

## Composición de especies de aves en potreros de matrices de origen antropogénico y mixto en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán, México

María Fernanda Cepeda-González<sup>1</sup>, Griselda Escalona-Segura<sup>1</sup>, Jorge Luis Montero-Muñoz<sup>2</sup>, Martha Elena Méndez-González<sup>3</sup>, Carmen Pozo-de la Tijera<sup>4</sup> y Silvia Hernández-Betancourt<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ECOSUR Unidad Campeche, calle 10 por 61, C.P. 24000, Centro, Campeche, Campeche, México. mafercepeda@prodigy.net.mx, gescalon@ecosur.mx

<sup>2</sup> CINVESTAV Unidad Mérida, Km.6 antigua carretera a Progreso, Apdo. Postal 73, Cordemex, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México. jmontero@mda.cinvestav.mx

<sup>3</sup> CICY, calle 43 no.130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. mar@cicy.mx

<sup>4</sup> ECOSUR Unidad Chetumal, Av. Centenario Km.5.5, C.P. 77014, Chetumal, Quintana Roo, México. cpozo@ecosur.mx

<sup>5</sup> UADY, carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5, Apdo. Postal 4-116, Iztimná, C.P. 97100, Mérida, Yucatán, México. hbetanc@tunku.uady.mx

(Recibido: 4 de marzo de 2011)

**ABSTRACT.** Currently, livestock is still a widespread activity in the southeast of Mexico, disrupting areas that are still available for wildlife. Yucatan is the most deforested state in southeastern Mexico, where protected areas play an important role for biodiversity conservation. There are two kinds of pasturelands in Ria Lagartos Biosphere Reserve and its influence zone: those completely surrounded by an agricultural matrix and those bounded by a mixed matrix of agricultural lands, native vegetation and natural water bodies. We studied the avifauna of the two types of pasturelands, using 30 count points in two different areas. We analyzed the kind of matrix that surrounds pasturelands through the Surrounding Matrix Index. Then we defined two types of pasturelands: anthropogenic matrix pasturelands (AMP) and mixed matrix pasturelands (MMP). There were 3 104 individuals of 102 bird species, of which, 13,8% were exclusively found in AMPs (mostly species of open areas) and 27,4% were exclusive of MMP (mostly forest-edge species). It was also found that bird species composition differed between pasturelands MMP were the most heterogeneous. An analysis of dispersion homogeneity showed that pasturelands are different in species composition variability Differences were apparently due to matrix quality, since MMPs matrix has better quality (higher native vegetation cover) that AMPs, offering a greater variety of resources.

**RESUMEN.** Actualmente, la ganadería sigue siendo una actividad ampliamente distribuida en el sureste de México, alterando áreas que aún están disponibles para la vida silvestre. Yucatán, es el estado más deforestado del sureste mexicano, donde las áreas protegidas juegan un importante rol para la conservación de la biodiversidad. En la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos y su zona de influencia existen dos tipos de potreros: aquellos rodeados por una matriz totalmente agropecuaria y aquellos rodeados por una matriz combinada de tierras agropecuarias, áreas con vegetación nativa y cuerpos de aguas naturales. Se estudió la avifauna de los dos tipos de potreros, usando 30 puntos de conteo en dos áreas diferentes. Se analizó el tipo de matriz que rodea a los potreros por medio del Índice de Matriz Circundante (IMC), definiendo dos tipos de potreros: potreros de matriz antropogénica (PMA) y potreros de matriz mixta (PMM). Se registraron 3 104 individuos pertenecientes a 102 especies de aves. El 13,75% se encontraron de forma exclusiva en los PMA y 27,44% en los PMM. Asimismo se encontró que la composición de especies de aves fue diferente entre los potreros siendo los PMM más heterogéneos. Un análisis sobre la homogeneidad de dispersión de matrices mostró que los potreros son diferentes en la variabilidad de composición de especies. Las diferencias aparentemente se deben a la calidad de la matriz, ya que los PMM cuentan con una de mejor calidad que los PMA, pudiendo ofrecer mayor variedad de recursos.

**KEY WORDS.** Ria Lagartos Reserve, matriz quality, matriz influence, avifauna, birds.

La biodiversidad ha sido abordada desde una gran variedad de perspectivas y desde donde han surgido diversas propuestas para tratar de comprender procesos tales como extinción y recolonización. Entre las propuestas más conocidas está la de McArthur & Wilson (1967) sobre biogeografía de islas y la teoría de metapoblaciones (Levins 1969, Hanski 1999). En ambos casos se contempla a la matriz como un océano que aísla a los fragmentos de hábitat. Sin embargo, es necesario primero definir el concepto de matriz. Se considera que la matriz es el elemento que excede la suma de las áreas de todos los demás elementos, conectando y rodeando los elementos independientes y que tiene la mayor influencia sobre la dinámica del paisaje (Forman & Godron 1986, Aberg *et al.* 1995). Bajo dicho concepto es necesario llevar a cabo una reevaluación de la importancia de la matriz. No todas las matrices son océanos en el sentido del total aislamiento de los fragmentos, sino que dentro de ésta se pueden llevar a cabo procesos importantes para los fragmentos y para el paisaje mismo. Por lo tanto es importante indagar el grado en que la matriz se aproxima al clásico océano de la biogeografía de islas y cuáles serían las posibles consecuencias cuando no es así (Vandermeer *et al.* 2001). En este sentido, Ricketts (2001) plantea que aunque los hábitats terrestres suelen estar rodeados de un mosaico complejo de otros tipos de coberturas, con o sin influencia antropogénica, cada tipo de cobertura presenta diferente resistencia al movimiento de individuos entre fragmentos, por lo que estos se verán más o menos aislados dependiendo, no sólo de la distancia entre ellos, sino del tipo de matriz presente. Por ello, es posible plantear algunas consecuencias de cuando la matriz no representa un océano que aísla a los fragmentos: mayor movimiento de especies de un fragmento a otro, mayor rango de hogar para especies de amplia capacidad de desplazamiento, uso de diversos tipos de hábitat por una misma especie, etc. Obviamente las consecuencias variarán de acuerdo a las capacidades y requerimientos de cada especie.

