

Indicadores taxonómicos de cambio de hábitat en los bosques nubosos de Nicaragua

Marvin A. Tórréz¹, Wayne J. Arendt², Marlon Sotelo³, Adolfo López, S. J.⁴

Manejo de bosque con fines de restauración ecológica, mitigación de obras físicas estructurales, cultivos y diversas actividades antrópicas, requieren de la delimitación de indicadores biológicos que indiquen la intensidad de los mismos así como su dirección. Indicadores en bosques nubosos se hacen necesarios dado la dinámica de esos paisajes que son dominados por cultivos de café, uno de los rubros económicos más importantes de Nicaragua. Aves, mariposas Nymphalidae, y caracoles terrestres fueron muestreados en tres áreas de bosque nuboso. Los resultados mostraron 215 especies de aves y 6679 individuos fueron detectados en 7 visitas a campo, cinco de estas especies (*Basileuterus culicivorus*, *Catharus mexicanus*, *Formicarius analis*, *Henicorhina leucosticta*, *Mionectes oleagineus*), mostraron disminuciones predecibles a medida que los hábitat perdían cobertura boscosa. De mariposas se colectaron 49 especies y 227 individuos, una especie mostró disminuciones poblacionales a medida que se afecta el ecosistema *Satyrotaygetis gigas*, pero ninguna especie mostró estar restringida a un ecosistema en particular. En moluscos 42 especies y 590 individuos fueron colectados, ninguna mostró tendencias a disminuir con la degradación del hábitat, pero si se identificaron tres especies que son específicas de los hábitat boscosos (*Euglandina obtusa*, *Helicina oweniana*, *Helix trigonostoma*).

Palabras clave: Paisaje, indicador, índice, bosque nuboso

1. Introducción

La pérdida de los bosques se da principalmente por la frontera agrícola. Se ha demostrado que las prácticas agrícolas en los trópicos causan pérdida de biodiversidad nativa y dependiente de bosque (Walter, Bobo, Sainge, Fermon, & Mühlenberg, 2005; Steffan-Dewenter et al., 2007).

¹ Estación Biológica Juan Roberto Zarruck, UCA, Nicaragua

² USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, Sabana Field Research Station, HC 2 Box 6205, Luquillo 00773, Puerto Rico.

³ Consultor Forest Service, International Institute of Tropical Forestry/Paso Pacífico. Carretera a Masaya Km 12.4 Residencial Villas del Prado, Casa N° .7, Managua, Nicaragua. marlon@pasopacifico.org.

⁴ Museo de Ciencias Naturales, UCA, Nicaragua

En Nicaragua el papel que juegan los distintos hábitats dentro de los paisajes ha sido evaluado en diversos estudios (Harvey et al. 2006; Pérez et al., 2006; Vílchez et al., 2007), estos estudios han tenido el objetivo de entender los patrones de diversidad de la fauna, además de demostrar como los paisajes dominados por actividades agrícolas (Agropaisaje), complementan la falta de hábitats homogéneos, en pro de hábitats fragmentados que permiten un componente de diversidad significativo (Walter, Bobo, Sainge, Fermon, & Mühlenberg, 2005).

El presente estudio mostrará el papel de los diversos hábitats dentro de un agropaisaje dominado por el cultivo de café en la zona de vida del bosque nuboso. Estudios acerca del valor ecológico de los cafetales en aves y mariposas han sido realizados en Latinoamérica con anterioridad (Mas & Dietsch, 2004; Philpott et al., 2008), por lo que este estudio aportará información importante a nivel nacional, y será una de las primeras aproximaciones en el estudio de caracoles con este enfoque.

2. Objetivos

General

Determinar especies que dado su afiliación a los hábitats puedan indicar si el bosque está en degradación o recuperación.

Específicos

- a. Determinar tasas específicas de calidad ambiental.
- b. Determinar que taxa tuvo modelos matemáticos más exactos.
- c. Dicter que especies son más útiles en planes de manejo de bosques.

