

Importancia del género *Anolis* (Lacertilia: Dactyloidae), como indicadores del estado del hábitat, en bosque pluvial tropical del Chocó

Importance of the genus *Anolis* (Lacertilia: Dactyloidae), as indicators of habitat status, in tropical rain forest of Chocó

Rengifo M., Jhon; Castro-H, Fernando; Purroy, Francisco José; Rengifo P., Mayra Yulenis

 Jhon Rengifo M.

jhontailorrenfigo@gmail.com

Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ciencias Básicas y Exactas, Programa de Biología, Grupo de Investigación en Herpetología, Colombia., Colombia

 Fernando Castro-H

fernando.castro@correouvivalle.edu.co

Universidad del Valle, Laboratorio de Herpetología, Cali, Valle del Cauca, Colombia, Colombia

 Francisco José Purroy

fjpuri@unileon.es

Universidad de León, Departamento de Biodiversidad y gestión ambiental, León, España., España

 Mayra Yulenis Rengifo P.

xuxam2422@gmail.com

Universidad Tecnológica del Chocó, Facultad de Ciencias Básicas y Exactas, Programa de Biología, Grupo de Investigación en Herpetología, Colombia., Colombia

Revista Colombiana de Ciencia Animal

Universidad de Sucre, Colombia

ISSN-e: 2027-4297

Periodicidad: Bianual

vol. 11, núm. 1, 2019

reciaeditor@unisucree.edu

Recepción: 02 Octubre 2018

Aprobación: 19 Febrero 2019

Publicación: 16 Marzo 2019

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/41/4149010/>

DOI: <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n1.2019.659>

Los autores permiten a RECIA reimprimir el material publicado en él. En caso de que un autor quiera traducir o usar una publicación

Resumen: En el presente estudio se cuantificó el valor de las especies del género *Anolis* como indicadores ecológicos del estado de conservación de los hábitats usados por estas especies en una zona de bosque tropical en el departamento del Chocó. El método de relevamiento por encuentro visual (Visual Encounter Survey “VES”) fue empleado para establecer especies con mayor abundancia relativa en determinado sitio con distintos grados de cobertura vegetal en los municipios (Unión Panamericana, Certegüi, Lloro, Atrato y Quibdó), el patrón “A” son especies indicadoras de altos niveles de intervención donde se destacó *Anolis chloris* con el 88.2% de abundancia relativa, patrón “B” se referencia a las especies indicadoras de niveles medios de intervención, donde *A. latifrons* con el 75% de los individuos fueron registrados en este nivel de tolerancia y el patrón “C”, hace referencia a especies que se encuentran en áreas boscosas con un alto nivel de conservación de su estado natural, donde las especies *A. anchicayae* (92.8%) y *A. notopholis* (exclusiva) fueron las más importantes. Usando un método que combina la especificidad (exclusividad de hábitat) y fidelidad (frecuencia de ocurrencia en ese mismo hábitat), en cuanto al índice de Valor Indicador Ecológico “IndVal”, se reportaron cuatro especies indicadoras, con una diferencia estadísticamente significativa entre especies; *A. anchicayae* (IndVal: 92.9%), para áreas de bosque con muchos años de regeneración natural, *A. chloris* (IndVal: 88.2%), *A. maculiventris* (IndVal: 65.2%) y *A. granuliceps* (IndVal: 50.8%). Además, se realizó un análisis de similitud y complementariedad entre las diferentes coberturas, indicando el recambio y la exclusividad de especies entre las mismas y posteriormente se graficaron curvas de rango- abundancia. Los resultados sugieren a los *Anolis* como grupo indicador del estado de conservación de los bosques tropicales del Chocó.

Palabras clave: Detectoras, Exclusiva, Grupo, Hábitat.

Abstract: In the present study, the value of *Anolis* species was quantified as ecological indicators of the conservation status of the habitats used by these species in an area of tropical forest in the department of Chocó. The Visual Encounter Survey (VES) method was used to establish species with greater relative abundance in a given site with different levels of vegetation

parcial o completa de nuestro Diario, el autor debe obtener un permiso por escrito del editor de la revista.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NonComercial 4.0 Internacional.

coverage in the municipalities (Pan American Union, Certegüi, Lloro, Atrato and Quibdó), pattern "A" are indicator species of high levels of intervention where *Anolis chloris* stood out with 88.2% of relative abundance, pattern "B" refers to the indicator species of average levels of intervention, where *A. latifrons* with 75% of Individuals were registered at this tolerance level and the "C" pattern refers to species found in forested areas with a high level of conservation of their natural state, where *A. anchicayae* (92.8%) and *A. Notopholis* (exclusive) were the most important. Using a method that combines the specificity (exclusivity of habitat) and fidelity (frequency of occurrence in that same habitat), regarding the index of Indigenous Indicator Value "IndVal", four indicator species were reported, with a statistically significant difference between species; *A. anchicayae* (IndVal: 92.9%), for forest areas with many years of natural regeneration, *A. chloris* (IndVal: 88.2%), *A. maculiventris* (IndVal: 65.2%) and *A. granuliceps* (IndVal: 50.8%). In addition, an analysis of similarity and complementarity was carried out between the different coverages, indicating the exchange and exclusivity of species among them and later plotted abundance-range curves. The results suggest the *Anolis* as an indicator group of the state of conservation of the tropical forests of Chocó.

Keywords: Detectors, Exclusive, Group, Habitat.

