 y 2. Línea base de quirópteros y categorización estructural y funcional de las especies presentes en los nodos

Especies de quirópteros documentados en el Nodo 1 Hibácharo, Atlántico

Cobertura: Zona de Aislamiento 1

Especie	Ubicación	Cobertura	G. trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia perspicillata	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Desmodus rotundus	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Hematófago	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)
Glossophaga longirostris rostrata	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Micronycteris megalotis	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Insectívoro	Forrajeros de espacio angosto de recogida activa (FEARA)
Natalus stramineus	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios abiertos (FAEA)
Saccopteryx canescens	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios abiertos (FAEA), Forrajeros aéreos de espacios de borde (FAEB)
Tonatia saurophila	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Trachops cirrhosus	Hibácharo	Zona de Aislamiento 1	Animalívoro	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)

Cobertura: Zona de Conservación 1, El Palomar

Especie	Ubicación	Cobertura	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia perspicillata	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Desmodus rotundus	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Hematófago	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)

Glossophaga longirostris rostrata	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Micronycteris megalotis	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Insectívoro	Forrajeros de espacio angosto de recogida activa (FEARA)
Mimon crenulatum	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Phyllostomus discolor	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Saccopteryx bilineata	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios abiertos (FAEA)
Trachops cirrhosus	Hibácharo	Zona de Conservación 1 El Palomar	Animalívoro	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)

Cobertura: Zona de Uso 1

Especie	Ubicación	Cobertura	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	Hibácharo	Zona de Uso 1	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia perspicillata	Hibácharo	Zona de Uso 1	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Desmodus rotundus	Hibácharo	Zona de Uso 1	Hematófago	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)
Glossophaga longirostris rostrata	Hibácharo	Zona de Uso 1	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Hibácharo	Zona de Uso 1	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Micronycteris megalotis	Hibácharo	Zona de Uso 1	Insectívoro	Forrajeros de espacio angosto de recogida activa (FEARA)

Especies de quirópteros documentados en el Nodo 2 San Juan Nepomuceno, Bolívar

Cobertura: Zona de Aislamiento 2

Especie	Ubicación	Cobertura	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	San Juan Nepomuceno	Zona de Aislamiento 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	San Juan Nepomuceno	Zona de Aislamiento 2	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Lophostoma silvicolum	San Juan Nepomuceno	Zona de Aislamiento 2	Animalívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Sturnira luisi	San Juan Nepomuceno	Zona de Aislamiento 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira tildae	San Juan Nepomuceno	Zona de Aislamiento 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Uroderma convexum	San Juan Nepomuceno	Zona de Aislamiento 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Cobertura: Zona de Conservación 2, Miraflores

Especie	Ubicación	Cobertura	G. Trófico	Gremio Funcional
Artibeus lituratus	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Artibeus planirostris	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia castanea	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia perspicillata	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Dermanura cinerea	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Desmodus rotundus	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Hematófago	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)
Glossophaga soricina soricina	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Phyllostomus hastatus	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Saccopteryx bilineata	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios abiertos (FAEA), Forrajeros aéreos de espacios de borde (FAEB)
Sturnira luisi	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira tildae	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Trachops cirrhosus	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Animalívoro	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)
Uroderma convexum	San Juan Nepomuceno	Zona de Conservación 2 Miraflores	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Cobertura: Zona de Uso 2

Especie	Ubicación	Cobertura	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Desmodus rotundus	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Hematófago	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)
Glossophaga soricina soricina	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Lophostoma silvicolum	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Animalívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Phyllostomus discolor	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira luisi	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira parvidens	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira tildae	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Tonatia saurophila	San Juan Nepomuceno	Zona de Uso 2	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Especies de quirópteros documentados en el Nodo 3, Hatonuevo, Guajira

Cobertura: Zona de Aislamiento 3

Especie	Ubicación	Cobertura	G. Trófico	Gremio Funcional
Centronycteris centralis	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios abiertos (FAEA), Forrajeros aéreos de espacios de borde (FAEB)
Cormura brevirostris	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios abiertos (FAEA), Forrajeros aéreos de espacios de borde (FAEB)
Desmodus rotundus	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Hematófago	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)
Glossophaga longirostris rostrata	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Micronycteris megalotis	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Insectívoro	Forrajeros de espacio angosto de recogida activa (FEARA)
Mormoops megalophylla	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios de borde (FAEB)
Natalus stramineus	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios abiertos (FAEA)
Saccopteryx sp.	Hatonuevo	Zona de Aislamiento 3	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios abiertos (FAEA), Forrajeros aéreos de espacios de borde (FAEB)

Cobertura: Zona de Uso 3

Especie	Ubicación	Cobertura	G. Trófico	Gremio Funcional
Desmodus rotundus	Hatonuevo	Zona de Uso 3	Hematófago	Forrajeros de espacio angosto de recogida Pasiva (FEARP)
Glossophaga longirostris rostrata	Hatonuevo	Zona de Uso 3	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Hatonuevo	Zona de Uso 3	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Micronycteris megalotis	Hatonuevo	Zona de Uso 3	Insectívoro	Forrajeros de espacio angosto de recogida activa (FEARA)
Mormoops megalophylla	Hatonuevo	Zona de Uso 3	Insectívoro	Forrajeros aéreos de espacios de borde (FAEB)

3.4 Indicador sintético 3. Identificación de especies dispersoras de semillas y categorización de las mismas de acuerdo a atributos taxonómicos y ecológico-funcionales.

Con el fin de establecer una clasificación de acuerdo a atributos taxonómicos y ecológico-funcionales nos basamos en una categorización por gremios, que recoge varías aproximaciones, la primera dando prioridad al elemento trófico, pero que ha sido complejizada teniendo en cuenta elementos relacionados con el tipo de ecolocalización utilizado por la especie; así como por el tipo de vuelo y ambiente preferido para el forrajeo. Es importante mencionar que dentro de los análisis realizados por el equipo en campo estuvo la toma de datos morfológicos y morfométricos de las alas (morfología alar); presencia o no de uropatagio; tamaño del mismo; tamaño de las orejas; tamaño de los individuos, peso; como también análisis de perfiles de vegetación para cada sitio de muestreo en sus coberturas y lugares de ubicación de las redes, que fueron condensados en la clasificación gremial funcional que se presenta. Por fines prácticos en la lectura de este informe presentamos primero la lista de especies frugívoras discriminadas por sitios y coberturas analizadas y después el marco conceptual de las determinaciones a nivel de gremio.