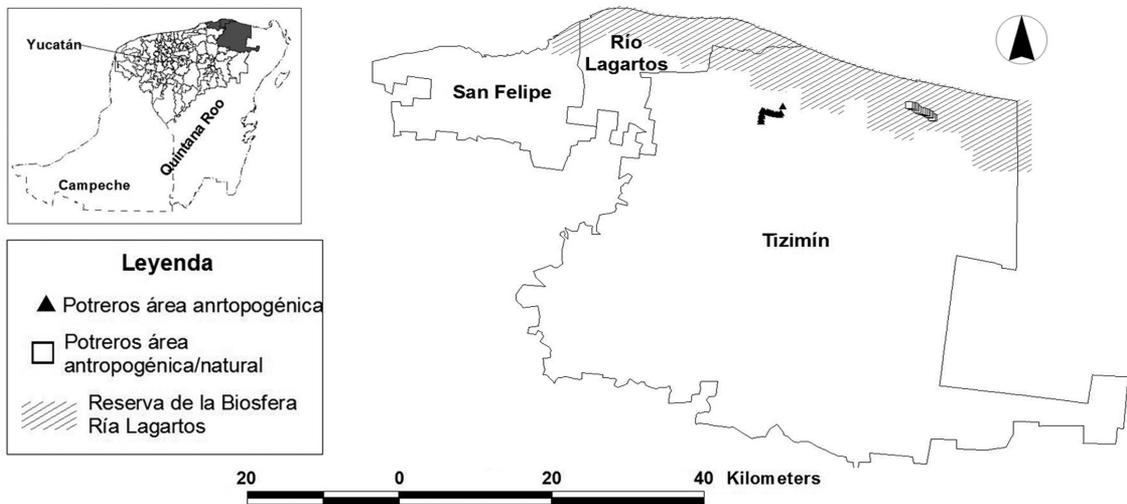
La influencia de la matriz varía de acuerdo a la calidad de la misma. Existen matrices de alta calidad y otras que verdaderamente se convierten en océanos inhóspitos para las especies terrestres. Para el caso de éstas últimas, la matriz representa una barrera que convierte al fragmento en una isla, imposibilitando que las especies dentro de éste

puedan hacer uso de otros fragmentos o elementos presentes en la matriz. Así, las matrices de alta calidad brindan a las especies, oportunidades de uso de los recursos presentes en diversos tipos de hábitats. Suelen ser heterogéneas con mayor presencia de cobertura vegetal nativa y menores extensiones de coberturas agropecuarias, por lo que permite la dispersión de los individuos de un fragmento a otro.

En años recientes se reconoce la importancia de la matriz en la distribución de especies. Dependerá de lo abrupto del borde, que éste se llegue a convertir en un “cuello de botella” impidiendo la dispersión hacia afuera o, por el contrario, que sea suave y gradual, promoviendo que los individuos puedan dispersarse mejor (Haynes & Cronin 2003). Especies con altos requerimientos de hábitat, baja capacidad de dispersión y alta especialización percibirán a las zonas agropecuarias como altamente hostiles. Por otro lado, la matriz puede proveer hábitats alternativos y permitir la “invasión” de otros fragmentos. Así, la composición de la matriz en el paisaje también puede determinar la extensión del borde, área y los efectos de aislamiento sobre los fragmentos (Rodewald 2003).

En un paisaje, el uso del suelo, tiene efectos sobre la riqueza y abundancia de fauna en los fragmentos cercanos (Rodewald 2003). En el caso en donde los usos representan la sustitución total de la cobertura nativa (desarrollos urbanos, pastizales, agricultura) la riqueza y abundancia de las especies de fauna originales disminuirá notablemente, ya que representa la pérdida de su hábitat. Es probable que otras nuevas especies, nativas o exóticas, lleguen a habitar dichas áreas, pero no por ello estarán contribuyendo con diversidad representativa del lugar original. Otros usos como la silvicultura, no representan la sustitución del hábitat, sino su alteración por lo que diversidad del área se verá menos afectada, pudiendo ser que aquellas especies sensibles sean las que tiendan a desaparecer. Por ello, el análisis de la importancia de la matriz en un paisaje, ha ido creciendo.

En este trabajo, el enfoque muestra otra perspectiva, más *ad hoc* a los retos que enfrenta la conservación y el manejo, ya que el estudio no se centra en los fragmentos de hábitat, sino en los potreros como elementos que también están involucrados en la dinámica del paisaje y que son utilizados por diversas especies de aves. Así,



**Figura 1.** Ubicación de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos y los puntos de conteo de aves, Yucatán, México.

la hipótesis que se plantea es que los dos tipos de potreros estudiados presentan una composición de especies diferente. Los potreros con mayor Índice de Matriz Circundante (IMC-que es una representación numérica del tipo de matriz que rodea a los sitios de muestreo, yendo desde coberturas vegetales nativas hasta antropogénicas) presentan mayor heterogeneidad que los potreros con menor IMC.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Sitio de estudio.** Este estudio se llevó a cabo en un período de 12 meses (mayo de 2008 a abril de 2009) en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos (RBRL), Yucatán, México. La RBRL se localiza en la costa noreste del estado de Yucatán (en las coordenadas extremas  $21^{\circ} 37' 29,56''$ - $21^{\circ} 23' 00,96''$  N;  $88^{\circ} 14' 33,35''$ - $87^{\circ} 30' 50,67''$  O) en los municipios de San Felipe, Río Lagartos y Tizimín, colindando al este con el estado de Quintana Roo (Fig. 1). Presenta cinco tipos de vegetación natural: manglar, matorral de duna costera, selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia y selva inundable. También posee áreas de pastizales sembrados para ganado (potreros) y vegetación secundaria de diferentes edades, derivada del abandono de potreros o zonas quemadas o afectadas por eventos naturales que se encuentran en proceso de regeneración natural. Según SEMARNAT (2007), 53,6% de la extensión de la reserva es de coberturas vegetales nativas (selvas,