INTRODUCCIÓN

La calidad del ambiente es un factor que ejerce presiones sobre los aspectos ecológicos y morfológicos de los saurios (1,2), generando diferencias entre hábitats degradados y conservados, en tamaño corporal (3), forma (4), peso (5), tamaño de puesta (6) e incluso depredación (7). Por tal razón los lagartos se han convertido en un grupo modelo en estudios ecológicos y evolutivos (8).

Algunas de las estrategias desarrolladas por este grupo de organismos para enfrentar estos efectos (transformación y pérdida de hábitat), en la modificación de su ciclo de vida y niveles de actividad y el uso del hábitat (9,10,11); mientras que en las zonas tropicales, la cantidad y frecuencia de la precipitación tienen un gran impacto en la dieta de estas especies a través de los cambios en la disponibilidad de alimento (12) y en su actividad por cambios en la cobertura del dosel (11).

Recientemente el interés por aplicar el enfoque de grupos indicadores o grupos parámetros para tener una aproximación sobre los efectos que producen los cambios en el uso de suelos y sus impactos en la diversidad de grupos particulares, sin importar el grado de conservación de los hábitat (13). Un grupo indicador es aquel que por sus características ecológicas (abundancia, densidad entre otros), puede utilizarse para evaluar atributos que son muy difíciles de medir para otros taxón, por ejemplo ser un grupo bien definidos funcional y taxonómicamente, bien representado en la región y en el sistema a estudiar, de captura fácil y estandarizable e historia natural conocida; entre otras (14). El uso de grupos parámetros como estrategia para la evaluación de la biodiversidad y los diferentes procesos que la afectan ha generado discusiones. El empleo de grupos parámetros representa un beneficio en tiempo y está dentro de las posibilidades económicas de muchas de las instituciones científicas de los países en desarrollo (15,16).

Actualmente existen tres acercamientos para utilizar grupos parámetros: (a) Indicadores de Biodiversidad que utilizan el número de especies o taxón bien conocidos para estimar el número total de especies o de otros taxones simpátricos para evaluar la biodiversidad general de un área determinada; (b) Indicadores ambientales usados para reflejar el estado del ambiente biofísico y (c) indicadores ecológicos que utilizan

especies o grupos taxonómicos que permiten determinar cambios ambientales por las diferentes actividades antrópicas y su repercusión sobre un hábitat, comunidad o ecosistema (17,18,15,19).

Con base a lo anterior es posible mencionar que debido a la actual transformación que enfrentan los ecosistemas naturales, producto de la constante intervención del hombre provocan una gran pérdida de hábitat natural; muchos grupos faunísticos son excelentes indicadores de dichos cambios producto de estas transformaciones y pueden evidenciar los efectos en los ecosistemas. Sin embargo, son pocos los acercamientos realizados por medio de reptiles, como es el caso del género *Anolis* (20). Asimismo, *Anolis* es un grupo que cumple con los parámetros para ser indicador ecológico, ya que este grupo está influenciado por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat que a la presencia o ausencia de especies vegetales particulares; permitiendo obtener información cuantitativa y cualitativa de poblaciones para evaluar la calidad de los hábitats a partir de especies en ecosistemas tropicales (21).

Según lo anterior, en la presente investigación, ha planteado conocer el valor e importancia que presentan las especies de este género, que ocurren en áreas de bosque pluvial tropical en la zona centro del departamento del Chocó#. Por este motivo se plantea la siguiente pregunta de investigación, ¿Cómo responden las especies del género *Anolis* a las diferentes condiciones que presentan los ecosistemas en zonas bosques húmedos tropicales de la región chocoana? Y como hipótesis de investigación. H: Los *Anolis* son útiles para determinar la calidad del hábitat de los bosques húmedos tropicales de la región chocoana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Las áreas estudiadas se localizan en las llanuras aluviales, colinas bajas y piedemonte cercanos al valle del río Atrato, municipios aledaños a los alrededores de Quibdó, capital del departamento del Chocó, Colombia donde se concentra la mayor pluviosidad del andén del Pacífico y donde las formaciones selváticas se encuentran entre las más biodiversas del mundo, (22,23). La selva pluvial central se localiza geográficamente a los 5°00' - 6°45' Norte y 77°15' - 76°30' Oeste, y la temperatura está dividida en dos tipos: temperatura megatermal bajo (23.5 a 25.7°C) y temperatura megatermal (25.7 a 27.9°C). El promedio de la temperatura media anual de 23.5 °C; la temperatura máxima anual es 28.7°C y la mínima promedio anual 20°C, (24).

El régimen de distribución de la precipitación es de tipo bimodal-tetraestacional con un período de mayor concentración entre abril y octubre y una época de menor concentración de lluvia desde noviembre hasta marzo con un promedio mensual de 395.5 mm. El promedio anual de la precipitación es 8558 mm, con un valor extremo en Tutunendo con 11770 mm (25,26). Según Rangel-CH et al (24) las áreas objeto de estudio están clasificadas dentro del régimen de pluviosidad alta y muy alta ubicadas en el rango 8494 – 13670 mm.