3. Metodologías

Sitio de Estudio: Se muestreo los bosques nubosos de tres zonas de Jinotega, dos en la reserva Datanlí-El Diablo, en la estación biológica y Finca Santa Maura (13°10.60'N, 85°51.89'W), el Cerro EL Gobiado(13°09.31' N,85°52.34'W)y el bosque de la RSP El Jaguar (13°13.34'N, 86°03.16'W), los tres sitios mostraron homogeneidad en precipitación (2500 mm), según INETER (2005), altura (1200-1350 msnm), tipo de zona de vida como bosque húmedo premontano (Holdridge, 1996). Estos paisajes estuvieron dominados por el cultivo de café.

Seguimos el modelo de discriminación de manejo según el enfoque de Arendt, Tórrez, Vílchez (2012), en el cual teníamos un enfoque en el que se escoje el cafetal por: orgánico, manejo comunitario de bajo presupuesto, y cafetal con manejo de café con químicos y regularidad de aplicación.



Ilustración 1. Sitios de estudio donde se colectaron los datos

Los hábitats fueron determinados de acuerdo al porcentaje de cobertura arbórea, la presencia de lianas y arbustos leñosos en el sotobosque, y el uso histórico del suelo quedando determinados en la siguientes clasificación: Bosque (sitio con más de 40 años de no reportarse pérdida de bosque), bosque secundario jóvenes (Tacotal), cafetal, área abierta (sin cobertura arbórea densa-homogénea y dominada por gramíneas).

Muestreo aves: Se realizaron 114 puntos de conteo de 10 minutos en todos los hábitats presentes en los paisajes, fueron visitados en siete entradas a campo (entre enero 2009 y noviembre del 2012). Se calculó la distancia promedio del observador al ave usando bandas circulares concéntricas como en algunos estudios previos (Hilton et al. 2003) con las distancias siguientes: 1 (0–5 m), 2 (6–10), 3 (11–20), 4 (21–40), 5 (> 40). Los puntos se localizaron separados a una distancia promedio de 200 m, y a lo largo de transectos. Se abarcó la mayor área posible en las mañanas, de tal manera que la diferencia temporal en la toma de datos fuera mínima (entre 05:30 y 9:30 h).

Gremios alimenticios se determinaron según el libro de aves de Costa Rica (Stiles & Skutch 1989), para hacer notar que el ave denominada indicadora, perteneciera

algún criterio alimenticio que la apartara de los generalistas. Estos gremios fueron estandarizados de acuerdo con Arendt, Tórrez, Vilchez (2012), y Tórrez, Arendt, Maes (2013), los cuales quedaron definidos en: insectívoro buscador, frugívoro, nectarívoro, insectívoro de tronco, insectívoro aéreo, esta última reclasificación se realizó en base a Barlow et al., (2006) para discernir forrajeo en micro ecosistemas específicos.

Muestreo mariposas: Se colocaron trampas de frutas a 25m una de otra en los mismos sitios donde se realizaban los puntos de conteo de aves, en cuatro entradas de campo (Febrero, Julio, Octubre 2009, Abril 2010). Las trampas eran cebadas en la mañana a las 0700 hrs revisándose a las 1500 hrs. Las mariposas eran introducidas en sobres de papel, marcadas con códigos individuales y llevadas al Museo Entomológico de León donde se almacenaron. El número de trampas de frutas por hábitat fue de siete trampas.

Muestreo moluscos: Tres puntos de muestreo por cada hábitat fueron realizados en tres entradas (Febrero, Julio, Octubre 2009). El muestreo se efectuó mediante el levantamiento de rocas, revisión ocular de la hojarasca y/o el mantillo, corteza y oquedades de árboles, troncos, etc, todo esto durante 30 minutos. En cada punto se recolectó en bolsas plásticas, debidamente etiquetadas con la fecha, el código del hábitat y la localidad, una muestra de mantillo de un área aproximada de 1 x 1m., con el objetivo de no pasar por alto los microgasterópodos.

Análisis de resultados: Se realizarán comparaciones de la diversidad en los tipos de hábitats presentes en la zona de estudio, usando pruebas de ANOVA, para lo cual se usaron modelos lineales generales mixtos MLGM (Di Rienzo et al., 2010), desde el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2011), lo que nos permitió seleccionar el mejor modelo para nuestros datos, a posteriori se realizaron comparaciones de fisher que nos ayudó a observar cuáles grupos presentaban las diferencias significativas.