LISTA DE ESPECIES DE QUIRÓPTEROS DISPERSORES DE SEMILLAS DOCUMENTADOS, DISCRIMINADOS POR SITIOS DE MUESTREO Y COBERTURAS

Especies de quirópteros dispersoras de semillas documentadas en el Nodo 1 Hibácharo, Atlántico
Cobertura: Zona de Aislamiento 1

Especie	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia perspicillata	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga longirostris rostrata	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Tonatia saurophila	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Cobertura: Zona de Conservación 1, El Palomar

Especie	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia perspicillata	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga longirostris rostrata	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Mimon crenulatum	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Phyllostomus discolor	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Cobertura: Zona de Uso 1

Especie	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia perspicillata	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga longirostris rostrata	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Especies de quirópteros dispersoras de semillas documentadas en el Nodo 2 San Juan Nepomuceno, Bolívar, Cobertura Zona de Aislamiento 2

Especie	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira luisi	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira tildae	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Uroderma convexum	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Cobertura: Zona de Conservación 2, Miraflores

Especie	G. Trófico	Gremio Funcional
Artibeus lituratus	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Artibeus planirostris	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia castanea	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Carollia perspicillata	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Dermanura cinerea	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Phyllostomus hastatus	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira luisi	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Sturnira tildae	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Uroderma convexum	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Cobertura: Zona de Uso 2

Especie	G. Trófico	Gremio Funcional
Carollia castanea	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Phyllostomus discolor	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira luisi	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira parvidens	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Sturnira tildae	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Tonatia saurophila	Frugívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Especies de quirópteros dispersoras de semillas documentadas en el Nodo 3, Hatonuevo Guajira

Cobertura: Zona de Aislamiento 3

Especie	G. Trófico	Gremio Funcional
Glossophaga longirostris rostrata	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Cobertura: Zona de Uso 3

Especie	G. Trófico	Gremio Funcional
Glossophaga longirostris rostrata	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)
Glossophaga soricina soricina	Nectarívoro	Forrajeros de espacio angosto recogida Activa/Pasiva (FEARAP)

Marco conceptual de nuestra aproximación

El concepto de gremio es de gran utilidad en estudios ecológicos porque permite agrupar a diferentes especies según sus roles ecológicos que estos desarrollan por medio de un conjunto de adaptaciones similares (Denzinger & Schnitzler 2013). Root (1967) define el termino **gremio** como "un grupo de especies que explotan el mismo tipo de recursos ambientales de una manera similar". Esta definición tiene un componente funcional ya que habla sobre el papel que cumplen un conjunto de especies y que permite organizar más allá de la composición de especies a grupos tan complejos y diversos como los quirópteros. Adicionalmente es importante aclarar que la definición de gremio suele ser confundida con otros términos como comunidad, ensamble y ensamblaje pero se diferencia de estos en que no implica relación filogenética entre las especies. También se diferencia del término comunidad que no implica un uso similar de recursos o hábitats en las especies incluidas (Cultid *et al*. 2012).

Para los quirópteros se han desarrollado varias propuestas de agrupación por gremios, basadas en diferentes atributos de las especies, principalmente su dieta, diferenciando: insectívoros, piscívoros, carnívoros, hematófagos, frugívoros, nectarívoros y omnívoros (Gardner 1977 y Giannini & Kalko

2004). Recientemente, cada una de estas estrategias de alimentación han sido discriminadas de manera más fina de acuerdo al modo de forrajeo de las especies, separando especies de quirópteros que representan: cazadores de insectos al vuelo, de recogida y captura sobre superficies, de arrastre como algunas especies pescadoras; siendo importante también el tipo de hábitat o donde las especies forrajean, que inicialmente clasifican como: limpio, denso y muy denso, ó más recientemente categorizado como: abierto, de borde o angosto (Gardner 1977, Kalko & Schnitzler 1998 y Denzinger & Schnitzler 2013).

Tradicionalmente los estudios que se han realizado en Colombia han utilizado el término gremio desde la perspectiva trófica, diferenciando las especies de acuerdo a su dieta (Muñoz-Arango 1990, Sánchez-Palomino *et al*. 1993, Estrada-Villegas *et al*. 2010, Rios & Pérez 2015). En nuestro análisis, a pesar de ser la menos elaborada hemos también incluido esta primera aproximación con la finalidad de que los resultados acá obtenidos sean comparables con los de trabajos previos realizados a nivel nacional; se agruparon las especies registradas por coberturas y por localidad según su dieta (**Figuras 1-3**).

Nuestros resultados

De las tres localidades analizadas, los sitios de muestreo Nodo 1 Hibácharo, Atlántico y Nodo 2 San Juan Nepomuceno, Bolívar se contuvieron el mayor número de gremios tróficos (cinco de siete) y solo dos gremios estuvieron ausentes; piscívoros y omnívoros. Es posible que varias de las especies encontradas puedan clasificarse como omnívoros según algunos autores, pero se acogió con propósitos comparativos los criterios reportados por Sánchez-Hernández & Romero-Almaraz (1995).

Clasificación gremial simplificada Nodo 1, Hibácharo, Atlántico

En el sitio Hibácharo, el gremio trófico más abundante fue el de los nectarívoros con 7 individuos en cada una de las coberturas, seguido por frugívoros entre 3 y 5 individuos en las tres coberturas. Los animalívoros estuvieron presentes en la zona de aislamiento y en la de conservación y ausentes de la zona de uso. Los demás gremios de esta localidad estuvieron presentes en todas las coberturas. Es importante notar que la especie *Desmodus rotundus* (único miembro de los hematófagos) fue el más abundante en la zona de conservación (**Figura 1**).

Clasificación gremial simplificada Nodo 2, San Juan Nepomuceno, Bolívar

Para el sitio San Juan, se documentaron los mismos gremios reportados para el nodo 1 en Hibácharo, sin embargo, se observó un cambio en las proporciones de los mismos. En esta localidad dominaron los frugívoros de los cuales se obtuvo entre 12 y 28 individuos en las tres coberturas analizadas. Los insectívoros solo estuvieron presentes en la zona de conservación con 5 ejemplares y no se reportó la presencia de especies hematófagas en la zona de aislamiento. Es muy importante notar como hacia las zonas más húmedas típicas de la región de Montes de María, la estructura trófica responde

a la oferta de recursos vegetales con baja representatividad de oferta néctar, vertebrados e insectos (**Figura 2**).

Clasificación gremial simplificada Nodo 3, Hatonuevo, Guajira

En la localidad de Hatonuevo solo se documentaron tres de los siete posibles gremios tróficos; insectívoros, nectarívoros y hematófagos. Los hematófagos fueron muy abundantes en la zona de uso donde hay grandes concentraciones de ganado caprino no estabulizado. Los nectarívoros también fueron comunes en esta cobertura, pero los valores de abundancia de estos no fueron significativamente diferentes de los de la zona de aislamiento. Sin embargo, el análisis de contenidos estomacales de los individuos capturados nos permitió identificar que las especies nectarívoras en este sitio de muestreo incorporan una fracción importante de material vegetal, por lo que también son considerados dispersores de semillas. Finalmente, se observó que las especies insectívoras fueron más comunes en la zona de aislamiento, posiblemente como respuesta al mejor estado de la vegetación presente en esta cobertura (**Figura 3**).

Clasificación gremial ecofuncional

Denzinger & Schnitzler (2013) proponen que los gremios se definan no por el componente de la dieta que tan ampliamente se ha usado, e incluye un nuevo nivel de resolución que permite una caracterización funcional de las especies teniendo en cuenta además de lo trófico, el tipo de ecolocalización y forma de forrajeo definidos a partir del tipo de hábitat y no de la presa. Según estos autores se proponen siete tipos de gremios: forrajeros aéreos en espacios de borde (FAEB); forrajeros aéreos en espacios abiertos (FAEA); forrajeros con recogida pasiva en espacios angostos (FEARP); forrajeros con recogida activa en espacios angostos (FEARA); forrajeros de recogida activa/pasiva en espacios angostos (FEARAP); forrajeros de arrastre en espacios de borde (FAREB) y forrajeros con capacidad de detectar aleteos en espacios angostos (FCDAEA).