manglares, petenes, matorral de duna costera), 22,1% de cuerpos de agua (charcas salineras, ría, cenotes), 15,4% de áreas antropogénicas (asentamientos humanos, tierras agropecuarias y pastizales inundables), 5% de vegetación secundaria (de diferentes edades) y 3,9% de playas y blanquizales. Mientras que en su zona de influencia (58 067,9 ha) las coberturas vegetales nativas ocupan 48,5%, las áreas antropogénicas 42,7%, los cenotes 0,3%, la vegetación secundaria 8,5% y playas 0,3% (Vega-Moro & Cepeda-González 2006). La precipitación mensual promedio es de 55,42 mm y se distinguen dos temporadas: secas y lluvias, siendo el mes más seco mayo y el más lluvioso septiembre. Es un área costera por lo que está expuesta a huracanes (julio a noviembre) y nortes (noviembre-marzo). La superficie total de la RBRL es de 60 347,83 ha, con seis zonas núcleo con una superficie total de 23 681,56 ha y zona de amortiguamiento que posee una superficie total de 36 666,27 ha (SEMARNAT 2007).

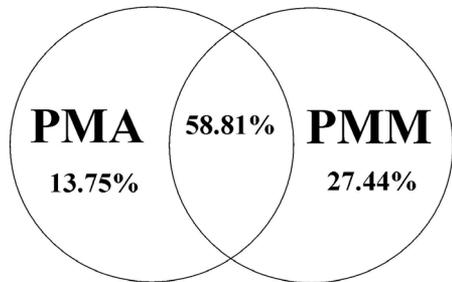
**Método de muestreo.** Se realizó la observación de aves en 30 puntos de conteo, seleccionando dos áreas de potreros: 15 puntos en un área totalmente agropecuaria (área colindante con la reserva) y 15 puntos en un área con vegetación natural y agropecuaria (área dentro de la reserva, Fig. 1), separados entre sí por lo menos por 350 m (se recomienda como mínimo 250 m de separación, Ralph, *et al.* 1993). En cada punto se registraron las aves observadas en un radio de 25 metros por 10 minutos (especie y número de individuos), tanto

especies migratorias como residentes. Cada punto fue visitado una vez al mes por 12 meses.

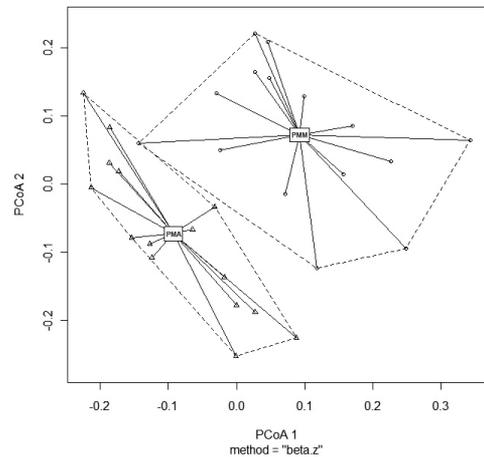
**Índice de Matriz Circundante (IMC).** Este índice se creó realizando un análisis de imágenes LANDSAT de 2008 (SPOT 5 J-2A). En cada punto se registró la cobertura vegetal en cada una de las direcciones cardinales (norte, sur, este y oeste) en cinco distancias específicas: colindancia inmediata, 500, 1 000, 2 500 y 5 000 metros. Cada tipo de cobertura vegetal recibió un puntaje: coberturas vegetales antropogénicas (cerca viva, potrero, suelo desnudo, vegetación secundaria de menos de 5 años) 0 puntos; vegetación natural (duna costera, manglar, selva, vegetación secundaria de más de 5 años) o cuerpos de agua 1 punto. Posteriormente se promediaron las calificaciones de los puntos cardinales en todas las distancias para cada punto, obteniendo un índice que va de 0 a 1, siendo 0 vegetación antropogénica y 1 vegetación natural. Aquellos potreros rodeados por coberturas vegetales antropogénicas se definirán como Potreros de Matriz Antropogénica (PMA) y los potreros que contienen ambos tipos de coberturas (naturales y antropogénicas) se denominarán como Potreros de Matriz Mixta (PMM).

**Análisis estadístico.** Con el objetivo de observar el patrón de agrupamiento de los puntos de muestreo calificados por el valor del IMC se aplicó un Análisis de Conglomerados, utilizando el índice métrico con distancia Euclidiana, la cual considera el cero como un valor real (Legendre & Legendre 1998); en este estudio el valor cero tiene una interpretación directa para el índice. Como método de agrupamiento jerárquico se seleccionó el valor promedio (Sokal & Michener 1958), el cual es el método más simple y exitoso en numerosas aplicaciones.

Para estimar la variación en la composición de especies de aves entre los dos tipos de potreros se utilizó el enfoque de ANOVA multivariada permutada (usando 999 permutaciones) basada en una matriz de distancia construida con el índice de Bray-Curtis, usando la subrutina ADONIS; esta prueba mide la diferencia en la composición de especies entre sitios. También se evaluó la variación en la composición de especies en cada uno de los tipos de potreros; esta prueba se realizó con la subrutina BETADISPER, la cual es análoga a una prueba de homogeneidad de varianza de Levine. Ambas subrutinas pertenecen al paquete Vegan (Oksanen *et al.* 2009) del programa R (Development Core Team 2009). Para evitar la correlación temporal se utilizó el total de los datos de cada punto.