Se establecieron como áreas de estudio cinco municipios de la zona pluvial central, que presentan bosque (selva) pluvial tropical, estos fueron: el municipio de Unión Panamericana, corregimiento de Salero, el municipio de Certegui, Recta Larga, el Municipio de Lloró, Centro Multipropósito de la Universidad Tecnológica del Chocó, el municipio del Atrato, corregimiento de Samurindo y el municipio de Quibdó, Área Suburbana. Todas estas localidades son pertenecientes a la Cuenca del río Cabí. (Tabla 1, Figura 1)

TABLA 1
 Características Biofísicas de las Zonas objeto de estudio “Bosque (Selva) Pluvial Tropical (bp-T), Departamento del Chocó, Colombia.

Municipio “Puntos de Muestro”	Localización	T ° C	%	Altura	PP (mm)	Zona de Vida
Unión Panamericana “Salero”	5°22' N 76°38' W	28	90	100	7600	bp-T
Certegüi “Recta Larga”	5°41'41'' N 76°39'40'' W	28	95	43	7000	bp-T
Lloró “CMUTCH”	5°30'37'' N 76°33'15'' W	28	85	48	10000	bp-T
Atrato “Samurindó”	5°35'15'' N 76°39'15'' W	28	91,8	30	8000	bp-T
Quibdó “Urbana y Suburbana”	5°43'13'' N 76°37'40''W	26,5	87	47	12000	bp-T

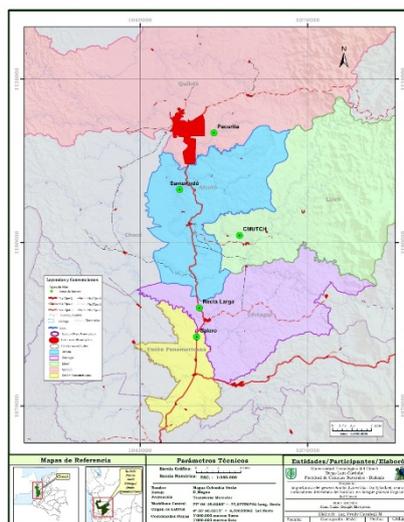


FIGURA 1
 Ubicación geográfica de los municipios de estudio, de la zona centro del departamento del Chocó–Colombia.

Se establecieron tres zonas de muestreos dentro de cada área de estudio seleccionada, caracterizados por presentar diferentes grados de intervención o zonas donde se le han aplicado diferentes tipos de uso antrópico (minería, cultivos, ganadería y extracción de madera.), y se clasificaron de acuerdo con los tipos de cobertura vegetal. Resultado de esta clasificación se trabajó en bosque secundario con 30 a 60 años de regeneración, bosque secundario temprano y área de gestión.

Bosque secundario con 30 a 60 años de regeneración. Zonas con grandes extensiones forestales que no han sido transformadas o alteradas por la actividad humana en los últimos 30 a 60 años conservando así características de la selva pluvial prístina. Generalmente estas áreas están bastante alejadas de asentamientos humanos, donde existiendo árboles de buen porte, con asociación de abundantes epífitas que ofrecen un elevado porcentaje de cobertura y con un gran número de lianas, bejucos y bromelias. En estas zonas la intensificación lumínica es baja con tendencia a presentar humedad elevada.

Bosque secundario temprano. Zonas que después de haber sido intervenidos por el hombre, ya sea para la utilización agropecuaria o extracción selectiva de madera, vuelven a recuperar su estructura natural a través de una sucesión de especies colonizadoras. Estas zonas presentan un estado transicional temprano, con menos 15 años de recuperación. Representan áreas muy homogéneas donde es común la presencia de estratos arbustivos y subarbóreo, predominando especies de la familia Melastomataceae y unos pocos árboles que superan los 20 mt de altura. Existe abundante hojarasca y bromelias, escasa densidad de bejucos y con poca intensidad de luz solar.

Área de gestión. Aquellos lugares que por su cercanía a sitios de vivienda, zonas de cultivo, fuentes de agua para uso doméstico, presentan predominio de vegetación arbustiva, helechos, árboles frutales y árboles jóvenes que no superan los 15mt de altura.

Toma de datos en campo. Se realizaron 120 días de muestreo (24 días por localidad) durante 15 meses, comprendidos entre los años 2008 a 2010, los muestreos diarios se efectuaron en horarios variables durante el día con un esfuerzo de ocho horas/hombre, repartidas en las horas de la mañana, horas de la tarde y en ocasiones, en las horas de la noche.

Los muestreos se realizaron aplicando la técnica de Encuentros Visuales, para determinar la riqueza de especies en un área y estimar las abundancias relativas de las especies en un ensamble (27). La metodología que se utilizó (28), consiste en inspeccionar diferentes tipos de coberturas abiertas vegetales, los individuos fueron capturados de forma manual, anotando los respectivos datos en el diario de campo (Fecha, hora del día, altura, ubicación geográfica, entre otros) y el registro fotográfico de los individuos colectados, a nivel dorsal, ventral, frontal y lateral (29,30).

Análisis de la información. El valor de cada una de las especies como indicadora se obtuvo mediante el algoritmo *Indicator Value* (31). Este método se ha utilizado ampliamente para cuantificar el “Valor Bioindicador” del taxón y combina medidas de la especificidad de una especie hacia un determinado hábitat y su fidelidad al mismo. Así, especies con una alta fidelidad y especificidad a un hábitat tendrá un valor indicador alto (32).