De estos siete gremios que se definen por el espacio donde cazan y la forma de aproximación a las presas (o frutas y flores), en el área de estudio tan solo se documentaron cinco gremios ecofuncionales.

Clasificación gremial ecomorfológica fina, Nodo 1. Hibácharo, Atlántico

En la localidad de Hibácharo, el gremio dominante fue el de FEARAP, presente en las tres coberturas. El siguiente gremio en dominancia fue FEARP también en las tres coberturas. FAEB y FAEA no estuvieron presentes en la zona de uso, indicando que son gremios fuertemente afectados por la pérdida de cobertura vegetal natural (**Figura 4**).

Clasificación gremial ecomorfológica fina, Nodo 2. San Juan Nepomuceno, Bolívar

En San Juan domino FEARAP y este fue el único presente en las tres coberturas. No hubo especies pertenecientes al FEARA, mientras que FAEB y FAEA solo estuvieron en la zona de conservación, resultado similar al de Hibácharo. Al igual que con los gremios tróficos, en esta localidad se dominan

las especies de bosque con forrajeo activo pasivo, que pueden ser cazadores o frugívoros/nectarívoros (**Figura 5**).

Clasificación gremial ecomorfológica fina, Nodo 3 Barrancas, Guajira

Finalmente en Hatonuevo, a diferencia que con los gremios tróficos, sí estuvieron presentes los cinco gremios de ecolocalización. Dominó de nuevo el FEARAP, aunque a diferencia de los demás sitios, FEARP también fue relevante en esta región, en especial para la cobertura de zona de uso. FAEA solo estuvo presente en la zona de aislamiento y FAEB y FEARA en las dos coberturas pero con bajas abundancias (**Figura 6**).

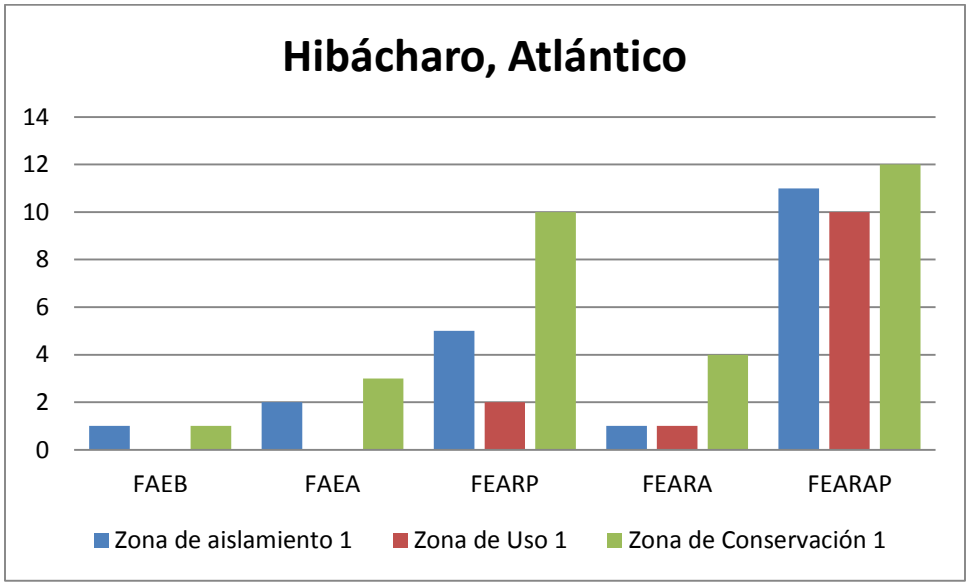

Figura 1. Gremios tróficos y sus abundancias para la localidad de Hibácharo y sus tres coberturas.

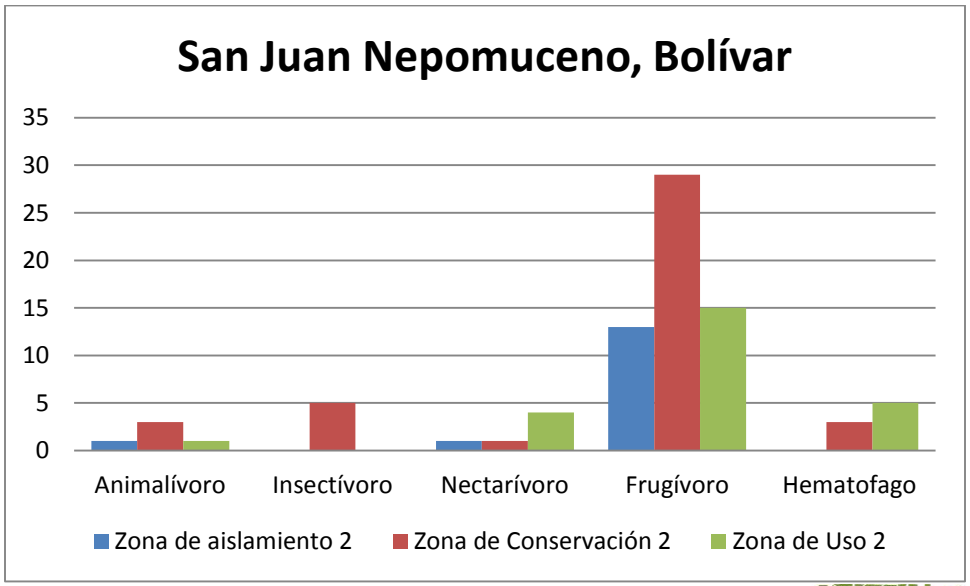

Figura 2. Gremios tróficos y sus abundancias para la localidad de San Juan de Nepomuceno y sus tres coberturas.

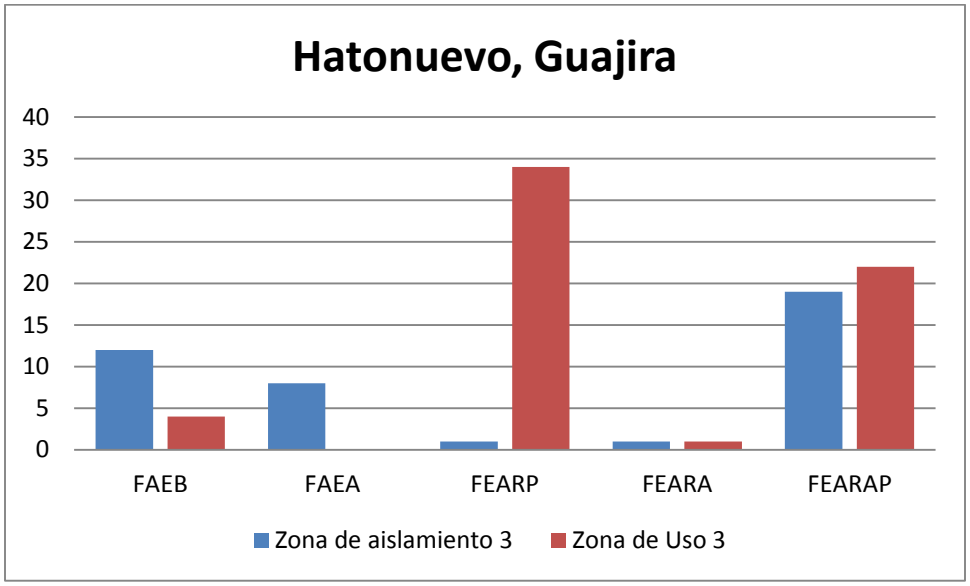

Figura 3. Gremios tróficos y sus abundancias para la localidad de Hatonuevo y sus dos coberturas.