Para los indicadores se dividió el análisis en dos maneras. La primera es que la especie o grupo seleccionado disminuyera conforme lo hacia la calidad en el hábitat. Para esto se compararon los promedios de capturas o detecciones en los hábitats según el enfoque de calidad (Bosque-Ripario-Tacotal-Cafetal-Área abierta) a la par de la comparación de los promedios se obtuvo el AIC (Índice del criterio de Akaike), para saber qué grupo de datos por especie se ajustó mejor a los modelos (Fleishman et al., 2005). También se calculó el índice de indicadores de salud ambiental (ISA) según Halffter, Moreno, Pineda (2001). Este índice de corte cualitativo está basado con un gran peso en que la especie indicadora sea especialista de un hábitat, fácil de muestrear o identificar, y que su distribución y tendencia vaya de la mano de otras taxas.

4. Resultados

Aves: Se lograron detectar 6,679 individuos distribuidos en 215 especies. Las especies comunes fueron dominadas por aquellas tolerantes a la deforestación en una escala media-baja como *Chlorospingus ophthalmicus* (4.67%), pero también especies dependientes de bosque como *Henicorhina leucosticta* (5.83%). Los hábitats estuvieron distribuidos según la tabla 1, y la riqueza de esta comunidad mostró diferencias significativas ($F_{4,712}=7.32$, $p=0.001$), siendo el cafetal el que presentó mayor riqueza de especies, seguido del tacotal.

Mariposas: Se capturaron 278 individuos en 48 especies. Las especies dominantes fueron: *Satyrotaygetis gigas* (18.3%), *Ypthimoides renata* (13.3%), y *Hermeuptychia hermes* (9.7%). La riqueza de especies fue similar entre los hábitats ($F_{3,108}=1.09$, $p=0.3587$).

Moluscos: Se colectaron 42, siendo El Gobiado y Santa Maura las localidades que presentaron el número más alto de riqueza de especies (32). Las especies más comunes fueron *Habroconus selenkai* (9.8%), *Drymaeus translucidus* (8.9%), y *Leptinaria guatemalensis* (8.1%). Los hábitat de la zona norte no presentaron diferencias significativas en la riqueza ($F_{4,34}=1.83$, $p=0.1467$).

Cuadro 1. Resumen de la diversidad de especies en las comunidades. Letras distintas en la riqueza marcan la diferencia significativa ($p < 0.05$).

	Índice	Hábitat					Total
		BOSQUE	RIPARIO	TACOTAL	CAFÉ	ABIERTO	
Moluscos	Shannon H'	1.22	1.092	1.031	1.201	1.198	1.398
	Riqueza	27 ^a	24 ^a	15 ^a	22 ^a	26 ^a	42
	Shannon J'	0.853	0.791	0.877	0.895	0.846	0.861
Aves	Shannon H'	1.672	1.677	1.806	1.678	1.715	1.857
	Riqueza	120 ^{bc}	99 ^c	136 ^{ab}	141^a	87 ^c	215
	Shannon J'	0.804	0.84	0.846	0.781	0.884	0.796
Nymphalidae	Shannon H'	1.13	1.167	1.171	0.979	0	1.304
	Riqueza	23 ^a	20 ^a	24 ^a	20 ^a	0	48
	Shannon J'	0.83	0.897	0.848	0.753	0	0.776

Análisis de las especies bioindicadoras:

Las aves mostraron cinco especies las cuales tuvieron tendencia a disminuir conforme lo hacia la calidad del ecosistema. Estas especies fueron: *Basileuterus culicivorus* $p=0.001$, (AIC=123.97; siempre mostrado en paréntesis para el resto de especies en este análisis de indicadores), *Catharus mexicanus* $p=0.0003$ (100.015), *Formicarius analis* $p=0.0004$ (79.49), *Henicorhina leucosticta* $p=<0.0001$, $p=0.0008$ (50.42), *Mionectes oleagineus* $p=0.0008$ (50.42). Para todas estas especies el índice ISA propuesto se calculó individualmente teniendo todas más de 90%.