La fidelidad está dada por la siguiente fórmula:

$$A_{ij} = N_{\text{individuos}_{ij}} / N_{\text{individuos}_i}$$

Donde A_{ij} es la medida de especificidad, $N_{\text{individuos}_{ij}}$ es el número promedio de individuos de la especie i a través de los sitios del grupo j , y $N_{\text{individuos}_i}$ corresponde a la suma del número promedio de individuos de la especie i sobre el total de los grupos. El número promedio de individuo en cada conglomerado evita cualquier efecto del número de sitios en los conglomerados y respecto de la diferencia en la abundancia entre sitios que pertenecen al mismo conglomerado. A_{ij} es máxima cuando la especie i solo está presente en el conglomerado j .

La especificidad está dada por:

$$B_{ij} = N_{\text{sitios}_{ij}} / N_{\text{sitios}_j}$$

Donde, $N_{\text{sitios}_{ij}}$ es el número de sitios en el conglomerado (hábitat) j donde i está presente y N_{sitios_j} es el número total de sitios en ese conglomerado. B_{ij} es máxima cuando la especie i se encuentra en todos los sitios del conglomerado j .

Las cantidades de A y B deben combinarse por multiplicación debido a que ambas representan informaciones acerca de la distribución de las especies por lo que el valor del índice IndVal está dado por la siguiente fórmula:

$$\text{IndVal}_{ij} = A_{ij} * B_{ij} * 100$$

Donde IndVal es el valor indicador de la especie i en el conglomerado j .

El algoritmo proporciona el valor indicador en porcentaje para cada especie que va de 0% cuando no tiene cualidad a 100% o indicación perfecta para cada uno de los niveles jerárquicos. El valor del índice es máximo (100%) cuando todos los especímenes de una especie se encuentran en un sólo grupo de muestras y cuando los especímenes se presentan en todas las muestras de ese grupo. El valor de significancia estadística de cada especie se evalúa usando un procedimiento Monte Carlo de aleatorización (31,32). El método consiste en

obtener una clasificación jerárquica de las muestras (en nuestro caso cobertura vegetal). Para ello las áreas del presente estudio se agruparon según la cobertura vegetal (Bosque, Bosque secundario y Área de gestión antrópica) y para el análisis se usaron las especies con abundancias mayores a trece individuos. El análisis se realizó a nivel de especies y sólo se presentan los valores estadísticamente significativos, para este estudio los valores del IndVal entre 50% y 100% fueron consideradas como especies indicadoras y entre 25% y 50% son consideradas detectoras; estas especies son importantes porque poseen diferentes grados de preferencia para diferentes estados ecológicos y pueden usarse para detectar la dirección del cambio resultante de un disturbio sensu (33,34).

Posteriormente se realizó una curva de rango-abundancia, las cuales indican la abundancia, diversidad y equitatividad de las especies, tomando en cuenta su identidad y secuencia (35) y fueron usadas para comparar los ambientes estudiados; para graficar la curva de rango-abundancia se calculó el log (10) de la proporción de cada especie p_i (n_i / N) y estos datos se ordenaron desde la especie más abundante a la menos abundante.

De igual forma se trabajó la diversidad beta definida como la similitud de especies entre las aéreas de muestreo y se analizó mediante un análisis de agrupamiento (Cluster) utilizando el coeficiente de similitud de (36), determinando así la similitud de las especies en cada una de las aéreas estudiadas PAST. Versión 1.15 (37).

RESULTADOS

Se registraron 303 individuos empleando un esfuerzo de muestreo de 960 horas/hombre (320 h/h cada área) obteniendo un éxito de captura de 0,31 individuos/horas hombre. El género *Anolis* se encuentra representado por diez especies, de las cuales las más representativas por su abundancia fueron: *Anolis maculiventris* (38) con el 54,1% ($N = 164$), *Anolis granuliceps* (38), con 20,1% ($N = 61$) y *Anolis chloris* (38), con 11,2% ($N = 34$), estas especies en conjunto representan el 85,5% de la abundancia de la comunidad de *Anolis* registrada en este estudio, el resto de especies presentaron pocos individuos (Tabla 2).

TABLA 2
Abundancia de *Anolis* en tres coberturas vegetales en la zona centro del departamento del Chocó, Colombia.

TAXON		AREAS			ABUNDACIAS	
		Bosque	Regeneración	A. Gestión	N	%
<i>Anolis maculiventris</i>	A	21	36	107	164	54,1
<i>Anolis granuliceps</i>	B	2	28	31	61	20,1
<i>Anolis malkini</i>	C	1	1	2	4	1,3
<i>Anolis chloris</i>	D	1	3	30	34	11,2
<i>Anolis latifrons</i>	E	1	3	0	4	1,3
<i>Anolis lyra</i>	F	3	0	2	5	1,7
<i>Anolis biporcatus</i>	G	1	0	1	2	0,7
<i>Anolis anchicayae</i>	H	13	1	0	14	4,6
<i>Anolis chocorum</i>	I	6	5	0	11	3,6
<i>Anolis notopholis</i>	J	4	0	0	4	1,3
Total		53	77	173	303	100

De las diez especies reportadas en este estudio todas ocurrieron en áreas de bosque secundario con 30 a 60 años de regeneración natural. El 70% de las mismas ocurrieron en bosque secundario actual y el 60% en áreas de gestión (cultivo, minería, pastura y extracción de madera).