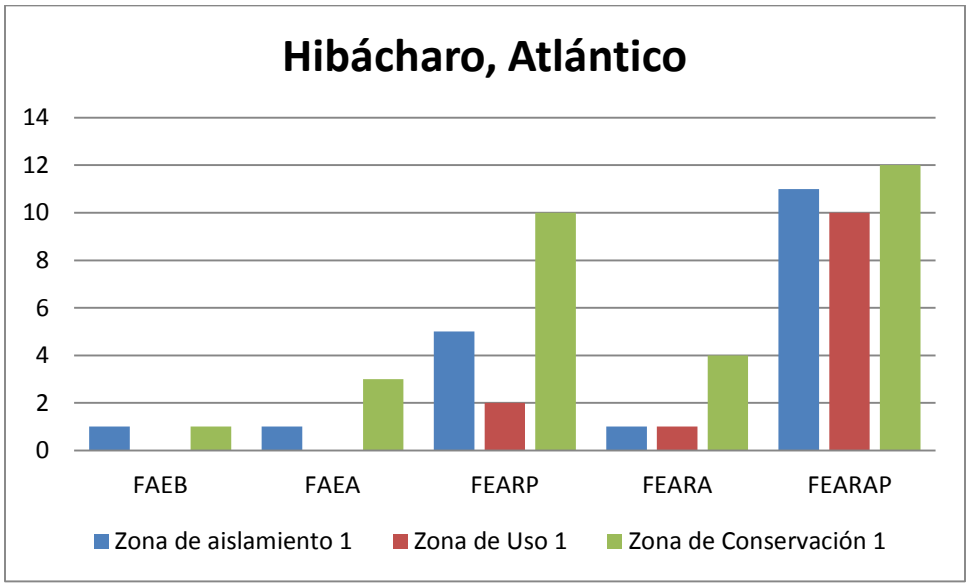

Figura 4. Gremios por ecolocalización y método de forrajeo y sus abundancias para la localidad de Hibácharo y sus tres coberturas.

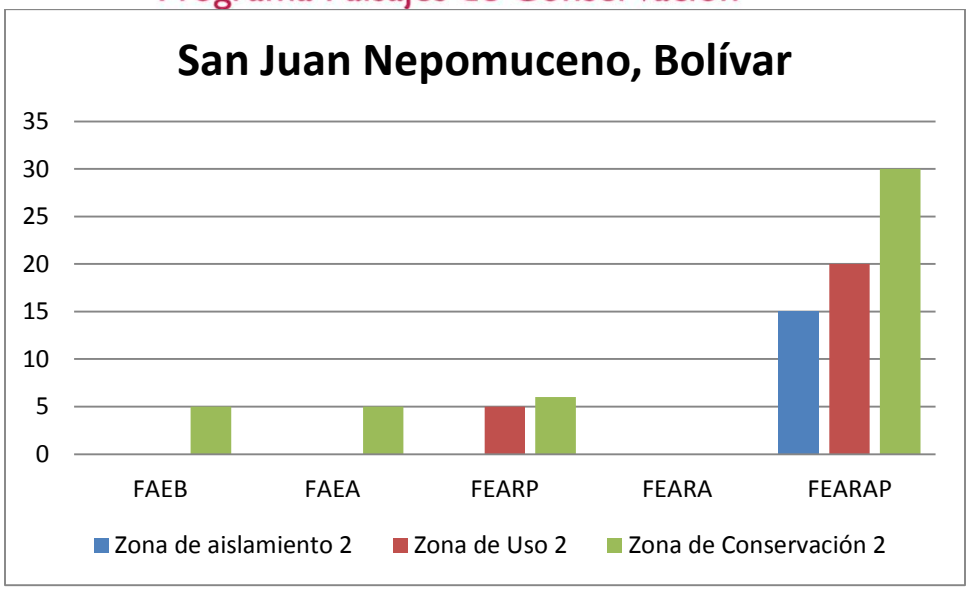

Figura 5. Gremios por ecolocalización y método de forrajeo y sus abundancias para la localidad de San Juan y sus tres coberturas.

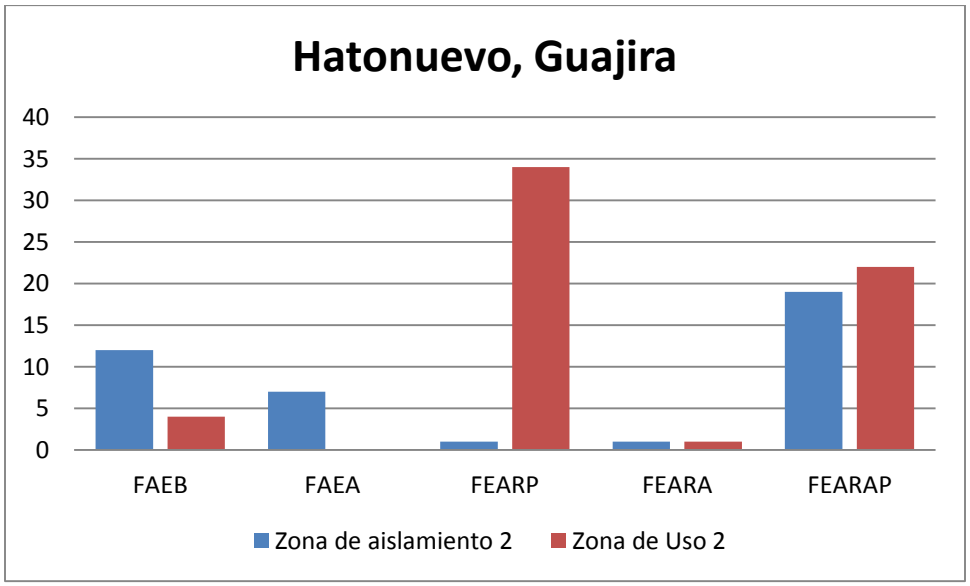

Figura 6. Gremios por ecolocalización y método de forrajeo y sus abundancias para la localidad de Hatonuevo y sus dos coberturas.

Literatura citada

Cultid, C.A., Medina, C.A., Martínez, B., Escobar, A.F., Constantino, L.M. & Betancur, N. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico. WCS-Colombia, CENICAFE´ y la Federación Nacional de Cafeteros. Villa María, Colombia.

Denzinger, A., & Schnitzler, H. U. 2013. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. Frontiers in physiology. 4(164): 1-15.

Estrada-Villegas, S., Pérez-Torres, & Stevenson, P. R. 2010. Mastozoologia Neotropical. 17(1):31-41.

Gardner, A. L. 1977. Feeding habits. - In: Baker, R. J., Knox Jones, J Jr. and Carter, D. C. (eds). Biology of bats of the New World family Phyllostomidae. Part II. Special Publications, Mus. Texas Tech Univ., pp. 293-350.

Giannini, N.P., & Kalko, E.K.V., 2004. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. Oikos 105:209-220.

Kalko, E. K. V., and Schnitzler,H.-U. 1989. The echolocation and hunting behavior of Daubenton's bat, *Myotis daubentoni*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 24. 225–238.doi: 10.1007/BF00295202

Muñoz-Arango, J. 1990. Diversidad y hábitos alimenticios de murciélagos en transectos altitudinales a través de la Cordillera Central de los Andes en Colombia. Studies on Neotropical Fauna and Environment. 25(1).