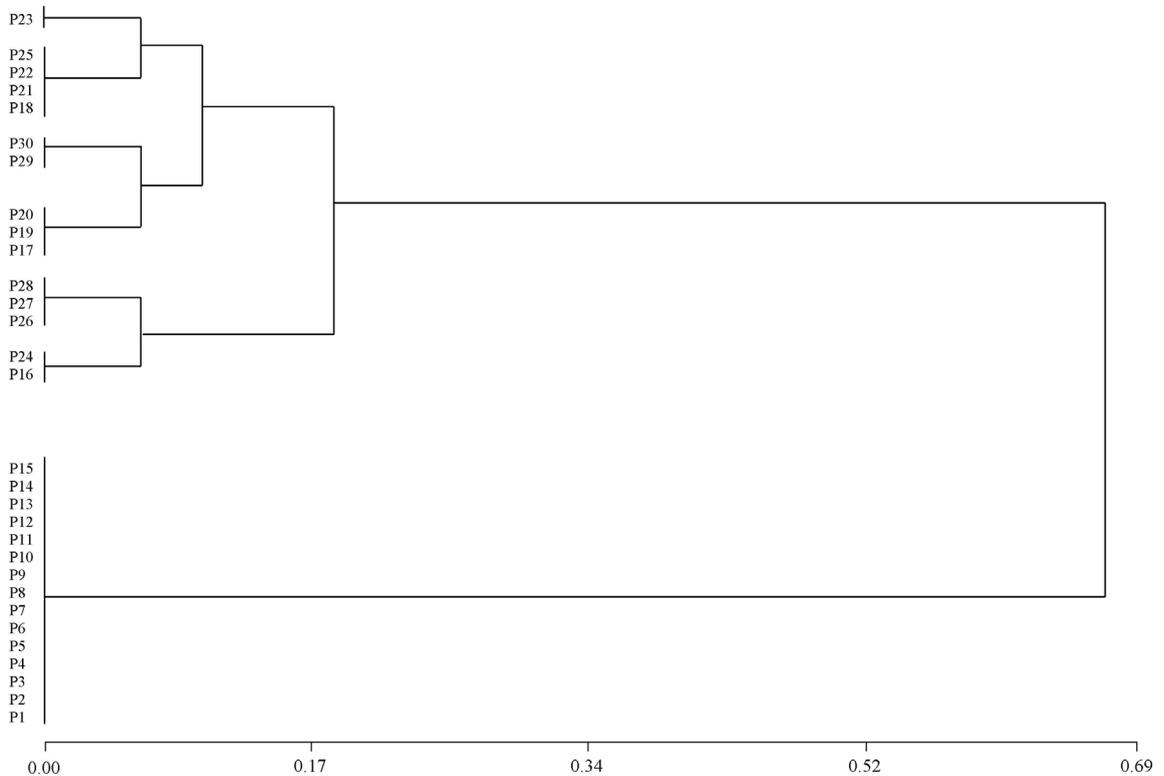
**Figura 2.** Porcentaje de especies de aves encontradas en común y de forma exclusiva en ambos tipos de potreros (PMA= potreros de matriz antropogénica, PMM= potreros de matriz mixta).



**Figura 3.** Gráfico "spider-plot" que muestra los resultados del análisis de dispersión multivariada de homogeneidad de matrices, donde se muestran diferencias ( $F_{1,28}=15,89$ ,  $p=0,00044$ ) en la variación de la composición de especies entre los dos tipos de potreros PMA y PMM (PMA= potreros de matriz antropogénica, PMM= potreros de matriz mixta; los ejes se expresan en Coordenadas Principales).

## RESULTADOS

**Monitoreo de puntos de observación.** Se registraron 3 104 individuos pertenecientes a 102 especies, de las cuales 28 se encontraron exclusivamente en los PMM, 14 en los PMA (cuadro 1) y las demás en ambos (cuadro 2, Fig. 2). La mayoría de las especies



**Figura 4.** Análisis de conglomerados para el IMC de los potreros en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos (correlación cofenética=0,972).

encontradas únicamente en los PMA prefieren las áreas abiertas (e.g. *Myiarchus tuberculifer*), mientras que la mayoría de las especies encontradas únicamente en los PMM prefieren la selva (e.g. *Campylorhynchus yucatanicus*) (cuadro 3).

Se encontraron diferencias significativas en la riqueza de especies entre los dos tipos de potreros ( $F_{1,28}=3,11$ ,  $p=0,0049$ , Fig. 3), mostrando que los PMM poseen mayor riqueza que los PMA. Asimismo, presentaron diferencias en la composición de especies ( $F_{1,28}=15,89$ ,  $p=0,00044$ ). Sin embargo, las diferencias en la diversidad de especies entre los PMM y los PMA no son solamente cuantitativas sino también cualitativas. En los PMA se encontraron dos especies bajo Protección Especial según la NOM-059-SEMARNAT-2001: *Zenaidura macroura* y *Eucometis penicillata*, una especie listada en el Anexo III de CITES: *Ardea alba* y una especie en la Lista Roja de IUCN: *Passerina ciris*. Sin

embargo, para el caso de los PMM son cuatro las especies bajo Protección Especial y una en peligro de extinción: *Buteogallus urubitinga*, *Aratinga nana*, *Troglodytes aedon*, *Icterus spurius* y *C. yucatanicus*, respectivamente. Asimismo, se registraron cinco especies listadas en los anexos de CITES: *Ortalis vetula*, *Bubulcus ibis*, *B. urubitinga*, *A. nana* y *Amazona albifrons*. Otras dos especies se encuentran listadas en la Lista Roja de IUCN: *C. yucatanicus* y *Melanoptila glabrirostris*.

Existen muchas otras especies registradas en la reserva, pero que no fueron detectadas en los potreros, algunas de estas especies son: *Campephilus guatemalensis*, *Hylocichla mustelina*, *Meleagris ocellata*, *Ramphastos sulfuratus*, *Protonotaria citrea*, *Sittasomus griseicapillus*, *Trogon collaris* y *Veniliornis fumigatus*.