Las especies fueron agrupadas en patrones según el valor de importancia en determinadas coberturas vegetales. El primero (A), hace referencia a las especies que son indicadoras de altos niveles de intervención antrópica, en donde sobresale *A. chloris* con el 88,2%, lo cual indica que la mayoría de sus individuos fueron registrados en esta cobertura vegetal. El segundo (B), hace referencia a las especies que son indicadoras de niveles medios de intervención antrópica, *A. latifrons* con el 75% de los individuos registrados en estos niveles de tolerancia y el tercero (C), hace referencia a las especies que se encuentran en áreas boscosas con un alto nivel de conservación de su estado natural, donde las especies *A. anchicayae* es de 92,8% y *A. notopholis* (exclusiva) son las más importantes, (Tabla 3).

TABLA 3

Especies por cobertura vegetal, que indica el nivel de intervención en el que se encuentra la especie y porcentaje que indica valor de indicación de especies de *Anolis* en zona centro del departamento del Chocó, Colombia. (Pi) Abundancia relativa en cobertura vegetal.

Patrón	Referencia	Especies	(Pi)
Patrón A.	Consideradas indicadoras de un nivel alto de intervención.	<i>Anolis maculiventris</i>	65,2
		<i>Anolis granuliceps</i>	50,8
		<i>Anolis chloris</i>	88,2
		<i>Anolis malkini</i>	50
Patrón B.	Consideradas indicadoras de niveles medios de intervención.	<i>Anolis latifrons</i>	75
		<i>Anolis biporcatus</i>	50
		<i>Anolis lyra</i>	60
Patrón C.	Consideradas indicadoras de áreas poco intervención.	<i>Anolis anchicayae</i>	92,8
		<i>Anolis notopholis</i>	100
		<i>Anolis chocorum</i>	54,5

Según el índice de Mcgeoch et al (31) las especies *A. anchicayae* (IndVal: 92,9%) para áreas de bosque con muchos años de regeneración natural, y *A. chloris* (IndVal: 88,2%), *A. maculiventris* (IndVal: 65,2%) y *A. granuliceps* (IndVal: 51,0%) para las áreas de gestión expresando así su mayor especificidad y la fidelidad de estas especies a hábitat perturbados o transformados para procesos de gestión antrópica. Se reportan seis especies catalogadas como detectoras, ya que su IndVal está entre 50 -25% (Tabla 4).

TABLA 4

Valor indicador (IndVal) por taxón y su relación con la cobertura vegetal. DS= Desviación estándar; t= prueba de t calculada entre valores aleatorios y observados; P= Niveles de probabilidad; Coberturas vegetales: B=Bosque; AG= Área de Gestión; Categoría: I=Indicadoras.

Taxa	IndVal	Hábitat	Promedio	DS	t	P	Categoría
<i>A. anchicayae</i>	92.9	B	0,933	0,267	15.00	0,0001	I
<i>A. maculiventris</i>	65.2	AG	10,93	0,713	45.33	0,0001	I
<i>A. granuliceps</i>	51	AG	4,06	0,565	34.16	0,0001	I
<i>A. chloris</i>	88.2	AG	2,26	0,435	38.18	0,0001	I

La curva de rango-abundancia muestra una distribución de las especies en cada una de las áreas estudiadas, indicando la importancia de las especies *A. maculiventris*, *A. anchicayae* y *A. chocorum* en el área de bosque y

A. maculiventris y *A. granuliceps* en el área de bosque secundario actual, de la misma forma estas dos especies en conjunto con *A. chloris* fueron las más representativas en las áreas de gestión; indicando así la importancia de *A. maculiventris* en las tres áreas estudiadas, como ya se dijo anteriormente esta especie presenta una plasticidad en términos de hábitat, hábitos y explota principalmente sus recursos en extractos bajos, ayudado con coloración poco conspicua o criptica.

Se evaluó la representatividad de los individuos de cada especie en las diferentes coberturas vegetales en la zona centro del departamento del Chocó, encontrando que existe diferencia significativa entre estas $X^2_{79,82, gl 2, p < 0,0001}$. Dado que especies como *A. maculiventris*, *A. granuliceps* y *A. chloris* presentaron unas abundancias significativas en las zonas de estudio (Figura 2).

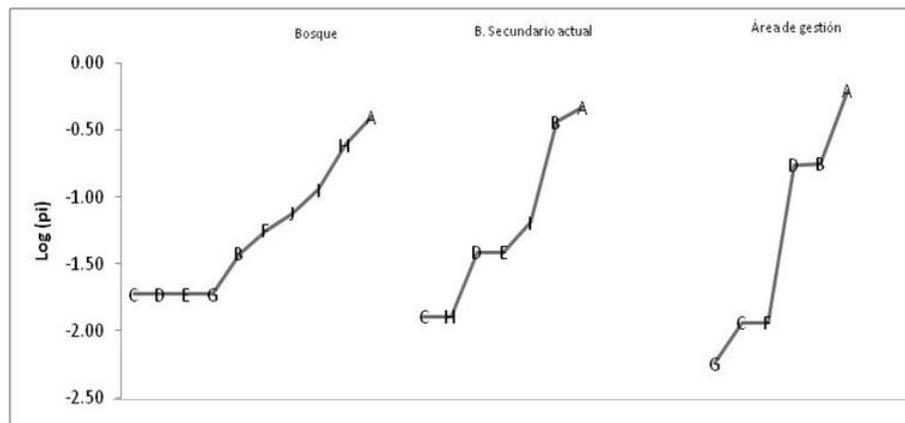


FIGURA 2

Curvas de rango-abundancias de la comunidad de Anolis en tres coberturas vegetales en la selva pluvial tropical en la zona centro del Chocó

Se pudieron observar dos grupos de afinidad teniendo en cuenta el número de especies compartidas y su respectiva abundancia, el primer grupo está conformado por las áreas I y II con un 70% entre las áreas, presentando en común siete especies, Probablemente este hecho es atribuible a que las áreas pueden llegar a compartir algunas características siendo la más probable gran parte de su cobertura vegetal ya que la segunda por ser un área en regeneración puede albergar especies que requieren condiciones no tan específicas de un bosque bien conservado, además, por la relativa cercanía de estas dos áreas los puede llevar a compartir un número de especies que su hábitat (home-range) se extiende hasta las características de las dos.