Root, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnat- catcher. *Ecol. Monogr.* 37, 317–350. doi:10.2307/1942327

Ríos-Blanco, M.C. & Pérez-Torres, J. 2015. Dieta de las especies dominantes del ensamblaje de murciélagos frugívoros en un bosque seco tropical (Colombia). Mastozoologia Neotropical. 22(1):103-111.

Sánchez-Hernández, C. & Romero-Almaraz, M. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche: Una propuesta para su conservación.

Sánchez-Palomino, P., Rivas-Pava, P. & Cadena, A. 1993. Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en bosques de galería en la serranía de la macarena (Meta-Colombia). Caldasia 17(2):301-312.

3.5 Indicador sintético 4. Identificación de la contribución funcional de las especies de quirópteros como bioindicadoras de los procesos de regeneración de la cobertura vegetal boscosa y la conectividad entre fragmentos.

Aunque los quirópteros contribuyen de múltiples maneras con las dinámicas naturales (todas importantes) garantizando la salud ambiental de los sistemas en los cuales habitan, se identifican dentro de los procesos ecológicos relacionados con la interconectividad del paisaje y la restauración de la cobertura vegetal original la dispersión de semillas y la polinización como procesos focales que ofrecen ventajas para su monitoreo.

Estos dos procesos ofrecen una multiplicidad de variables que son efectivamente medibles en el tiempo y que son dependientes directas de las acciones de manejo implementadas en el paisaje. Tanto la dispersión de semillas como la polinización, además de su importancia ecológica, tienen repercusiones de tipo económico, siendo servicios ecosistémicos prestados por los murciélagos.

Dispersión de semillas

Los quirópteros, junto a las aves, y otros mamíferos como roedores y primates se cuentan entre los principales y más importantes dispersores de semillas entre los vertebrados de la región tropical (Kubitzki, 1985; Stiles, 2000; Herrera, 2002; Levey et al., 2002; Lobova et al., 2009).

Al contribuir directamente con la efectividad en traslado y colonización nuevas áreas, así como al aumentar, al defecar, la probabilidad de germinación de las semillas que consumen (Kubitzki, 1985; Herrera, 2002; Aguirre G. et al., 2006) los quirópteros son considerados dispersores legítimos de la mayoría de las especies de semillas que ingieren (Fleming y Sosa, 1994; Dumont, 2003).

Adicionalmente, los quirópteros superan en su efectividad de dispersión a otros grupos en virtud a la diversidad, cantidad y distancia de transporte de las semillas que dispersan.

Al remover consumir y trasportar las semillas distancias considerables, los murciélagos promueven y garantizan el flujo genético entre poblaciones de especies de plantas; al tiempo que previenen la depredación de semillas por consumidores que las destruyen, reduciendo también la competencia entre la planta madre y las plántulas (Howe y Smallwood, 1982; Stiles, 2000); el proceso de dispersión contribuye a disminuir significativamente el riesgo de ataque a las semillas y plántulas por agentes patógenos e insectos (Howe y Westley, 1987).

Entre las variables a ser medidas en una evaluación de la dispersión se cuentan:

- El número de especies frugívoras, potencialmente dispersoras, tras muestreos directos en campo.
- La carga de semillas en las heces, medida como el número de semillas por especie de planta tras identificación en carpotecas especializadas.
- Evaluación de características físicas y propiedades organolépticas de las semillas.
- Evaluación de contenidos nutricionales en los frutos consumidos.
- Análisis de la fenología de las plantas productoras de frutos consumidos por los murciélagos.

Los datos asociados a las semillas dispersadas por las especies de murciélagos nutrirán una matriz que será analizada, a través de pruebas multivariadas con el fin determinar aquellas características dominantes en el tipo de semillas mayormente dispersadas por los murciélagos. Dependiendo de la disponibilidad las semillas recuperadas serán sometidas a germinación para evaluar la efectividad de la dispersión por murciélagos de acuerdo a la diversidad tanto de plantas como de especies de quirópteros.

Plantas dispersadas por quirópteros

Los frutos consumidos por los murciélagos se caracterizan por tener colores poco llamativos, como verde o marrón, pero de fuerte olor (Kalko et al., 1996). Se reconoce que los murciélagos utilizan tanto el olfato como la ecolocación para detectar los frutos maduros (Kalko y Condon, 1998; Thies et al., 1998). En aquellos frutos con semillas grandes, los murciélagos dejan caer las semillas en los

mismos sitios de alimentación; mientras que en frutos con semillas pequeñas, los murciélagos ingieren las semillas y pueden defecar en distintos lugares (Dumont e Irvine, 1998).

Dispersión y restauración

Por su amplio movimiento, los murciélagos cumplen un rol importante en la restauración y dinámica de la sucesión del bosque, pues pueden introducir semillas de vegetación secundaria dentro del bosque primario y viceversa (Kubitzki, 1985; Medellín y Gaona, 1999; Martínez-Garza y González Montagut, 2002; Arteaga et al., 2006), en un proceso denominado como "lluvia de semillas" (Fleming, 1988; Medellín y Gaona, 1999; Arteaga et al., 2006). La lluvia de semillas luego formará la "sombra de semillas" que es la agrupación de las semillas en un determinado lugar (Molinari, 1993). El aporte de los murciélagos a la lluvia de semillas es importante, si se considera que son dispersores principalmente de especies pioneras (Aguirre L., 2007). Es importante resaltar que los murciélagos contribuyen a diseminar una sombra de semillas homogénea entre los distintos ambientes, una característica relevante si se considera que, por lo general, las especies pioneras dependen en grado extremo de la colonización de sitios efímeros e impredecibles (como derrumbes y claros de dosel) y para ello han recurrido a adaptaciones, como la producción abundante de semillas pequeñas (Swaine y Whitmore, 1988). Por lo tanto, el aporte de los murciélagos a la lluvia de semillas es fundamental para el proceso de sucesión florística, una vez que estas tierras son abandonadas. Además, los murciélagos son capaces de llevar semillas a cultivos abandonados, en especial de los géneros *Piper* y *Solanum* (Aguirre L., 2007).

Potencial de especies dispersadas por quirópteros

De las 284 familias de angiospermas del neotrópico, por lo menos 62 presentan especies con dispersión asociada con murciélagos (Lobova et al., 2009). Dentro de las especies de plantas que en la región neotropical son comúnmente dispersadas por murciélagos destacan *Cecropia concolor*, *C. membranacea*, *Ficus eximia*, *F. pertusa*, *Piper aduncum*, *P. longistylosum*, *P. tuberculatum*, *Pouteria sp*., *Solanum sp.* y *Vismia sp.* (Loayza-Freire, 2002). Hasta el estudio de Lobova, et al. (2009) 549 especies de 191 géneros (tanto nativas como cultivadas) han sido reportadas como consumidas por murciélagos en la región. Es fundamental considerar que la disponibilidad de frutos de las especies dispersadas por los murciélagos pueden ser extremadamente variables en espacio y tiempo (Nelson et al., 2000; Palmer et al., 2000). Para que las poblaciones de murciélagos frugívoros que habitan en ambientes fragmentados sean viables, requerirán de disponibilidad de recursos y conectividad entre los distintos componentes del paisaje. Por otra parte, el rol que juegan los murciélagos como dispersores de semillas en la dinámica de un bosque con parches de distintos estados suceionales es fundamental, ya que los murciélagos frugívoros pequeños son considerados importantes dispersores a corta distancia (Izhaki et al., 1995; Reiter et al., 2006).