**IMC.** Los ámbitos de clasificación del IMC se establecieron de acuerdo al cuadro 4. En el análisis de conglomerados (correlación cofenética=0,972) se encontraron dos grandes grupos (Fig.

4), uno corresponde a los 15 puntos en la zona antropogénica, denominados potreros de matriz antropogénica (PMA) y los otros 15 puntos denominados potreros de matriz mixta (PMM). Los primeros 15 obtuvieron un valor de 0 en el IMC y los segundos obtuvieron valores que van de 0,5 a 0,8125 en el IMC con un coeficiente de variación de 15,26%. Es importante enfatizar que en el caso de los PMA la presencia de árboles era mínima, mientras que en el caso de los PMM había mayor presencia de árboles dentro de los potreros mismos.

## DISCUSIÓN

La conversión de los bosques tropicales a tierras agropecuarias, en particular potreros, altera notablemente la composición de la comunidad de aves y reduce la diversidad de vida silvestre. Estos efectos se derivan, en gran parte, a la actividad misma del ganado, que al pastorear y transitar por un área remueve cobertura vegetal, compacta el suelo que a su vez disminuye la filtración del agua, entre otros. Además, existe una gran cantidad de efectos directos e indirectos que, finalmente recaen en la biodiversidad del sitio (Saab & Petit 1992).

Estos mismos autores encontraron una mayor riqueza (2 a 4 veces mayor) de especies de aves residentes en áreas boscosas que en potreros, asimismo, 1,5 veces mayor riqueza de especies de aves migratorias en zonas boscosas. A pesar de que existen una gran variedad de estudios (*e.g.* Lynch 1989, Robbins *et al.* 1989) donde se plantea que algunas especies de aves migratorias prefieren las zonas agropecuarias, Saab & Petit (1992) enfatizan que dicha preferencia sucede cuando la intensidad del manejo disminuye, por lo que las zonas agropecuarias intensivas no son las áreas que prefieren.

Lo anterior muestra el gran impacto que llegan a tener las tierras agropecuarias sobre las aves. Cuando se plantea que una matriz es de carácter antropogénico, es decir que las tierras son predominantemente agropecuarias, el efecto que se espera tener sobre la diversidad de aves en el paisaje es drástico. Así, la calidad de la matriz puede ser determinante para la diversidad de avifauna en un paisaje, como es el caso de este estudio.

En la RBRL, es claro el efecto de la matriz que rodea a ambos tipos de potreros en los que se

trabajó. Para el caso de los PMM, según el IMC, la calidad de la matriz es mejor que en los PMA, ya que estos últimos están rodeados, por lo menos en cinco kilómetros, de potreros únicamente, mientras que en los PMM, la matriz se compone de potreros y vegetación nativa (manglares, selvas, petenes, etc.). La influencia de la matriz la explican Vandermeer *et al.* (2008) quienes resaltan que, a pesar de que las especies encontradas en ésta pueden ser muy diferentes a aquellas encontradas en los fragmentos, la matriz puede contener especies fugitivas u oportunistas que hacen uso de los recursos presentes, por lo que dependerá de su calidad la oferta de dichos recursos y el tipo de especies que contenga. Asimismo, destacan la importancia de aquellas matrices de "alta calidad" para la conservación de la biodiversidad. Esta perspectiva ayuda a comprender la importancia de la matriz en el caso la RBRL, donde las diferencias de la calidad de la matriz son notables y, aparentemente esto influye en las especies de aves presentes en ambos tipos de potreros. Asimismo, dichos autores explican que un aspecto relacionado con la biodiversidad es que la matriz, en sí misma, puede proveer de refugio a especies que de otra manera podrían extinguirse a causa de la pérdida de hábitat. Además es posible las especies asociadas a áreas abiertas (claros) o bordes de selva se vean beneficiadas por aspectos como la fragmentación (Vázquez-Pérez *et al.* 2009), por lo que las matrices de baja calidad les ofrecerían recursos adecuados.

La diferencia en la calidad de la matriz puede ser la razón por la que se presentan variaciones en la composición de especies en ambos potreros. Para el caso de los PMA, estos presentaron una mayor homogeneidad en la composición de especies de aves y donde la mayoría de las que se encontraron exclusivamente en este tipo de potreros prefieren áreas abiertas, es decir, se asocian a áreas perturbadas (*e.g.* *Elaenia flavogaster*, *Camptostoma imberbe*) en tanto que en los PMM sucede lo contrario, ya que la variación de especies fue mayor y la mayoría de las especies exclusivas de éstos prefieren bosques, como es el caso de (*e.g.* *Pachyrhamphus aglaiae*, *O. vetula*). Esto apoya la idea de que la matriz es la principal razón de las diferencias en la composición de especies de los potreros, ya que es lógico que en los PMA, dada la baja calidad de la matriz, no permite albergar especies que tengan requerimientos de hábitat más exigentes. Además, las diferencias detectadas

en la variación de la composición de especies entre potreros, sugiere la diferencia en espacios del nicho ecológico que son utilizados por una mayor cantidad de especies en los potreros con mayor variabilidad de cobertura vegetal. Para los PMM, dado que la calidad de la matriz es mejor y más heterogénea, permite albergar especies con requerimientos de hábitat más exigentes (*e.g.* *C. yucatanicus*, *Tityra inquisitor*, *Chloroceryle aenea*), a su vez, estas especies tienen la oportunidad de incursionar en los potreros haciendo uso de ese tipo de espacios, aunque no cumplan sus requerimientos de hábitat por sí solos, ya que aunque no viven en ellos, los usan como zonas de forrajeo, como el caso de los halcones y águilas. Estas especies pueden ser consideradas especies de borde (Sisk *et al.* 1997), ya que pueden hacer uso tanto de la matriz como de los potreros.