Mariposas. Una especie mostró la tendencia a disminuir conforme lo hacia la calidad del ecosistema, esta fue *Satyrotaygetis gigas* $p=0.0008$ (50.42). Se evaluó el índice ISA, con un resultado de 85% considerándola una buena especie indicadora.

Ninguna especie de caracol mostró tendencias como las presentadas para las tasas anteriores, por lo que no se evaluó estas especies individualmente.

Otro tipo de indicador que se evaluó fue el de especies que se encontraron únicamente en un ecosistema, en nuestro caso hábitat bosque, que nos permitiera inferir el grado de conservación del ecosistema por las llamadas especies únicas. Estas se reflejan a continuación.

Cuadro 2. Especies encontradas únicamente en hábitat conservados

Grupo	Especie
Moluscos	<i>Drymaeus attenuatus</i>
	<i>Euglandina obtusa</i>
	<i>Helicina oweniana</i>
	<i>Helix trigonostoma</i>
	<i>Salasiella guatemalensis</i>
Aves	<i>Dendrocincla homochroa</i>
	<i>Sclerurus mexicanus</i>
	<i>Xiphorhynchus erythropygius</i>
	<i>Dromococcyx phasianellus</i>

Se evaluó si estas especies cumplían los criterios de salud ambiental antes expuestos, sin embargo, se necesitan estudios a gran escala para comprobarlo, por lo que a la escala que se ha evaluado no lo cumplen a excepción de las dos últimas especies de aves *X. erythropigius* y *D. phasianellus*, las cuales obtuvieron 90%.

5. Conclusiones

Las especies indicadoras aquí propuestas son especies que se pueden muestrear e identificar tanto en campo como en laboratorio, y las mismas expresan como la calidad del hábitat influye en su abundancia (expresada como detección o capturas en este artículo). Especies -mejores candidatas- son aquellas que también pueden expresar los atributos de otras especies, de tal manera que den un panorama general no sólo del estado de la especie según el grado de perturbación del ecosistema, sino también cómo están otras especies, pero por el momento nos debemos enfocar en aquellas que se ajustaron mejor a los modelos usados como los son: *Mionectes oleagineus*, *Henicorhina leucosticta*, (aves) y *Satyrotaygetis gigas* (mariposas), estas especies presentan la ventaja de ser de fácil identificación por escucha y visual, y estar ampliamente distribuidas.

Los moluscos no presentaron especies que se distribuyeran de esa manera, una de las razones es la aparente discontinuidad en la distribución espacial de estas especies, lo que da como resultado que sean comunes localmente no así en todo lo amplio de su rango, esto en gran parte a que la escasa movilidad de ellos hace que no colonicen tan fácilmente nuevas áreas, sin embargo esto da como resultado que las especies tienden a mantenerse en sus hábitats "óptimos" y deja como resultado que vivan en áreas muy específicas (Cuadro 2).

Estos indicadores ayudarán a llenar los vacíos en temas de evaluación de ecosistemas, reservas, áreas de pago de servicios ambientales, y todas aquellas relacionadas al cuidado y preservación de los recursos con enfoque de manejo, ya que aportan una herramienta consensuada cuantitativamente, que puede aportar a otras ya existentes como la lista roja del IUCN, CITES.

Agradecimientos: Queremos agradecer a los técnicos de campo, Henry López, Moisés Siles, por su apoyo en la fase de campo. De igual manera reconocer el apoyo del Sr. Jerry Bauer a la conservación de los ecosistemas en Nicaragua y a este proyecto en específico, al ONG Paso Pacífico por apoyar en la logística del mismo y su trabajo en la zona, y a Don Jorge Chávez propietario de la Finca Santa Maura por su continuo aporte a la conservación en Jinotega, y finalmente a los propietarios del Reserva Silvestre Privada El Jaguar por su continuo aporte a la conservación en Nicaragua.