Monitoreo estacional asociado a las dinámicas fenológicas

El Bosque seco tropical se caracteriza por las adaptaciones que sus especies vegetales tienen a la marcada estacionalidad con períodos de lluvias concentrados en una período corto del año y una temporada de no lluvias, con una marcada también fenología donde los recursos de frutos y néctar se encuentran disponibles para las especies de manera abundante en una fracción del año, condicionando los ciclos reproductivos y de esta manera, las dinámicas poblacionales, abundancia y presencia de las especies de quirópteros. Es por esta razón que se espera que existan diferencias significativas para varios de los atributos sugeridos como variables bioindicadoras en los programas de monitoreo.

Variables asociadas al proceso de dispersión de semillas a ser monitoreadas

- Diversidad de especies de murciélagos dispersoras de semillas, estimada como la riqueza, número de especies.
- Abundancia de especies de murciélagos dispersoras de semillas estimada como número de individuos por especies.
- Número de especies de plantas dispersadas.
- Número de semillas dispersadas por especies en una unidad de tiempo o de muestreo.
- Atributos morfológicos de murciélagos y/o las especies de plantas dispersadas, sus frutos y semillas.
- Atributos nutricionales de frutos dispersados por murciélagos.

Amenazas

La función de dispersión de semillas se ve principalmente afectada por la pérdida y la fragmentación de hábitat. La trasformación de áreas con cobertura natural en zonas dedicadas a la agricultura suele incorporar el uso de pesticidas químicos que afectan directamente la estabilidad de las poblaciones de especies de quirópteros dispersoras de semillas. Además, en un menor grado, se cuentan como amenazas la destrucción y perturbación de refugios, los conflictos murciélago-humano, las enfermedades emergentes (como la rabia) y las amenazas emergentes (como introducción de especies exóticas). Recientemente, ha sido reconocido como un problema importante el efecto de los cambios climáticos globales que tienen un efecto fuerte sobre los ciclos fenológicos de las plantas y su productividad.

Polinización

Con un 98 % de las especies polinizadas por animales, la polinización por agentes bióticos es el mecanismo de reproducción más frecuente entre las plantas de los bosque húmedos tropicales, (Bawa, 1990). La polinización implica beneficios, tanto para la planta como para el polinizador (Heithaus, 1982; Fleming, 1988; Dafni, 1992; Fleming y Sosa, 1994); y en ese sentido que se observan procesos de evolución paralela entre plantas y polinizadores, haciendo del estudio de variables

asociadas a la polinización, así como del estudio de los atributos de las poblaciones de polinizadores, uno de los mejores indicadores de la salud ambiental de los sistemas. Las plantas a través de la polinización garantizan la fertilización de los óvulos y la producción de semillas a través del flujo genético entre individuos vía agentes polinizadores (Fleming y Sosa, 1994). En zonas templadas, los insectos son los principales agentes polinizadores, mientras que en los trópicos también intervienen como agentes polinizadores especies de mayor tamaño, como aves y murciélagos, cada una con importantes roles ecológicos (Tschapka y Dressler, 2002). El papel de los murciélagos como agentes polinizadores ha sido documentado a lo largo de numerosas contribuciones (e.g., van der Pijl, 1936; Vogel, 1968; von Helversen, 1993; Tschapka y Dressler, 2002), con las cuales se ha podido determinar que los murciélagos son importantes y efecticos en la polinización de las plantas de las cuales se alimentan (Aguirre L., 2007). Los murciélagos que visitan flores se encuentran presentes en las zonas tropicales del planeta (Fleming, 1988). Se estima que alrededor de un cuarto del número total de especies incluyen en su dieta algo de néctar, frutos o polen (Aguirre L., 2007). Los murciélagos nectarívoros son similares a los colibríes en varios aspectos, como en sus hábitos de vuelo, que puede ser altamente maniobrable, y en la forma alargada de sus hocicos, que a su vez son débiles para la masticación (Aguirre L. et al., 2002), ya que al ser el néctar un alimento acuoso, no necesitan fuerza en sus mandíbulas, como ocurre en los murciélagos frugívoros (Aguirre L., 2007). Las flores visitadas por los quirópteros presentan adaptaciones especiales que han sido seleccionadas de manera paralela a cambios correspondientes en murciélagos. Cambios en la fenología, fisiología y morfología de las plantas polinizadas por murciélagos han sido acompañados de cambios en el comportamiento, fisiología y morfología de las especies de quirópteros nectarívoros. A este proceso se le conoce como síndrome quiropterofílico; entre sus principales características seleccionadas en las plantas polinizadas por quirópteros están: flores de olores fuertes, antesis nocturna y coloraciones pálidos y poco llamativos, de tonalidades verdes a marrones rojizas en sus corolas que tienden a tener formas tubulares (Moya y Tschapka, 2007).

Atributos de polinizadores utilizados como variables indicadoras de la trasformación del paisaje.

Existen características particulares que involucran variaciones en cada uno de los atributos arriba descritos que han sido seleccionados para pares específicos de especies de plantas y especies de quirópteros (e. g. tamaño de las flores y/o afinidades biogeográficas), cuya documentación permite la evaluaciones efectivas de la trasformación del paisaje por las acciones de manejo. Este nivel de especificidad convierte a los murciélagos nectarívoros en uno de los grupos funcionales con mayor potencial para el establecimiento de programas de monitoreo.

Plantas polinizadas por especies de murciélagos

Se sabe que por lo menos unos 250 géneros de plantas angiospermas son polinizados por murciélagos; dentro de las cuales se encuentran numerosas especies con importancia económica, como el banano y el mango (Raven et al., 1999; Fleming et al., 2009).

Amenazas

La función de polinización por murciélagos, al igual que la dispersión de semillas, son variables altamente dependientes de los atributos de la cobertura vegetal. En ese sentido, la trasformación, fragmentación y pérdida de hábitat se constituyen en las principales amenazas para la estabilidad de las poblaciones de quirópteros polinizadores. De igual manera, la implementación de prácticas de agricultura extensiva que involucra el uso de pesticidas químicos en cultivos, se cierne como una amenaza grave sobre este grupo. En un grado menor, se cuenta la destrucción y perturbación de los refugios, los conflictos murciélago-humano, las enfermedades emergentes y las amenazas emergentes (como la introducción de especies exóticas).

3.6 Indicador sintético 5. Identificación de los atributos de la matriz que previenen el proceso de interconectividad para las poblaciones de quirópteros.

A nivel paisajístico, los principales atributos de la matriz que se constituyen como amenaza a la interconectividad de las poblaciones de murciélagos, están referidos a actividades humanas que promueven la fragmentación de la cobertura vegetal boscosa.