El área III es la más disímil mostrando una similitud del 55% con las áreas I y II que conforman el primer grupo en semejanza, lo cual puede ser debido al alto grado de perturbación a la que se encuentra sometida estas áreas por causa de acciones antrópicas, ya que esta áreas está conformada por cultivos, pastos, minería y alrededores de asentamientos humanos (área de gestión) por lo cual se encuentra modificada gran parte de su cobertura vegetal y obligando así a la desaparición y migración de algunas especies con condiciones particulares (Figura 3).

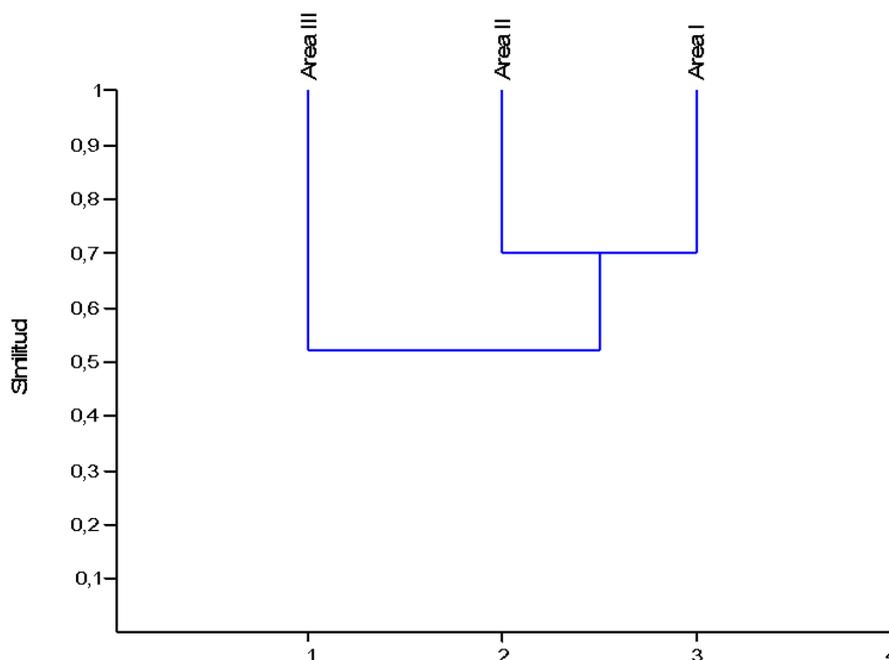


FIGURA 3

Dendrograma de similitud según el coeficiente de similitud de Jaccard, para las áreas de estudio, selva pluvial tropical, zona centro del departamento del Chocó - Colombia.

DISCUSIÓN

Los reportes arrojados por este estudio, sobre la composición, estructura, ecomorfología e información ecológica pretenden evaluar el valor de importancia ecológica de las especies del género *Anolis*, como posibles IndVal para el conocimiento del potencial indicador de cada especie, según la cobertura vegetal. En este mismo sentido, se pudo determinar que los organismos están influenciados significativamente por la heterogeneidad espacial (39,40), respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat que a la presencia o ausencia de especies vegetales particulares.

Según los datos de riqueza de especies por cobertura vegetal indican que las especies del género *Anolis* se favorecen por estructuras arbóreas donde aparentemente encuentren las condiciones para su desarrollo. Los resultados muestran que se pierde riqueza de especies a medida que aumenta el grado de alteración del hábitat. De igual forma, se registran especies con una mayor plasticidad que les permite ocupar diferentes estructuras arbóreas sin importar su estado de conservación, así como se registran especies con bajas ocurrencias en bosque y/o abundancias relativas muy bajas los bordes de senderos que se abren para investigación o para extracción de madera o productos propios de bosque conservados en el trópico (41).

Existe un recambio de especies en este género de lagartos desde las áreas boscosas hacia las áreas de gestión, mostrando una tendencia de las especies por distribuirse de forma que exploten los recursos existentes en cada tipo de hábitat estudiado, (41), que sostienen que los elementos de la vegetación (composición y estructura), en algunas especies se hacen más dominantes, hecho que resulta de mucha importancia debido a la velocidad con la que están ocurriendo estos cambios, y estas especies pueden ayudar a evidenciar los cambios ambientales y ecológicos que ocurren en los bosques tropicales (19). Con los resultados obtenidos en la presente investigación podemos proponer las siguientes especies como indicadoras de cambios en las coberturas vegetales.

A. anchicayae para áreas de bosque con muchos años de regeneración natural, *A. chloris*, *A. maculiventris* y *A. granuliceps* para el área de gestión; seis especies se catalogaron como detectoras. La importancia de estas especies radica en la facilidad de monitorear cambios en el hábitat, ya que presentan diferentes grados de fidelidad y especificidad a otros hábitats y proporcionan medios de cambios en el sistema (33).