De las especies registradas en la reserva y que no fueron registradas en ninguno de los dos tipos de potreros suelen ser especies son de bosque, por lo que su incursión a potreros podría ser incidental o incluso nula. Probablemente esta situación es semejante para otras especies de bosque cuyos requerimientos de hábitat son más exigentes, lo que convierte a los potreros, para dichas especies, en barreras que interrumpen la continuidad de su hábitat natural, sin importar el tipo de matriz que les rodee y creando zonas aisladas conforme avanza la frontera agropecuaria.

Sin embargo, dado que para las especies de fauna, la cobertura vegetal es fuente de recursos y refugio, en un paisaje heterogéneo existen más dimensiones del nicho alimenticio lo cual favorece al aumento de mayor diversidad, esto promueve que exista una gran variedad de especies de fauna con diversos requerimientos de hábitat (Fernández 2008). Sin embargo, aunque la heterogeneidad en el paisaje promueve una mayor diversidad, no por ello se debe de propiciar la heterogeneidad del paisaje de forma artificial, ya que toda perturbación altera las poblaciones naturales. Asimismo, las perturbaciones de baja intensidad, es decir, aquellas que no eliminan las coberturas vegetales nativas, evitan la dominancia que promueven las perturbaciones de alta intensidad, especialmente de especies invasoras o plaga como el zanate (*Quiscalus mexicanus*). En zonas ganaderas es normal encontrar una gran dominancia de gramíneas. Este es el caso de los potreros dentro de la RBRL y su zona de influencia. Las zonas

de potreros han sustituido a la vegetación nativa por pastos. Esto implica que la disponibilidad de los recursos y refugio que brindaba la vegetación nativa ha desaparecido, pero ahora brinda otro tipo de recursos que pueden ser aprovechados por aquellas especies que prefieren áreas abiertas y que no requieren un hábitat de buena calidad (*e.g.* *Troglodytes aedon*, *Dendroica fusca*, *Vireo magister*). Bojorges-Baños & López-Mata (2006) plantean que la riqueza y abundancia de especies de aves se encuentra fuertemente relacionada con la riqueza y diversidad de especies de plantas, por lo que es posible comprender que la sustitución de coberturas nativas por pastos, conlleva la pérdida de la riqueza y abundancia de especies de plantas de las que las aves de bosque dependían para su alimentación y refugio. Sin embargo, dichos autores plantean que para lograr la conservación de una mayor diversidad de especies de aves, habría que incorporar y mantener áreas, de diversas formas y tamaños, de vegetación en diferentes fases de regeneración. Lo anterior podría ser riesgoso cuando se logre conservar grandes áreas de bosques maduros, donde, con la justificación del mantenimiento de una mayor diversidad se busquen alterar áreas para someterlas a procesos de regeneración. Por ello, es importante enfatizar que los bosques maduros, aunque pueden contener menor diversidad, la identidad de las especies presentes es relevante en la evaluación de la "calidad de la biodiversidad" que se conserva.

Así, cuando se analiza la diversidad con el fin de conocer la salud ambiental o para tomar decisiones de conservación, no sólo se debe de interpretar la diversidad *per se*, sino el tipo de especies que conforman a cada ensamble, es decir, la identidad de las mismas. En el caso de los potreros de la RBRL, es claro que existen diferencias en la composición de especies, pero dada la existencia de especies exclusivas en cada clase de potrero, el tipo de especies presentes es de gran importancia, ya que demuestra que, para el caso de los PMM, la matriz está aportando especies que dependen de áreas de bosque pero que a su vez, pueden hacer uso de los recursos que ofrecen los potreros, mientras que en los PMA, es nula la presencia de especies que dependan del bosque en cualquier nivel, ya que la matriz no ofrece la alternativa de la presencia de fragmentos de coberturas nativas. Por ello, contrario a lo

que plantean Bojorges-Baños & López-Mata (2006), se debería considerar que los paisajes naturalmente heterogéneos pueden ser altamente diversos, no así, aquellos donde la heterogeneidad se deriva de actividades antropogénicas, ya que estas perturbaciones pueden llevar a la pérdida de especies con requerimientos de hábitat de alta calidad, aunque aumente el número y/o abundancia de otras especies con requerimientos menos exigentes. El manejo de la matriz puede ser una forma de lidiar con la fragmentación en el paisaje (Vandermeer & Carvajal 2001).

Es importante considerar que la calidad de la matriz es sólo uno de diversos factores que son cruciales para la conservación de la diversidad. Existen otros factores tales como la calidad del hábitat mismo (Haynes & Cronin 2003), tipo de borde, distancia con otros fragmentos (Aberg *et al.* 1995), composición de la matriz (Ricketts 2001), efecto de borde (Sisk *et al.* 1997), escala (Edenius & Sjöberg 1997), entre otros. También es posible que en ciertos paisajes no se detecten los efectos de la matriz y podría deberse a que los efectos comienzan a notarse cuando se pierde equilibrio en la misma, es decir, cuando en un ambiente fragmentado, las coberturas antropogénicas sobrepasan la extensión de las coberturas nativas.

**Implicaciones para el manejo:** Para fines de manejo, las ventajas de diversidad que brindan los paisajes heterogéneos son relevantes. Para paisajes como los de la RBRL, donde es prácticamente imposible eliminar la actividad humana y por ende, los efectos antropogénicos en la matriz, el mantenimiento de matrices de buena calidad es importante para la conservación de la avifauna. Esta buena calidad puede mantenerse en aquellas áreas donde los potreros aún no han eliminado a las coberturas nativas de forma total, sino que se han insertado entre ellas, creando paisajes más heterogéneos pero de manera balanceada con las necesidades de conservación del área (zona de PMM). Sin embargo, como ya se ha demostrado, en esta misma reserva y su zona de influencia, existen otras zonas donde la matriz ya es de muy mala calidad, donde los potreros han sustituido por completo a las coberturas nativas (zonas de PMA). En estas áreas, la creación de un paisaje heterogéneo será de mayor dificultad, pero es posible, promoviendo un mejor manejo de potreros, insertando elementos que aumenten la riqueza y