Estas actividades antrópicas fueron diferenciadas en este estudio en **cinco tipos** que incluyen: **Agricultura**; **Ganadería**; **Extracción vegetal**; **Caza**; y **Construcción de Viviendas** (**Tabla 4**). Tanto la presencia, proporción y modo de ejecución de estas actividades variaron entre los nodos evaluados (Piojó, Atlántico; San Juan Nepomucno, Bolívar; y Hatonuevo, Guajira); así como también entre tipos de manejo establecidos (uso; aislamiento; y conservación) (**Figura 16**, **Tabla 4**). La presencia de estas acciones antrópicas, identificadas como atributos de la matriz de paisaje que afectan la interconectividad de las poblaciones de quirópteros, fue evaluada para cada unidad de muestreo, generándose una matriz de presencia (ceros y unos) que nutrió un análisis de agrupamiento basado en una medida de similitud (índice de Jaccard) (**Figura 16**).

Nuestros resultados determinan que las zonas más disimiles en cuanto a atributos modificadoras de conectividad, fueron la zona de uso y zona de aislamiento del nodo Hatonuevo, en la Guajira, agrupándose en un clado diferente con respecto a los nodos y zonas restantes (**Figura 16**).

Es de anotar que el equipo de trabajo no identificó una zona de conservación para Hatonuevo, lo que si bien podría influir en el patrón de agrupamiento desde la perspectiva matemática, ratifica la individualidad en atributos del paisaje de las zonas de manejo en la Guajira.

Para los otros nodos (Piojó, Atlántico y San Juan Nepomuceno, Bolívar), se documenta la individualidad de las zonas conservación las cuales se agruparon en un solo clado. Este resultado es de mucha importancia porque permite verificar el efecto que las acciones implementadas en el mantenimiento de estas zonas, han tenido sobre prácticas antrópicas negativas para la interconectividad entre poblaciones naturales (**Figura 16**). Finalmente, se considera como resultado interesante la asociación entre las zonas de uso y zonas de aislamiento, que se dio tanto para Piojó,

Atlántico, como para San Juan Nepomuceno, Bolívar. Zonas de uso y aislamiento para estos nodos formaron naturalmente un solo grupo, con dos clados que asociaron para cada localidad las áreas de uso y aislamiento en cuanto a su similitud en términos de atributos modificadoras de conectividad entre poblaciones de murciélagos (**Figura 16**). Este último resultado nos refleja que si bien, como se verificó, las zonas de conservación se individualizan por el control de la intervención de actividades agrícolas y la ganaderas, las zonas de asilamiento son permisivas en cuanto otras prácticas que afectan su cobertura vegetal boscosa como: la construcción de viviendas; la extracción selectiva de productos vegetales y fauna; habiendo sido verificado también un bajo control sobre el uso parcial de estas zonas en actividades ganaderas tanto en el caso de ganado estabulizado como no estabulizado.

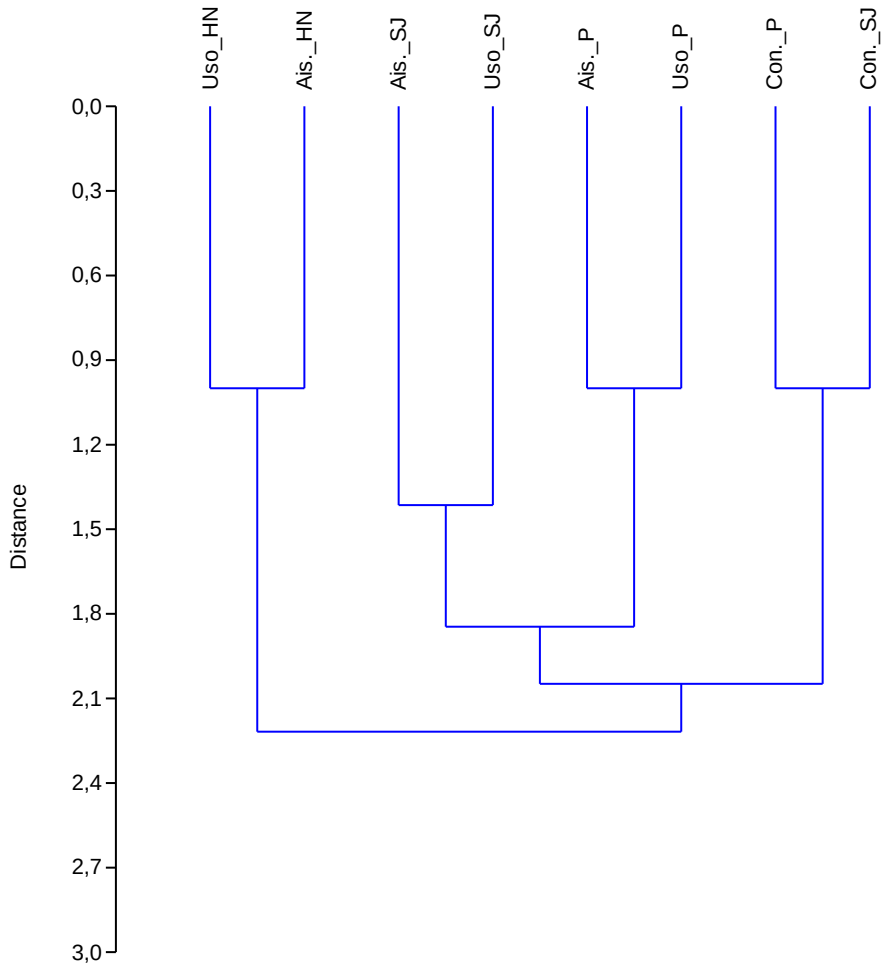

Figura 16. Análisis de agrupamiento índice de Jaccard, evaluando la similitud entre zonas con diferentes tipos de manejo de acuerdo a las amenazas identificadas.

TABLA 4. ANALISIS DE LAS AMENZAS

Atributos de la matriz correspondientes a acciones que afectan negativamente la estabilidad de las coberturas boscosas y que propician su fragmentación, incidiendo así sobre la **interconectividad de las poblaciones de quirópteros**. Estas acciones fueron discriminadas entre zonas con diferentes tipos de manejo (zonas de uso; aislamiento; y conservación), evaluadas en los tres nodos documentados (Piojó, Atlántico; San Juan Nepomucno, Bolívar; y Hatonuevo, Guajira). Las casillas en negro con una equis (X) identifican la presencia de una actividad en una zona de manejo determinada. El color azul identifica las zonas de manejo en el nodo Piojó, Atlántico; el color rosa identifica las zonas de manejo en el nodo San Juan Nepomuceno, Bolívar; y el color verde identifica las zonas de manejo en el nodo Hatonuevo, Guajira. Para el nodo Hatonuevo en la Guajira, el equipo de trabajo no se identificó una zona conservación.

Actividades	Descripción de la actividad	Nodo								
		Piojó			San Juan			Hatonuevo		
		Uso	Aislamiento	Conservación	Uso	Aislamiento	Conservación	Uso	Aislamiento	Conservación
Ganadería y actividades pecuarias	Ganadería extensiva de vacunos, estabulizadas.	X	X		X					
	Ganadería extensiva de caprinos no estabulizados.							X	X	
	Zona de alimentación para mulas y burros.	X			X	X		X		
	Apicultura y venta de miel.					X				
	Tanques piscícolas			X						
Agricultura	Agricultura, cultivos de árboles frutales.			X	X	X	X			
Tala y extracción selectiva	Extracción de madera para uso doméstico.	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Extracción de productos no maderables, plantas medicinales.	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Extracción de madera para comercio de carbón	X	X	X	X	X	X			
	Extracción de productos no maderables, hoja de palma para hacer techos.			X			X			
Caza	Caza (conejos y zainos)	X	X					X	X	
Viviendas	Viviendas de familias, a un perímetro retirado de la zona de aislamiento.	X	X	X	X	X	X	X	X	

3.7 Indicador sintético 6. Modelo espacial multiescalar basado en sistemas de información geográfica de la diversidad de quirópteros para el caribe colombiano.