Referencias bibliográficas

- Arendt, W.J., M. A. Tórrez y S.J. Vílchez. (2012). Diversidad de aves en agropaisajes en la región norte de Nicaragua. *Ornitología Neotropical*, 23, 113–131.
- Barlow, J., Peres, C.A.; Henriques, L. M. P., Stouffer, P. C., & Wunderle, J. M. (2006). The responses of understory birds to forest fragmentation, logging and wildfires: An Amazonian synthesis. *Biological Conservation*, 128, 182-192.
- Di Rienzo J. A., Macchiavelli R., Casanoves, F. (2010). Modelos lineales mixtos en InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W.(2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Fleishman, E., Thomson, J. R., Mac Nally, R., Murphy, D. D., & Fay, J. P. (2005). Using indicator species to predict species richness of multiple taxonomic groups. *Conservation Biology*, 19, 1125–1137.
- Halfpeter, G., Moreno, C. E., & Pineda, E. O. (2001). Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, 80 pp.
- Harvey, C. A., Medina, A., Sánchez, D. M., Vílchez, S., Hernández, B., Saenz, J. C., Maes, J. M., Casanoves, F. & Sinclair, F. L.(2006). Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications*, 16, 1986–1999.
- Hilton G. M., Atkinson, P. W., Gray, A. L., Arendt, W. J., & Gibbons, D. W.(2003). Rapid decline of the volcanically threatened Montserrat oriole. *Biological Conservation*, 111, 79–89.
- Holdridge, L. R. (1996). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José: Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.
- Mas, A. H., & Dietsch, T. V. (2004). Linking shade coffee certification to biodiversity conservation: butterflies and birds in Chiapas, Mexico. *Ecological Applications*, 14, 642–654.
- Pérez, A. M., Sotelo, M., Ramírez, F., Ramírez, I., López, A., & Siria, I. (2006). Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Ecosistemas*, 15, 125–141.

- Philpott, S. M., Arendt, W. J., Armbrecht, I., Bichier, P., Diestch, T. V., Gordon, C., Greenberg, R., Perfecto, I., Reynoso-Santos, R., Soto-Pinto, L., Tejeda-Cruz, C., Williams-Linera, G., Valenzuela, J., & Zolotoff, J. M. (2008). Biodiversity loss in latin American coffee landscapes: Review of the evidence on ants, birds, and trees. *Conservation Biology*, 22, 1093–1105.
- Steffan-Dewenter, I., Kessler, M., Barkman, J., Bos, M., Buchori, Erasmí, S., Faust, H., Gerold, G., Glenk, K., Gradstein, S. R., Guhardja, E., Harteveld, M., Hertel, D., Höhn, P., Kappas, M., Köhler, S., Leuschner, C., Maertensi, M., Marggraf, R., Migge-Kleian, Mogeá, J., Pitopang, R., Schaefer, M., Schwarze, S., Sporn, S. G., Steingrebe, A., Tjitrosoedirdjo, S. S., Tjitrosoemito, S., Twele, A., Weber, R., Woltmann, L., Zeller, M., & Tschardt, T. (2007). Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. *PNAS*, 104, 4973–4978. doi: 10.1073/pnas.0608409104.
- Stiles, F. G. & Skutch, A. F. (1989). *A guide to the birds of Costa Rica*. Cornell Univ. Press. Utica, New York, USA.
- Tórrez, M., Arendt, W. J., & Maes, J. M. (2013). Comunidades de aves y Lepidopteros diurnos y las relaciones entre ellas en bosque nuboso y cafetal de finca Santa Maura, Jinotega. *Encuentro*, 95, 69-79.
- Vílchez, S., Harvey, C. A., Sánchez-Merlo, D., Medina, A., Hernández, B. & Taylor, R. (2007). Diversidad y composición de aves en un agropaisaje de Nicaragua. En Harvey, C. A. & Saénz, J.C. (eds). *Evaluación y conservación de Biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*, pp. 547–576. Santo Domingo de Heredia: Editorial Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Walter, M., Bobo, K. S., Sainge, N. M., Fermon, H., & Mühlenberg, M. (2005). From forest to farmland: Habitat effects on afro-tropical forest bird diversity. *Ecological Applications*, 15, 1351–1366.