abundancia de especies de plantas, particularmente árboles y, permitiendo que existan áreas sujetas a regeneración natural, creando una matriz de mejor calidad, al ofrecer fragmentos de vegetación nativa en diferentes estados de sucesión. Así, aunque los paisajes naturalmente heterogéneos son más sanos que aquellos antropogénicos, se lograría una mejor convivencia de las actividades antropogénicas y la conservación de los recursos naturales, siempre que se consideren las características particulares de cada paisaje y los recursos (materiales, económicos, humanos y de tiempo) disponibles.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco el constante apoyo del personal de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, quienes han colaborado para que este trabajo se pudiera llevar a cabo, particularmente a René Kantún Palma y a Miguel López. También agradezco al CONACYT por la beca otorgada (214981/208280) y al El Colegio de la Frontera Sur por la beca otorgada para la conclusión del trabajo de tesis que dio lugar al presente manuscrito.

### LITERATURA CITADA

- Aberg, J., G. Jansson, J. E. Swenson & P. Angelstam. 1995. The effect of matrix on the occurrence of hazel grouse (*Bonasa bonasia*) in isolated habitat fragments. *Oecologia* 103: 265-269.
- Bojorges-Baños, J. & L. López-Mata. 2006. Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 235-249.
- CITES 2010. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Base de datos de especies de la CITES 2010. En: [www.cites.org/esp/resources/species.html](http://www.cites.org/esp/resources/species.html) (diciembre 2010).
- Development Core Team. 2009. R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>
- Edenius, L. & K. Sjöberg. 1997. Distribution of birds in natural landscape mosaics of old-growth forests in northern Sweden: relations to habitat area and landscape context. *Ecography* 20: 425-431.

- Fernández, R. 2008. Ecología para la agricultura. Mundi-Prensa. Madrid, España. 223 pp.
- Forman R. & M. Godron. 1986. Landscape ecology. Wiley. Nueva York, EE.UU.A. 619 pp.
- Hanski, I. 1999. Metapopulation ecology. Oxford University Press. Oxford, Gran Bretaña. 328 pp.
- Haynes, K. & J. Cronin. 2003. Matrix composition affects the spatial ecology of a prairie planthopper. *Ecology* 84: 2856-2866.
- IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.3. En [www.iucnredlist.org/apps/redlist/search](http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/search) (diciembre 2010).
- Legendre P. & L. Legendre 1998. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam, Holanda. 853 pp.
- Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of Entomological Society of America* 15: 237-240.
- Lynch, J. 1989. Distribution of overwintering nearctic migrants in the Yucatan Peninsula, I: general patterns of occurrence. *Condor* 91: 515-544.
- MacArthur, R. & E. Wilson. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press. Nueva Jersey, EE.UU.A. 203 pp.
- Oksanen, J., R. Kindt, P. Legendre, B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M.H. Stevens & H. Wagner. 2009. Vegan: idem Community ecology package. R Package Versión 1.15-3, <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Ralph, J., G. Geupel, P. Pyle, T. Martin & D. Desante. 1993. Handbook of Field Methods for Monitoring Landbirds. United States Department of Agriculture Forest Service. Pacific Southwest Research Station. EE.UU.A. 41 pp.
- Ricketts, T. 2001. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist* 158: 87-99.
- Robbins, Ch., J. Sauer, R. Greenberg & S. Droege. 1989. Population declines in North American birds that migrate to the Neotropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 86: 7658-7662.
- Rodewald, A. 2003. The importance of land uses within the landscape matrix. *Wildlife Society Bulletin* 31: 586-592.
- SEMARNAT. 2007. Programa de conservación y manejo de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. D.F., México. 203 pp.
- Saab, V. & D. Petit. 1992. Impact of pasture development on winter bird communities in Belize, Central America. *Condor* 94: 66-71.
- Sisk, T., M. Haddad & P. Ehrlich. 1997. Bird assemblages in patchy woodlands: modeling the effects of edge and matrix habitats. *Ecological Applications* 7: 1170-1180.
- Sokal, R. R. & C. D. Michener. 1958. A statistical methods for evaluating systematic relationships. *University of Kansas Science Bulletin* 38: 1409-1438.
- Vandermeer, J. & R. Carvajal. 2001. Metapopulation dynamics and the quality of the matrix. *American Naturalist* 158: 211-220.
- Vandermeer, J., B. Hoffman, S. Krants-Ryan, U. Wijayratne, J. Buff & V. Franciscus. 2001. Effect of habitat fragmentation on gypsy moth (*Lymantria Dispar* L.) dispersal: the quality of the matrix. *American Midland Naturalist* 145: 188-193.
- Vandermeer, J., I. Perfecto, S. Philpott & M. J. Chappell. 2008. Reenfocando la conservación en el paisaje: la importancia de la matriz. In C. Harvey & J. Sáenz (ed.). Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Instituto Nacional de Biodiversidad. San José, Costa Rica. Pp. 75-104
- Vázquez-Pérez, J. R., P. L. Enríquez & J. L. Rangel-Salazar. 2009. Diversidad de aves rapaces diurnas en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:203-209.
- Vega-Moro, A. & M. F. Cepeda-González (compiladores). 2006. Planeación para la Conservación de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Colaboradores R. Durán, M. Méndez, S. García-Peregrina, M. Andrade-Hernández, E. Acosta-Lugo, J. C. Faller-Menéndez, C. Lasch-Thaler, D. Bermúdez, E. Galicia-Zamora & R. Kantún-Palma. Pronatura Península de Yucatán y The Nature Conservancy. Yucatán, México. 131 pp.