Los registros georeferenciados de las especies se obtuvieron de la base de datos GBIF (Global Biodiversity Information Facility). Se eliminaron los registros duplicados y se conservó una coordenada por unidad espacial del análisis (un pixel), esto con el objetivo de disminuir el sesgo espacial que puedan presentar los registros de las especies (Phillips et al., 2009; Kramer-Schadt et al., 2013).

Las variables ambientales (elevación y 19 variables bioclimaticas) se obtuvieron de la base de datos Worldclim (Hijmans et al 2005) a una resolución de 30 arc-seg (aproximadamente un $1Km^2$ en el Ecuador). Las variables que presentaron baja multicolinearidad fueron elegidas para realizar el modelamiento de distribución potencial (Naimi et al 2011), lo cual se hizo aplicando un factor de inflación de varianza (VIF) en la librería usdm (Naimi et al 2014) del software R(R Core Team 2015).

El modelamiento de la distribución potencial de llevo a cabo en el software MaxEnt (Phillips et al 2006), teniendo como insumo la registros georeferenciados y las variables climáticas. Se generaron 10 replicas por modelo. MaxEnt genera un mapa de probabilidades, el cual se convirtió en un mapa de distribución potencial, siguiendo el criterio de máxima suma de especificidad más sensibilidad (MSS), es decir, valores de probabilidad iguales o mayores a los valores de MSS se tomaron como presencia de las especies, y valores de probabilidad inferiores al MSS se tomaron como ausencia de la especie.

Las distribuciones potenciales de las especies se usaron para obtener una sumatoria de especies por unidad espacial (pixel) teniendo como resultado un mapa de riqueza de especies.

Especies usadas para el modelamiento:

Dermanura cinerea

Artibeus lituratus

Carollia castanea

Carollia perspicillata

Phyllostomus discolor

Phyllostomus hastatus

Glossophaga soricina soricina

Artibeus planirostris

Variables ambientales (en negrilla variables usadas para realizar el modelamiento):

Variable	Descripción
Elevación	**Altura en metros sobre el nivel del mar**
Bio 1	**Temparatura media anual**
Bio 2	Rango medio diurno(Media del mes(Máx Temp - Mín Temp))
Bio 3	**isotermalidad (Bio 2/Bio 7) * 100)**
Bio 4	**Estacionalidad de la temperatura (Desviación estándar * 100)**
Bio 5	**Máx temperatura del mes más caliente**
Bio 6	Mínima temperatura del mes más frío
Bio 7	Rango anual de temperatura(Bio 5 - Bio 6)
Bio 8	**Temperatura media del trimestre más húmedo**
Bio 9	**Temperatura media del trimestre más seco**
Bio 10	Temperatura media del trimestre más cálido
Bio 11	Temperatura media del trimestre más frío
Bio 12	**Precipitación anual**
Bio 13	Precipitación del mes más húmedo
Bio 14	Precipitación del mes más seco
Bio 15	**Estacionalidad de la precipitación (Coeficiente de variación)**
Bio 16	**Precipitación del trimestre más húmedo**
Bio 17	Precipitación del trimestre más seco
Bio 18	**Precipitación del trimestre más cálido**
Bio 19	Precipitación del trimestre más frío

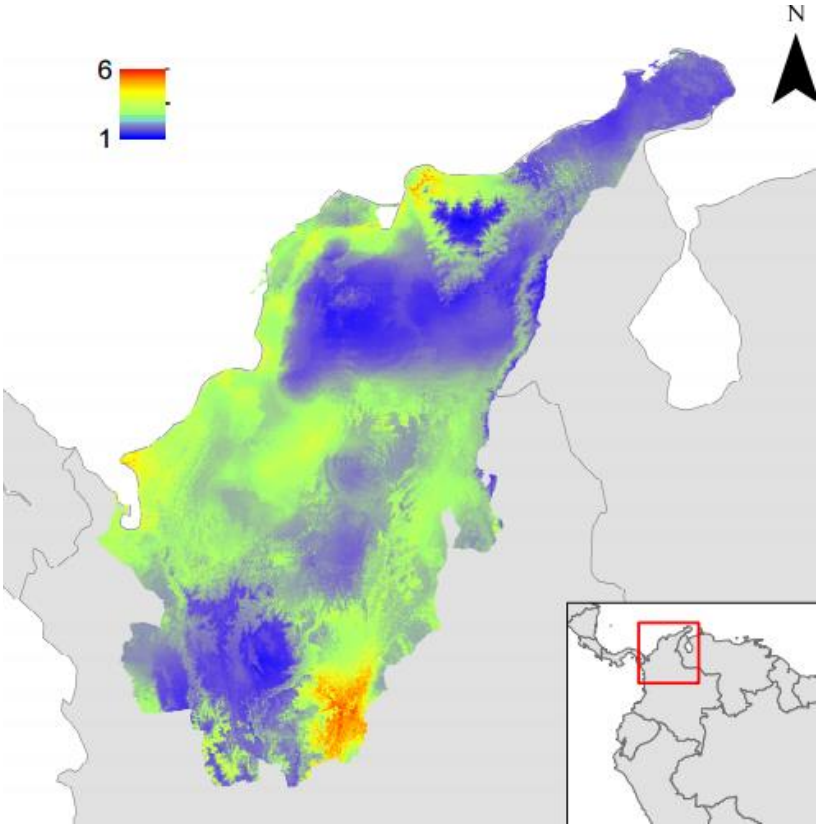

Figura 17. Modelo multiescalar Modelo espacial multiescalar de la diversidad de quirópteros para el Caribe colombiano basado en Sistemas de Información Geográfica, producido en el programa Maxent para las 8 especies de frugívoros identificadas como principales promotoras de dispersión en el desarrollo de la línea base. Los colores cálidos representan las áreas con valores altos de disponibilidad de hábitat mostrando las mejores rutas de conexión más probables entre áreas con mayor diversidad de estos organismos.

3.8 Literatura

Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas.International journal of climatology 25: 1965-1978

Kramer-Schadt S, Niedballa J, Pilgrim JD, Schröder B, Lindenborn J, Reinfelder V, Stillfried M, Heckmann I, Scharf AK, Augeri DM, Cheyne SM, Hearn AJ, Ross J, Macdonald DW, Mathai J, Eaton J, Marshall AJ,

Semiadi G, Rustam R, Bernard H, Alfred R, Samejima H, Duckworth JW, Breitenmoser-Wuersten C, Belant JL, Hofer H, Wilting A (2013) The importance of correcting for sampling bias in MaxEnt species distribution models. Divers Distrib 19:1366–1379

Naimi B, Skidmore AK, Groen TA, Hamm NA (2011) Spatial autocorrelation in predictors reduces the impact of positional uncertainty in occurrence data on species distribution modelling. Journal of Biogeography 38: 1497-1509

Naimi B, Hamm NA, Groen TA, Skidmore AK, Toxopeus AG (2014) Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling?. Ecography 37: 191-203

Phillips SJ, Dudík M, Elith J, Graham CH, Lehmann A, Leathwick J,Ferrier S (2009) Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. Ecological Applications 19: 181-197

Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231–259

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.