Este trabajo presenta información cuantitativa de la forma en la que especies del género *Anolis* responden a cambios en la estructura vegetal, producto de la actividad humana. Hemos observado cómo estos animales presentan una mayor diversidad en zonas con mayor grado de cobertura arbórea y arbustiva. Según esta información consideramos que este grupo de vertebrados según la composición y estructura en las coberturas vegetales pueden medir cambios en las coberturas vegetales en los bosques tropicales, encontrando algunas especies que presentan fidelidad a algunas coberturas y estados de los bosques, como se mostró anteriormente que especies como *A. anchicayae* que puede ser casi exclusiva de bosque conservados, *A. chloris*, *A. granuliceps* y *A. maculiventris* que presentaron una alta fidelidad a áreas de gestión.

Es de resaltar que los resultados obtenidos en esta investigación se constituyen en un punto de partida para la construcción de modelos en la evaluación del estado de salud de los bosques tropicales con grupos focales no convencionales (poco usados), ya que estas contribuciones requieren de duplicar esfuerzo en nuevos estudios que permitan la validación de la forma como esta fauna puedan indicar tales cambios en los ecosistemas en el tiempo y espacio.

A partir de la información obtenida en el presente estudio es posible inferir que los bosques tropicales de la región centro del departamento del Chocó, son áreas idóneas para establecer especies indicadoras del uso del hábitat. De tal forma que en el presente estudio se obtuvieron 11 especies del género *Anolis*, tal como lo demostraron posteriores investigación (20), sumando además el registro de una especie más (*A. macrolepis*), la cual ocurre en hábitat semiacuáticos.

Agradecimientos

Se expresa agradecimientos a las comunidades asentadas en los municipios de Quibdó, Atrato, Lloró, Certegui y Unión Panamericana, en especial aquellas que se interactuó y aportaron sus conocimientos a esta investigación, al grupo de investigación en Zoología y Herpetología de la Universidad Tecnológica del Chocó y la Fundación Carolina (España).

REFERENCIAS

- Hoffman AA, Hercus MJ. Environmental stress as an evolutionary force. *Bioscience*. 2000. 50:217-226. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0217:ESAAEF\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0217:ESAAEF]2.3.CO;2)
- Lazić MM, Kaliontzopoulou A, Carretero MA, Crnobrnja-Isailović J. Lizards from urban areas are more asymmetric: using fluctuating asymmetry to evaluate environmental disturbance. *PloS One*. 2013; 8(12):1-9. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084190>
- Gómez B.A. Efecto de la urbanización en *Aspidoscelis costata costata* (Squamata: Teiidae). México: Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del estado de México; 2017.
- Tull JC, Brussard PF. Fluctuating asymmetry as an indicator of environmental stress from off-highway vehicles. *Journal of Wildlife Management*. 2007. 71(6):1944-1948. DOI: <https://doi.org/10.2193/2006-397>
- Urošević A, Ljubisavljević K, Ivanović A. Fluctuating asymmetry and individual variation in the skull shape of the common wall lizard (*Podarcis muralis* Laurenti, 1768) estimated by geometric morphometrics. *The Herpetological Journal*. 2015; 25(3):177-186.
- Endriss DA, Hellgren EC, Fox SF, Moody RW. Demography of an urban population of the Texas horned lizard (*Phrynosoma cornutum*) in central Oklahoma. *Herpetologica*. 2007; 63(3):320-331. DOI: [https://doi.org/10.1655/0018-0831\(2007\)63\[320:DOAUPO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1655/0018-0831(2007)63[320:DOAUPO]2.0.CO;2)