**Cuadro 1.** Especies encontradas de forma exclusiva en cada tipo de potrero, su estatus migratorio y de protección según CITES y la NOM-059-ECOL-2001 (Estatus: **R** = residente, **M** = migratoria, CITES: **A-II** = Apéndice II, **A-III** = Apéndice III, NOM: **Pr** = bajo protección especial, **P** = en peligro de extinción; IUCN: **NT**=cerca de estar amenazada). Información obtenida de puntos de observaciones mensuales de junio de 2008 a mayo de 2009.

Familia	Especie	status	Protección	Tipo de potrero
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	R	CITES A-III	PMM
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	R		PMM
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	R	CITES A-III	PMA
	<i>Bubulcus ibis</i>	R	CITES A-III	PMM
	<i>Nyctanassa violacea</i>	R		PMM
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	R		PMM
Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	R	CITES A-II y III, Pr	PMM
	<i>Buteo nitidus</i>	R		PMM
Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	M		PMA
Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	R	Pr	PMA
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	R	CITES A-II, Pr	PMM
	<i>Amazona albifrons</i>	R	CITES A-II	PMM
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	R		PMA
	<i>Geococcyx velox</i>	R		PMA
Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	R		PMM
Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>	R		PMM
Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	R		PMM
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	R		PMA
	<i>Elaenia flavogaster</i>	R		PMA
	<i>Empidonax flaviventris</i>	M		PMM
	<i>Empidonax minimus</i>	M		PMM
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R		PMA
	<i>Tyrannus couchii</i>	R		PMM
	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	R		PMM
	<i>Tityra inquisitor</i>	R		PMM
Vireonidae	<i>Vireo flavoviridis</i>	M		PMM
	<i>Vireo magister</i>	R		PMA
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus yucatanicus</i>	R	P, IUCN-NT	PMM
	<i>Thryothorus maculipectus</i>	R		PMA
	<i>Troglodytes aedon</i>	R	Pr	PMM
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	R	IUCN-NT	PMM
Parulidae	<i>Parula americana</i>	M		PMA
	<i>Dendroica petechia</i>	M		PMM
	<i>Dendroica fusca</i>	M		PMA
	<i>Dendroica palmarum</i>	M		PMM
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	R	Pr	PMA
	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	R		PMM
Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	R		PMM
	<i>Cyanocompsa parellina</i>	R		PMM
	<i>Passerina ciris</i>	M	IUCN-NT	PMA
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	R	Pr	PMM
	<i>Icterus chrysater</i>	R		PMM

**Cuadro 2.** Especies encontradas en ambos tipos de potreros, su estatus migratorio y de protección según CITES y la NOM-059-ECOL-2001 (Estatus: **R** = residente, **M** = migratoria, **R/M** = especie con población residente y migratoria; CITES: **A-II** = Apéndice II, **A-III** = Apéndice III; NOM: **Pr** = bajo protección especial, **A** = amenazada, **E** = endémica). Información obtenida de puntos de observaciones mensuales de junio de 2008 a mayo de 2009.

Familia	Especie	Estatus	Protección
Anatidae	<i>Anas discors</i>	M	
Odontophoridae	<i>Colinus nigrogularis</i>	R	
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	R	
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	R/M	Pr
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	R	
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	R	CITES A-II y III, Pr
	<i>Buteo brachyurus</i>	R	CITES A-II y III
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	R	CITES A-II, E
	<i>Falco columbarius</i>	M	CITES A-II
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	R	
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	R	
	<i>Columbina talpacoti</i>	R	
	<i>Zenaida asiatica</i>	R	
	<i>Leptotila verreauxi</i>	R	
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R	
Momotidae	<i>Momotus momota</i>	R	
Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	R	
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	R	
	<i>Picoides scalaris</i>	R	
Tyrannidae	<i>Contopus cinereus</i>	R	
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R	
	<i>Myiarchus yucatanensis</i>	R	
	<i>Megarynchus pitangua</i>	R	
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	R	
	<i>Myiozetetes similis</i>	R	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	R	
Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	M	A
	<i>Vireo pallens</i>	R	Pr
	<i>Vireo olivaceus</i>	M	
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	R	
	<i>Cyanocorax morio</i>	R	
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	R	
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	M	
	<i>Hirundo rustica</i>	M	
	<i>Baeolophus ridgwayi</i>	R	
Sylviidae	<i>Polioptila albiloris</i>	R	
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	R	
Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	M	
	<i>Mimus gilvus</i>	R	
Parulidae	<i>Dendroica dominica</i>	M	
	<i>Geothlypis trichas</i>	M	
	<i>Geothlypis poliocephala</i>	R	
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	R	
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	R	
	<i>Sporophila torqueola</i>	R	

... continúa

... continuación

Familia	Especie	Estatus	Protección
Cardinalidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	R	
	<i>Aimophila botterii</i>	R	
	<i>Piranga roseogularis</i>	R	
	<i>Piranga rubra</i>	M	
	<i>Cardinalis cardinalis</i>	R	
	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	M	
	<i>Passerina caerulea</i>	M	
Icteridae	<i>Passerina cyanea</i>	M	
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	R	
	<i>Molothrus aeneus</i>	R	
	<i>Icterus dominicensis</i>	R	
Fringillidae	<i>Icterus cucullatus</i>	R	
	<i>Icterus auratus</i>	R	
	<i>Euphonia affinis</i>	R	
	<i>Spinus psaltria</i>	R	

**Cuadro 3.** Tipo de hábitat preferido por las especies de aves encontradas de forma exclusiva en cada tipo de potrero (PMA= potreros de matriz antropogénica, PMM= potreros de matriz mixta).

Tipo de hábitat	No. de especies en PMA	No. de especies en PMM
Áreas abiertas	6	2
Áreas semiabiertas	4	4
Bosque-borde	4	22
<i>Total</i>	<i>14</i>	<i>28</i>

**Cuadro 4.** Ámbitos de clasificación del Índice de Matriz Circundante (IMC).

Rango del valor del IMC	Tipo
0-0,15	Matriz antropogénica
0,151-0,85	Matriz mixta
0,851-1	Matriz natural