7. Tyler RK, Winchell KM, Revell LJ. Tails of the city: caudal autotomy in the tropical lizard, *Anolis cristatellus*, in urban and natural areas of Puerto Rico. *J of Herpetology*. 2016. 50(3), 435-441. DOI: <https://doi.org/10.1670/15-039>
8. Herrel A, Huyghe K, Vanhooydonck B, Backeljau T, Breugelmans K, Grbac I, et al. Rapid large-scale evolutionary divergence in morphology and performance associated with exploitation of a different dietary resource. *PNAS*; 2008. 105(12):4792-4795. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0711998105>
9. Fleming TH, Hooker RS. *Anolis cupreus*: The response of a lizard to tropical seasonality. *Ecology*. 1975; 56(6):1243-1261. DOI: <https://doi.org/10.2307/1934695>
10. Valtierra-azotla M, Lister B, García A, Behavioral responses to seasonality by two Sceloporine lizard species from a tropical dry forest. *Animal Biology*. 2010, 60, 97-113. DOI: <https://doi.org/10.1163/157075610X12610595764291>
11. Gienger ACM, Beck DD, Sabari NC, Stumbaugh DL. Dry season habitat use by lizards in a tropical deciduous forest of Western Mexico. *J of Herpetology*. 2002; 36(3):487-490. DOI: <https://doi.org/10.2307/1566194>
12. Stamps JA. Moisture and dry season growth rates in *Anolis aeneus*. *Copeia*. 1977; 3:415-419. DOI: <https://doi.org/10.2307/1443258>
13. Halffter G. Conservación de la biodiversidad: Un reto del fin de siglo. *Butll Inst Cat Hist Nat*. 1994; 62:137-146. URL Available in: <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000120%5C00000024.pdf>
14. Landres PB, Verner J, Thomas JW. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology*. 1988, 2:316-328. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1988.tb00195.x>
15. Halffter G, Moreno CE, Pineda E. Manual para la evaluación de la Biodiversidad en Reservas de la Biosfera. vol. 2. M&T-Manuales y Tesis: SEA, Zaragoza, España; 2001, <http://sea-entomologia.org/PDF/MTSEA02.pdf>
16. Halffter G. Tribu Scarabaeini. En: Morón MA. (ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. 2. Arganis Editio: Barcelona, España; 2003.
17. Pearson DL, Cassola F. World-wide species richness patterns of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*. 1992; 6(3):376-391. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.06030376.x>
18. Pearson DL. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. En: Hawksworth DL. (ed.). Biodiversity: Measurement and Estimation. England: Alden Press, Oxford; 1995.
19. Mcgeoch MA. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review*. 1998. 73(2):181-201. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1997.tb00029.x>
20. Pinilla-Renteria E, Rengifo-Mosquera JT, Salas Londoño J. Dimorfismo, uso de hábitat y dieta de *Anolis maculiventris* (Lacertilia: Dactyloidae), en bosque pluvial tropical del Chocó, Colombia. *Acta Biol Colomb*. 2015; 20(1):89-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n1.39109> .
21. Cuatrecasas J. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencia*. 1958. 10:221-268. DOI: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefy.570>
22. Forero E, Gentry AH. Lista anotada de las plantas del departamento del Chocó, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia: Colombia; 1989.
23. Poveda MC, Rojas CA, Ruedas A, Rangel JO. El Chocó biogeográfico: ambiente físico. En: Rangel CH. (ed.). Colombia Diversidad Biotica IV. El Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica. Instituto de Ciencias Naturales: Bogotá, Colombia; 2004.
24. Rangel-CH JO, Lowy-C PD. Tipos de vegetación y rasgos fitogeográficos. En: Leyva P. (ed.). Colombia Pacifico Tomo I. Editorial del Fondo FEN. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia: Bogotá, Colombia; 1993.
25. Eslava JA. Climatología del Pacífico colombiano. Colección Eratóstenes. Academia Colombiana de Ciencias Geofísicas: Bogotá, Colombia; 1994.

26. Rodda G, Campbell E, Fritts TA. High validity census technique for herpetofaunal assemblages. *Herpetological Review*. 2001. 32(1):24-30. URL Available in: <https://www.dropbox.com/s/u53fni71tviw7o7/HR%202001.32.1.pgs1-31R.pdf?dl=1>
27. Páez VP, Brian CB, Estrada JJ, Ortega AM, Daza JM, Gutiérrez-C PD. Guía de campo de algunas especies de anfibios y reptiles de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia, Conciencias, Universidad de Antioquia: Medellín, Colombia; 2002.
28. Aguirre G, Cazares E. Técnicas de campo para el inventario y monitoreo de anfibios y reptiles. Serie Costa Sustentable No. 1. RAMSAR, Instituto de Ecología, A.C., Conanp, US Fish and Wildlife Service: United States; 2009
29. Salgado B. La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolo y aplicaciones. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Bogotá, Colombia; 2015.
30. Dufrene M, Legendre P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*. 1997. 67:345-366. DOI: <https://doi.org/10.2307/2963459>
31. Mcgeoch MA, Van Rensburg BJ, Botes A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*. 2002. 39:661-672. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00743.x>
32. Van Rensburg BJ, Mcgeoch MA, Chuwn SL, van Jaarsveld AS. Conservation of heterogeneity among dung beetles in the Maputaland centre of endemism, South Africa. *Biological Conservation*. 1999. 88:145-153. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(98\)00109-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(98)00109-8)
33. Castro-Luna AA, Sosa VJ, Castillo-Campos G. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in Southeastern Mexico. *Animal Conservation*. 2007. 10:219-228. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2007.00097.x>
34. Feinsinger P. Diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN): Bolivia; 2004.
35. Boulenger GA. Descriptions of new South-American reptiles. *Ann Mag Nat Hist*. 1908; 8(1):111-115. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222930808692365>
36. Dunlap J, Mena C. Caracterización del Genero *Anolis* (pholychrotidae: lacertilia) en Áreas con Diferentes Grados de Intervención, Corregimiento de salero, Unión Panamericana; Chocó. [Trabajo de Grado]. Colombia: Programa de Biología con Énfasis en Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Básicas. Chocó-Colombia; 2009.
37. Rengifo JT, Castro F, Purroy F. Diversidad de una comunidad de *Anolis* (Iguania: Dactyloidae) en la selva pluvial centra, departamento del Chocó – Colombia. *Basic and Applied Herpetology*. 2014 (28)51-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.11160/bah.12004>
38. Rengifo JT. Composición y estructura de la comunidad de reptiles presente en dos zonas del bosque pluvial tropical en el departamento del Chocó. [Trabajo de Grado]. Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba: Quibdó, Colombia; 2002.
39. Rentería E. Caracterización taxonómica de la comunidad de reptiles presentes en la estación ambiental Tutunendo (EAT) Quibdó-Chocó. [Trabajo de Grado] Universidad Tecnológica del Chocó: Quibdó, Colombia; 2006.
40. Dirzo R, Miranda A. El límite boreal de la selva tropical húmeda en el continente americano. *Contracción de la vegetación y solución de una controversia*. *Interciencia*. 1991; 16:240-247.
41. Kremen C. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications*. 1992; 2:203-217. DOI: <https://doi.org/10.2307/1941776>